

DEDALUS - Acervo - IEE



30400001911

PAULO MARCIO GONÇALVES

**BASES METODOLÓGICAS PARA A RACIONALIZAÇÃO  
DO USO DE ÁGUA E ENERGIA NO ABASTECIMENTO  
PÚBLICO DE ÁGUA EM SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao  
Programa Interunidades de  
Pós-Graduação em Energia  
(Instituto de Eletrotécnica e  
Energia/ Escola Politécnica/  
Instituto de Física/  
Faculdade de Economia e  
Administração) da  
Universidade de São Paulo  
para obtenção do título de  
Mestre em Energia

São Paulo  
1995



PAULO MARCIO GONÇALVES

**BASES METODOLÓGICAS PARA A RACIONALIZAÇÃO  
DO USO DE ÁGUA E ENERGIA NO ABASTECIMENTO  
PÚBLICO DE ÁGUA EM SÃO PAULO**

Dissertação apresentada ao  
Programa Interunidade de  
Pós-Graduação em Energia  
(IEE/EP/IF/FEA)  
para obtenção do título de  
Mestre em Energia

Área de concentração: Energia

Orientador:  
Prof. Dr. Ildo Luis Sauer

São Paulo  
1995

*De seus olhos rolavam lágrimas retidas na dor de seu peito  
De suas pétalas emanava o mais puro ar primaveril  
De seus sorrisos ganhou vida e alegoria  
De seu calor ficaram estampadas as marcas expostas  
De sua luta ganharam cor a sabedoria e a temperança  
De sua escolha restou a mais clara e doce certeza  
De seu futuro vislumbrou a vida, em todo seu torpor  
De seu suor restaram as páginas mais fortes.*

*Molhadas pelas lágrimas, pousaram na dor;  
Inebriadas pelo aroma, dançaram na doçura;  
Do acalanto e alegria da vida, ganharam leveza;  
Temperadas pelas marcas, ficaram seguras;  
Da clareza e da certeza ganharam espaço no tempo;  
Embebidas no torpor suplantaram o coloquial;  
De sua fortaleza tornaram-se esperançosas.*

*De todos os sentimentos brota o fruto,  
De todo fruto a semente,  
E de toda a semente a Vida.*

*Esta é a minha semente,  
Meu fruto e minha vida.  
Nada me poderia ser mais caro.*

*Paulo Marcio Gonçalves*

## AGRADECIMENTOS

À experiência de estar vivo, pela sua explícita beleza

Ao prof. Ildo Luis Sauer, por compartilhar o sentimento acima, viver e orientar segundo seus ideais; pela amizade, interesse e confiança mostrados; e pelo amadurecimento profissional que me propôs.

Ao CNPq pelo auxílio financeiro, suficiente para reter-me aos meus ideais e temperar minha ambição, e imprescindível para assegurar que meus caminhos não fossem outros.

À SABESP pelas informações gentilmente cedidas.

Ao prof. Orestes pelos contatos e contribuições prestadas

A todos os ricos momentos vividos e compartilhados (realizações, frustrações, alegrias, desilusões, bebedeiras, dificuldades, ideais, desahafos, etc.) com os amigos do IEE, sem os quais esta experiência não permaneceria em minha memória.

Aos churrascos no Ildo, no André e em Atibaia; às noites no clube dos professores; à piscina do Cepê e suas loirinhas; às conversas na calçada do IEE a altas horas da noite; às noites na Vila Mada, na Esbórnia e no sítio; e a todas as pessoas e atividades que me farão sentir a mais profunda saudade deste período na USP.

## SUMÁRIO

Índice

Lista de Tabelas

Lista de Figuras

Resumo

Abstract

<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO</b> .....	1
1.1 Motivação .....	1
1.2 Metodologia .....	3
1.3 Objetivos .....	5
1.4 Estruturação deste trabalho .....	6
1.4.1 Caracterização do consumo de água .....	6
1.4.2 Potencialidade técnica do uso racional de recursos .....	7
1.4.3 Avaliação econômica do uso racional de água .....	7
1.4.4 Elaboração e análise de cenários .....	8
1.4.5 Comportamento do consumidor, Barreiras para implementação e Incentivos econômicos para a conservação .....	8
1.4.6 Sumário, conclusões e recomendações .....	9
<b>CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ENERGIA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DA RMSP</b> .....	10
2.1 Introdução .....	10
2.2 Caracterização da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) .....	11
2.2.1 Condição de Abastecimento .....	15
2.2.2 Caracterização do Sistema de Fornecimento .....	16
2.2.3 Previsões de crescimento populacional .....	21
2.3 Métodos Convencionais de Projeção de demanda .....	22
2.3.1 Prognóstico da Evolução da Demanda .....	25
2.3.2 Problemática Atual e Futura de Fornecimento .....	34
2.4 Revisão dos programas de conservação de água e energia .....	37
2.4.1 Abrangência e limitação .....	39
2.4.2 Experiência estrangeira .....	40
2.5 Normas de vazão para equipamentos hidráulicos .....	46
2.5.1 Normas brasileiras .....	46
2.5.2 Normas estrangeiras .....	48
2.6 Conclusões .....	52
<b>CAPÍTULO 3 - POTENCIALIDADE DO USO RACIONAL DE RECURSOS</b> .....	55
3.1 Gestão de carga .....	55
3.1.1 Atuação no bombeamento (sistema horo-sazonal) .....	56
3.2 Gestão de energia .....	68

3.2.1 Gestão da oferta.....	69
3.2.1.1 Aumento da eficiência do conjunto motor-bomba.....	69
3.1.2.2 Redução da altura manométrica.....	83
3.1.2.3 Controle de Perdas de água.....	86
3.2.2 Gestão da demanda.....	87
3.2.2.1 Componentes das Instalações Hidráulicas Prediais.....	87
3.3 Consumo Setorial.....	87
3.3.1 Caracterização do Setor Residencial.....	89
3.3.2 Caracterização do consumo residencial.....	91
3.3.3 Hábitos de consumo.....	93
3.4 Conclusões.....	95

#### CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO RACIONAL DE ÁGUA.....

4.1 Introdução.....	98
4.2 Caracterização das tecnologias eficientes abordadas.....	99
4.2.1 Tecnologias Abordadas (revisão bibliográfica).....	99
4.2.2 Informação de fabricantes/Tecnologias disponíveis no Brasil.....	105
4.3 Avaliação Econômico-Financeira.....	109
4.3.1 Hipóteses.....	109
4.4 Resultados da Análise Financeira.....	128
4.4.1 Escolha da tecnologia eficiente.....	128
4.4.2 Substituição de equipamento convencional por eficiente.....	136
4.5 Conclusões.....	143

#### CAPÍTULO 5 - ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS.....

5.1 Introdução.....	150
5.2 Metodologia baseada em usos-finais.....	151
5.3 Demandas Previstas em Estudos da SABESP.....	152
5.3.1 Evolução dos déficits de produção projetados.....	158
5.4 Cenário Base.....	159
5.4.1 Dados e hipóteses.....	160
5.4.2 Parâmetros explicativos do Cenário Base/SABESP.....	161
5.4.3 Consumo total de água e energia.....	162
5.5 Cenários evolutivos.....	163
5.5.1 Cenário Eficiência Congelada.....	164
5.5.2 Cenário Substituição.....	164
5.5.3 Cenário Implementação de Normas.....	166
5.5.4 Cenário Combinado.....	167
5.5.5 Consumo total de água e energia por cenário.....	168
5.6 Cenários antecipatórios.....	168
5.6.1 Consumo almejado.....	169
5.6.2 Medidas necessárias.....	170
5.7 Hipóteses e medidas de conservação propostas.....	171
5.8 Balanço de resultados.....	176
5.8.1 Potencial de conservação de recursos.....	177
5.8.3 Investimentos necessários.....	194

5.9 Conclusões .....	196
<b>CAPÍTULO 6 - COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR, BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO E INCENTIVOS ECONÔMICOS PARA CONSERVAÇÃO .....</b>	<b>202</b>
6.1 Introdução .....	202
6.2. Mudança de hábitos .....	203
6.2.1. Comportamento de conservação .....	204
6.2.2. Tipos de campanhas .....	205
6.2.3 Experiências de programas anteriores .....	207
6.2.4 Políticas efetivas .....	209
6.3. Barreiras para a adoção de equipamentos eficientes pelos consumidores .....	210
6.4. Conciliando informação e motivação para os consumidores .....	216
6.5. A Implementação das Campanhas .....	217
6.6. Outras Barreiras para o Uso Eficiente de Água .....	218
6.6.1. Quanto aos fabricantes de equipamentos de uso final .....	219
6.6.2. Os Provedores dos Equipamentos de Uso Final .....	219
6.6.3. Quanto aos produtores e distribuidores de energia e água .....	220
6.6.4. Quanto às Instituições Financeiras Locais e Internacionais .....	222
6.6.5. Quanto ao Governo .....	223
6.6.6 Quanto às Fundações de Ajuda, Agências Internacionais Multilaterais e Países Industrializados. ....	228
6.6.7 Conclusões sobre outras barreiras .....	230
6.7 Políticas de incentivo .....	231
6.7.1 Financiamentos e Incentivos Financeiros .....	234
6.7.2 Tarifação .....	238
6.8 Conclusões .....	241
<b>CAPÍTULO 7 - SUMÁRIO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>244</b>
7.1 Sumário .....	244
7.2 Conclusões .....	245
7.3 Recomendações .....	263
<b>ANEXOS .....</b>	<b>266</b>
ANEXO A - REVISÃO DA NBR-5626 .....	267
ANEXO B - PLANILHAS DE CÁLCULO .....	273
<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>327</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Evolução da População Residente: Brasil e Região Metropolitana: 1980-1991 .....	12
Tabela 2.2 - Dados gerais sobre a RMSP .....	12
Tabela 2.3 - Consumo Total de Energia Elétrica: 1980-1985-1991(1) (em MWh) Brasil, Estado, Região Metropolitana e Município de São Paulo. ....	13
Tabela 2.4 - Consumo de Energia: Brasil e Água Esgoto Saneamento (AES) - 1991 .....	13
Tabela 2.5 - Grande São Paulo - Classificação das Áreas dos Municípios, segundo a Lei de Proteção aos Mananciais: 1992. ....	13
Tabela 2.6 - Produção e Distribuição de Água Potável, para Sistemas Integrados, segundo os Mananciais: 1990/1991 (RMSP). ....	16
Tabela 2.7 - Situação do Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto, segundo os Municípios e sub-regiões: 1991 (RMSP). ....	18
Tabela 2.8 - Volume de Esgotos Tratados, segundo as Estações de Tratamento: 1990/1991 (RMSP). ....	20
Tabela 2.9 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo a Condição de Abastecimento de Água: 1981-1990(1) (RMSP). ....	20
Tabela 2.10 - Evolução da População Residente (Milhões de habitantes), por Situação de Domicílio, segundo Regiões: 1970-1980-1991 .....	21
Tabela 2.11 - População residente na RMSP e Município de São Paulo: 1991 e estimativas para 2010. ....	22
Tabela 2.12 - Evolução da População da RMSP segundo Método dos Componentes Demográficos (mil habitantes) na revisão do SAM. ....	25
Tabela 2.13 - Evolução prevista das quotas percapitas residenciais médias (l/hab.dia) .....	26
Tabela 2.14 - Projeção da população abastecida (mil habitantes) para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP .....	27
Tabela 2.15 - Projeção dos índices de abastecimento global projetados para a RMSP .....	27
Tabela 2.16 - Consumo por categoria de consumidores da rede pública da RMSP .....	30
Tabela 2.17 - Índice de perdas atuais da RMSP .....	31
Tabela 2.18 - Estimativa de consumidores não-contabilizados na micromedição .....	32
Tabela 2.19 - Projeção da população total para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP .....	33
Tabela 2.20 - Projeção da população abastecida para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP .....	33
Tabela 2.21 - Projeção dos índices de abastecimento global projetados para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP. ....	34
Tabela 2.22 - Capacidades Admitidas para os Sistemas Produtores .....	35
Tabela 2.23 - Faixa de valores possíveis do volume de descarga por tipo de bacia sanitária. ....	47
Tabela 2.24 - Comparação de Equipamentos Convencionais com Eficientes conforme o Código de Nova Iorque. ....	50
Tabela 2.25 - Padrões de Eficiência Federais para o Uso de Água em Equipamentos Hidráulicos estabelecidos pelo US Energy Policy Act 1992 .....	52



Tabela 3.1 - Comparação das Tarifas Convencional e Horo-Sazonal Fora da Ponta.....	59
Tabela 3.2 - Tarifa Descontada (15%) Convencional e Horo-sazonal para Água, Esgoto e Saneamento (AES).....	61
Tabela 3.3 - Demanda (kW), Consumo (kWh), Número de horas de Operação Médios das Estações Elevatórias de Água.....	65
Tabela 3.4 Estrutura de Consumo de Água da rede pública na Região Metropolitana de São Paulo.....	88
Tabela 3.5 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo o Tipo de Domicílios 1981-1990(1) RMSP.....	89
Tabela 3.6 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo o Número de Dormitórios: 1981-1990(1) RMSP.....	90
Tabela 3.7. - Projeção do número de domicílios e banheiros.....	91
Tabela 3.8 - Classificação do consumo domiciliar de São Paulo conforme a faixa de consumo.....	92
Tabela 3.10 - Consumo doméstico de água (litros percapita/dia).....	94
Tabela 3.10 - Estimativa da distribuição do consumo de água por uso final estratificado para a RMSP.....	95
Tabela 4.1 - Comparação do consumo de água para lavagem de roupas e louças: com lavadoras e manualmente.....	104
Tabela 4.2 - Variação da tarifa residencial segundo o consumo.....	110
Tabela 4.3 - Composição tarifária de água e esgoto do consumidor residencial da RMSP.....	111
Tabela 4.4 - Tarifa de água e esgoto adotada para cada classe de consumidor.....	111
Tabela 4.5 - Distribuição do número de habitantes por economia por faixa de consumo na RMSP.....	115
Tabela 4.6 - Distribuição do consumo residencial de água por uso final na RMSP (m <sup>3</sup> /economia ano).....	115
Tabela 4.7 - Comparação das características de equipamentos convencionais e eficientes.....	116
Tabela 4.8 - Comparação dos consumos convencionais e eficientes propostos (m <sup>3</sup> /economia ano).....	116
Tabela 4.9 - Preços de equipamentos e instalação adotados (R\$).....	117
Tabela 4.10 - Hipóteses Adotadas na Análise Econômica.....	118
Tabela 4.11 - Resumo Metodológico adotado para a avaliação econômica.....	127
Tabela 4.12 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente.....	129
Tabela 4.13 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente para instalação com válvula de descarga.....	130
Tabela 4.14 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de chuveiro eficiente.....	131
Tabela 4.15 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de lavatório eficiente.....	132
Tabela 4.16 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de lavadora de roupa eficiente.....	134

Tabela 4.17 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de pia de cozinha eficiente. ....	134
Tabela 4.18 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente. ....	136
Tabela 4.19 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de bacia sanitária com válvula de descarga convencional por outra com caixa acoplada eficiente. ....	138
Tabela 4.20 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de chuveiro convencional pelo eficiente. ....	139
Tabela 4.21 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de lavatório convencional pelo eficiente. ....	140
Tabela 4.22 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de lavadora de roupa convencional pela eficiente. ....	141
Tabela 4.23 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de torneira de pia convencional pela eficiente. ....	142
Tabela 4.24 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de energia. ....	144
Tabela 4.25 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de água. ....	145
Tabela 4.26 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela sociedade. ....	145
Tabela 5.1 - Projeção do número de economias abastecidas para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (n <sup>o</sup> de economias). ....	156
Tabela 5.2 - Projeção do consumo total para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (m <sup>3</sup> /mês). ....	156
Tabela 5.3 - Evolução do índice global de perdas proposto. ....	157
Tabela 5.4 - Projeção das demandas médias diárias para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (m <sup>3</sup> /s). ....	157
Tabela 5.5 - Evolução dos déficits de demanda na RMSP por área de influência. ....	159
Tabela 5.6 - Distribuição do consumo de água por uso final (Milhões m <sup>3</sup> /ano) ....	162
Tabela 5.7 - Distribuição do consumo de energia por uso final (GWh/ano). ....	162
Tabela 5.8 - Resumo do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) no cenário de congelado. ....	164
Tabela 5.9 - Resumo do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) no cenário substituição. ....	166
Tabela 5.10 - Resumo do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) no cenário implementação de normas. ....	167
Tabela 5.11 - Resumo do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) no cenário combinado. ....	167
Tabela 5.12 - Consumo total de água para os cenários evolutivos (M m <sup>3</sup> /ano) ....	168
Tabela 5.13 - Consumo total de energia para os cenários evolutivos (GWh/ano) ....	168
Tabela 5.14 - Resumo do evolução do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) proposto para o cenário antecipatório. ....	169
Tabela 5.15 - Resumo do consumo de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) por uso final no cenário antecipatório. ....	170
Tabela 5.16 - Consumo total de água (M m <sup>3</sup> /ano) e energia (GWh/ano) para o cenário antecipatório. ....	170

Tabela 5.17 - Projeção dos índices de abastecimento globais projetados para a RMSP .....	177
Tabela 5.18 - Índices de perdas adotados para o horizonte de projeção .....	178
Tabela 5.19- Demanda total de água ( $M m^3$ /ano) e energia (GWh/ano) por cenário - índice de perdas constante .....	179
Tabela 5.20 - Demanda Total de água ( $m^3/s$ ) por cenário - índice de perdas constante .....	180
Tabela 5.21 - Quantidade de Água Conservada ( $M m^3$ /ano) - índice de perdas constante .....	182
Tabela 5.22 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(Gwh/ano) - índice de perdas constante .....	183
Tabela 5.23 - Custo evitado anual devido à conservação de água (M US\$/ano) - índice de perdas constante .....	183
Tabela 5.24 - Custo evitado anual devido à conservação de energia (M US\$/ano) - índice de perdas constante .....	183
Tabela 5.25 - Custo quinquenal total evitado devido à conservação de água e energia (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante .....	183
Tabela 5.26 - Investimentos realizados quinquenalmente em conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante .....	184
Tabela 5.27 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante .....	185
Tabela 5.28- Demanda total de água ( $M m^3$ /ano) e energia (GWh/ano) por cenário .....	186
Tabela 5.29 - Demanda Total de água ( $m^3/s$ ) por cenário - índice de perdas variável .....	188
Tabela 5.30 - Quantidade de Água Conservada ( $M m^3$ /ano) - índice de perdas variável .....	190
Tabela 5.31 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(Gwh/ano) - índice de perdas variável .....	190
Tabela 5.32 - Custo evitado anual devido à conservação de água (M US\$/ano) - índice de perdas variável .....	190
Tabela 5.33 - Custo evitado anual devido à conservação de energia (M R\$/ano) - índice de perdas variável .....	191
Tabela 5.34 - Custo quinquenal total evitado devido à conservação de água e energia (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	191
Tabela 5.35 - Investimentos realizados quinquenalmente em conservação (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	191
Tabela 5.36 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	192
Tabela 5.37 - Evolução dos déficits de produção projetados em vários estudos (2005) - índice de perdas constante .....	193
Tabela 5.38 - Evolução dos déficits de produção projetados em vários estudos (2005) - índice de perdas variável .....	193
Tabela 5.39 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos .....	194
Tabela 5.40 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante .....	195

Tabela 5.41 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	195
Tabela 5.42 - Quantidade de Água Conservada (M m <sup>3</sup> /ano).....	197
Tabela 5.43 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(Gwh/ano). ....	198
Tabela 5.44 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.....	199
Tabela 5.45 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	200
Tabela 5.46 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos (M US\$).....	201
Tabela 7.1 - População, área, densidade demográfica, consumo de energia elétrica total e para abastecimento público de água: Estado, Região Metropolitana e Município de São Paulo (1991). ....	246
Tabela 7.2 - Situação do Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto, segundo os Municípios e Grande São Paulo 1991.....	246
Tabela 7.3 - Produção, Distribuição de Água Potável e Volume de Esgotos Tratados, para Sistemas Integrados, 1991 (RMSP). ....	246
Tabela 7.4 - Projeção da população total, abastecida e índices de abastecimento global projetados para a RMSP.....	247
Tabela 7.5 - Índices de perdas adotados para o horizonte de projeção .....	247
Tabela 7.6 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de energia.....	251
Tabela 7.7 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de água.....	252
Tabela 7.8 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela sociedade.....	253
Tabela 7.8 - Consumo por categoria de consumidores da rede pública da RMSP.....	256
Tabela 7.9 - Composição dos índices adotados para a participação do consumo na rede pública da RMSP.....	256
Tabela 7.10 - Demanda Total de água (m <sup>3</sup> /s) por cenário - índice de perdas variável.....	257
Tabela 7.11 - Quantidade de Água Conservada (M m <sup>3</sup> /ano).....	258
Tabela 7.12 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(GWh/ano). ....	259
Tabela 7.13 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.....	259
Tabela 7.14 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	260
Tabela 7.15 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos (M US\$).....	260

## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 - Municípios operados pela SABESP e venda por atacado na RMSP.....	17
Figura 2.2 - Evolução das Demandas Totais e Índice de Atendimento de Água da RMSP .....	28
Figura 2.3 - Variação do índice de perdas para a RMSP.....	32
Figura 2.4 - Sistemas Produtores Existentes e Previstos para o Atendimento de Água da RMSP.....	36
Figura 3.1 - a) curva de variação horária de consumo de adução contínua b) a curva de variação horária de consumo de adução horo-sazonal. ....	50
Figura 3.2 - Custo da Capacidade de Reservação de Quatro Localidades .....	65
Figura 3.3 - Variação do Volume de Reservação das EEAs da SABESP.....	66
Figura 3.4 - Variação dos Investimentos em Reservação para as EEAs da SABESP.....	67
Figura 3.5 - Tempo de Retorno Simples dos Investimentos em Reservação para as EEAs da SABESP.....	68
Figura 3.6 - Curva característica do motor em função do carregamento .....	70
Figura 3.7 - a) Rendimento em função do carregamento para motores trifásico de indução com rotor em gaiola; b) Rendimento de motor elétrico em função da tensão.....	71
Figura 3.8 - Comparação do rendimento e fator de potência entre motor de alto rendimento e motor padrão (Sauer, 1994).....	74
Figura 3.9 - Variação do Custo da Energia Conservada em função da potência e do número de horas de operação (Sauer, 1994).....	75
Figura 3.10 - Variação da Taxa Interna de Retorno dos investimentos feitos em motores eficientes de 7,5 e 30 kW em função do preço de energia elétrica (Sauer, 1994).....	76
Figura 3.11 - Curva característica de bomba centrífuga de fluxo radial .....	76
Figura 3.12 - Formas do rotor e rendimento da bomba em função da rotação específica.....	77
Figura 3.13 - Curva combinada de operação com bombas em série.....	78
Figura 3.14 - Curva combinada de operação de bombas em paralelo .....	78
Figura 3.15 - Sistema de Fluxo/Pressão variável com controle por válvula e bomba de velocidade fixa (acima) e controlador de velocidade do motor.....	79
Figura 3.16 - Controle de vazão pela variação de rotação da bomba.....	80
Figura 3.17 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controle de válvula para controle de vazão. ....	80
Figura 3.18 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controlador de velocidade para controle de vazão.....	81
Figura 3.19 - Custo da energia conservada para variadores de rotação encontrados no Brasil (motor de 40 cv). ....	82
Figura 3.20 Rendimento de diferentes variadores em função da rotação .....	83
Figura 3.21 - Estratificação de Residências (Economias) segundo o Consumo Mensal.....	91
Figura 3.22 - Consumo Percentual de Residências (Economias) Estratificadas segundo o Consumo Mensal. ....	92

Figura 4.1 - Curvas de vazão de torneira e chuveiro de baixa pressão em função da pressão dinâmica.....	106
Figura 4.2 - Curvas de vazão de torneira e chuveiro de alta pressão em função da pressão dinâmica.....	106
Figura 4.3 - Curvas de vazão de arejadores em função da pressão dinâmica.....	108
Figura 4.4 - Tempo de retorno simples dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.....	147
Figura 4.5 - Tempo de retorno descontado dos investimentos na substituição de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.....	147
Figura 4.6 - Custo da água conservada para consumidores e concessionárias.....	148
Figura 4.7 - Custo do ciclo de vida dos investimentos em substituição para consumidores e concessionárias.....	148
Figura 4.8 - Taxa interna de retorno dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários.....	149
Figura 5.1 - Configuração do Atendimento de Água da RMSP.....	153
Figura 5.2 - Comparação das demandas médias diárias projetadas em estudos da SABESP.....	158
Figura 5.3 - Participação de equipamentos convencionais e eficientes no consumo de água.....	172
Figura 5.4 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a padrões de mínima eficiência.....	173
Figura 5.5 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de imposição de padrões de eficiência para a frota.....	174
Figura 5.6 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de incentivos, subsídios e bônus.....	174
Figura 5.7 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de incentivo tecnológico.....	175
Figura 5.8 - Demanda total de água ( $M m^3$ /ano) por cenário - índice de perdas constante.....	179
Figura 5.9 - Demanda total de energia (GWh/ano) por cenário - índice de perdas constante.....	180
Figura 5.10 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas constante.....	182
Figura 5.11 - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante.....	185
Figura 5.12 - Demanda total de água ( $M m^3$ /ano) por cenário - índice de perdas variável.....	187
Figura 5.13 - Demanda total de energia (GWh/ano) por cenário - índice de perdas variável.....	187
Figura 5.14 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável.....	189
Figura 5.15 - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.....	192
Figura 5.17 - Evolução da demanda projetada pelos estudos da SABESP.....	196
Figura 5.18 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável.....	198

Figura 5.19. - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	199
Figura 6.1 Curva de demanda para água tratada .....	233
Figura 6.2 - Redução do consumo devido à variação da demanda e ao incremento de preços .....	234
Figura 7.1 - Variação dos Investimentos em Reservação para as EEAs da SABESP .....	248
Figura 7.2 - Tempo de Retorno Simples dos Investimentos em Reservação para as EEAs da SABESP .....	249
Figura 7.3 - Comparação da eficiência de motores convencionais e eficientes .....	249
Figura 7.4 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controlador de velocidade para controle de vazão .....	250
Figura 7.5 - Taxa interna de retorno dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários .....	252
Figura 7.6 - Custo da água conservada para consumidores e concessionárias .....	253
Figura 7.7 - Taxa interna de retorno dos investimentos na escolha de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias .....	254
Figura 7.8 - Tempo de retorno simples dos investimentos na escolha de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias .....	255
Figura 7.9 - Tempo de retorno simples dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários para consumidores, concessionárias e sociedade .....	255
Figura 7.10 - Comparação das demandas projetadas em estudos da SABESP .....	257
Figura 7.11 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável .....	258
Figura 7.12. - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável .....	259

## RESUMO

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) apresenta condições críticas de abastecimento de água, operando no limite de sua hidráulidade e sendo alvo de racionamentos, devido à restrição no aporte de água, e rodízios, devido à falta de investimentos e ocupação desordenada de regiões periféricas. A importância da energia consumida para o tratamento, adução e distribuição de água é representada pela participação de cerca de 3% de toda a energia elétrica consumida no país no Estado de São Paulo. A racionalização do uso de recursos (energia elétrica e água) requer ações sinérgicas em ambas as frentes, através de um planejamento integrado destes recursos.

Após a caracterização da RMSP, do sistema de abastecimento de água, das condições e limitações futuras de fornecimento, analisa-se a viabilidade do deslocamento da operação obtendo uma economia de US\$ 194/mês (US\$ 206/mês) para cada kW retirado da ponta, para a potência vendida em tensão A3a (A4). Estabelece-se as condições para o aumento da eficiência de motores e bombas, avaliando os impactos da utilização de variadores de velocidade. Verifica-se a viabilidade econômica do investimento em equipamentos sanitários eficientes, sob o ponto de vista dos consumidores, das concessionárias de água e energia, e da sociedade, estudando casos de escolha entre aqueles e convencionais ou a simples substituição destes últimos, em domicílios do setor residencial.

Avalia-se os impactos econômicos da redução do consumo de água e energia advindos de cenários projetados até o ano 2015, assumindo hipóteses de implantação de normas de eficiência e de adoção tecnologias eficientes em substituição a convencionais. Isto é feito seguindo cinco cenários alternativos às projeções feitas pela SABESP. Conclui-se, com base nestes cenários, que reduções de cerca de 1,5 m<sup>3</sup>/s a 10,2 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015 são possíveis, com benefícios de US\$ 421 milhões a US\$ 2049 milhões a valor presente.

Analisa-se o comportamento dos consumidores frente aos sinais que influenciam as atitudes voltadas para conservação ou decisões de investimento em tecnologias eficientes. Também são analisadas as barreiras a que estão sujeitos, e que se impõem a outros agentes tais quais: concessionárias, fabricantes, governo, agências de fomento e desenvolvimento, etc. São propostos incentivos econômicos que contornem ou minimizem tais barreiras e os desafios enfrentados por desvios tarifários e diminuição de receita. Portanto, confronta-se, de um lado, o potencial de racionalização de água e energia e os impactos de sua implementação efetiva e, de outro, as barreiras e dificuldades enfrentadas e mecanismos para suplantá-las.



## ABSTRACT

The São Paulo Metropolitan region (RMSP) presents today critical conditions of water supply, operating in the limits of its water resources, facing water droughts, due to reservoir restrictions, and "rodízios", due to the lack of investments and deoriented occupation of periferical areas. The importance of the energy used for the treatment, supply and distribution of water in the water works is represented by 3% of the total amount of energy used in the country. The rational use of resources (electric energy and water) requires synergistic actions in both fronts through an integrated planning of such resources.

The characterization of the RMSP, the water works systems, and the conditions and restraints of future supply are studied. The economic viability of dislocating of operation out of peak hours shows that an economy of US\$ 194/month (US\$ 206/month) for each kW taken out of the peak for power sold at A3a (A4) tension. The conditions for motor and pumps increased efficiency are analyzed as well as the evaluation of the impacts of the use of variable speed drives. The causes of the increase of the manometric highs are studied and actions to minimize it are formulated. The economic viability of investments made by the consumers, and the energy and water utilities in two cases choice of efficient fixtures and substitution of conventional ones are verified, for residential dwellings.

The economic impact of the reduction of water and energy consumption, due to the implementation of efficiency standards and substitution of conventional technologies, is evaluated in projection scenarios until the year 2015. This is made in five comparative scenarios with the projections performed by the public water utility for São Paulo region, SABESP. Using those scenarios one can conclude that reductions of 1,5 m<sup>3</sup>/s to 10,2 m<sup>3</sup>/s are possible until the year 2015, with benefits raging from US\$ 421 million to US\$ 2049 million at present value.

The consumer behavior are analyzed due to the signals that influence attitudes towards conservation or decisions of investments in efficient technologies. The barriers that are imposed upon public utilities, manufacturers, government, development and financial agencies, are analyzed. Economic incentives are proposed to minimize those barriers, tariffs biases and reduced income. Therefore, the potential rational use of water and energy, and the impacts of its implementation, on one side, are confronted with the barriers faced and mechanisms to surpass them, on the other side, building a real picture of the problem and ways to contour it.

## **CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO**

### **1.1 Motivação**

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) apresenta hoje condições críticas de abastecimento de água operando no limite máximo de sua hidráulidade. Isso torna-se evidente pelas notícias cotidianas dos problemas enfrentados pela população, sendo alvo de racionamentos, devido à restrição no aporte de água e ródizios, devido à falta de investimentos e ocupação desordenada de regiões periféricas. Uma operação desta maneira corre sérios riscos de abastecimento, uma vez que assume que a precipitação nos períodos futuros será capaz de repor o volume de água dos reservatórios necessário para atender a demanda.

Por outro lado, a energia consumida para o tratamento, adução e distribuição de água no abastecimento público é de grande importância. Cerca de 3% de toda a energia elétrica consumida no país deve-se ao abastecimento público de água. Este valor é da

mesma magnitude da energia elétrica consumida para a iluminação pública. Analogamente, a participação da energia consumida no abastecimento público de água é de 3% em todo o Estado de São Paulo. Neste contexto, foi observado que a racionalização do uso destes recursos, energia elétrica e água, constituem medidas sinérgicas, ações que beneficiem o uso racional de água também geram benefícios para o uso racional de energia. Assim, deve-se promover um planejamento integrado destes recursos para que os melhores resultados sejam obtidos em ambas as frentes.

Em termos conceituais, observa-se que em cada período da história há sempre um paradigma comumente aceito em cada área do conhecimento. Concepções dentro de cada área são traçadas admitindo-se as limitações e hipóteses do paradigma. O paradigma persiste até que é superado por outro, mais abrangente, evidenciando uma revolução. Tal questão referencia-se ao presente paradigma em planejamento energético e planejamento de recursos hídricos.

O paradigma convencional em planejamento energético equaciona desenvolvimento em termos do crescimento econômico, medido em termos do Produto Interno Bruto (PIB). Deste modo, o paradigma supõe que um aumento na taxa de crescimento econômico está relacionado pelo fornecimento crescente de energia na economia. Assim, o consumo de energia torna-se uma condição necessária para o crescimento econômico (aumento do PIB), processo que culmina com o desenvolvimento. Isto é chamado de relação energia-PIB. Vista desta maneira, a energia torna-se um fim em si mesma.

Um paradigma similar se verifica em termos de planejamento de recursos hídricos. Supôs-se, desde cedo, que o nível de desenvolvimento na área de saneamento e o bem-estar social pudesse ser medido em termos do consumo percapita de água. Deste modo, um incremento no bem estar estaria diretamente ligado a um incremento no consumo percapita<sup>1</sup>. Assim sendo, uma análise das projeções de demanda futura de água supõem sempre que o consumo percapita futuro é maior que o consumo atual. Evidencia-se o vínculo entre bem-estar e consumo de água.

A pergunta frequentemente colocada em ambos os casos é quanto destes recursos (água e energia) serão necessários no futuro? Para responder à pergunta deve-

<sup>1</sup> Pode-se inferir que um sinalizador deste tipo de concepção reside no consumo percapita de água de países industrializados, os quais, na maioria dos casos, apresentam níveis de consumo altíssimos.

se fazer uma projeção da demanda. Finalmente, procura-se verificar como aumentar o fornecimento de água e energia para atender a demanda a partir das fontes disponíveis.

No paradigma convencional a ênfase é dada ao consumo e não aos serviços prestados. Em termos de energia, isso se traduz em quilowatt-horas e não em seus serviços fornecidos, como: iluminação, aquecimento, força motriz, etc. Em termos de água, a ênfase é dada na quantidade de metros cúbicos e não ao serviço que ela promove como o transporte dos dejetos orgânicos, limpeza, etc. Assim, a importância concentra-se nas quantidades ao invés da qualidade dos serviços fornecidos.

Além disso, a previsão convencional ignora as melhorias de eficiência; enfoca principalmente o fornecimento do recurso e não o modo como este está sendo usado. Outro ponto é que a metodologia convencional assume investimentos de grandes volumes de capital em expansão do sistema, ignorando também os impactos ambientais gerados.

Outra consequência são os crescentes custos de investimento. Toma-se cada vez mais caro produzir água potável e gerar energia, isto é, os custos marginais são crescentes (o que significa que é mais caro produzir (gerar) o próximo metro-cúbico (quilowatt-hora) do que foi produzir (gerar) o anterior. Isto se verifica porque os mananciais mais próximos e mais baratos já foram explorados ao máximo, sendo necessário procurar outros mais difíceis, distantes e caros.

Finalmente, as pessoas que estão no local destes projetos de desenvolvimento tornam-se suas vítimas. Raramente, usufruem de seus "benefícios", mas sofrem com seus impactos. Os impactados começam a se organizar opondo-se a estes projetos. O paradigma convencional levou a uma situação de degradação ambiental, custos crescentes e conflitos com a população local. Um exemplo disto é a represa pretendida no Capivari-Monos. Entre seus impactos, inclui-se o alagamento de aldeias indígenas localizadas à margem do rio. A movimentação de comissões como a Pró-Índio e a de Atingidos por barragens conseguiu levar a questão à justiça e frear as obras de implantação.

## 1.2 Metodologia

O consumo de água, entretanto, não depende apenas do nível socio-econômico de um povo e do bem-estar associado, mas também da eficiência das tecnologias e processos que a utilizam. Uma perspectiva convencional ignora as possibilidades de conservação de água ou de seu uso racional, desconsiderando também os impactos ambientais. A metodologia proposta neste trabalho enfoca uma perspectiva de planejamento de demanda de água que considere as possibilidades anteriores e trace futuros não determinísticos, capazes de serem mudados, com ações políticas e medidas de conservação atendendo a demanda e promovendo um serviço de alta qualidade.

Uma solução, para o atendimento da necessidade crescente, das populações emergentes, por desenvolvimento e saneamento, bem como, para o conflito crescente entre ambientalistas e defensores do progresso, pode residir na ênfase em melhorias de eficiência. Assim, pode-se prover maior conforto e saneamento com as mesmas quantidades de água. E, da mesma forma, pode-se prover maior crescimento econômico com menores quantidades de energia. Outra solução seria a utilização de fontes alternativas de água como por exemplo, reciclagem, reúso, coleta de água da chuva, etc. para funções onde não fossem necessárias água potável, como a utilização no setor residencial em bacias sanitárias, ou no industrial para outros fins. Desta forma, a oferta deste recurso seria amplificada e seus custos baixariam, impactando o sistema positivamente. Analogamente, pode-se pensar em termos de fontes alternativas em energia.

A revolução paradigmática proposta orienta a ênfase para os usos finais e para os serviços de água. Assim, ao invés de voltar a atenção para o fornecimento do recurso esta será voltada para o modo como está sendo utilizado. No caso da energia utilizada para os serviços de saneamento, deve-se proceder, por um lado, determinando os usos da água e verificando-se a possibilidade do seu uso eficiente. Propõe-se, para tal, a avaliação de melhorias de eficiência de equipamentos hidráulicos no setor residencial. Por outro lado, avaliam-se as perdas por vazamentos nas linhas de distribuição e o gerenciamento da operação de bombeamento, que no caso se presta à gestão da potência no sistema elétrico. Usos alternativos representam outra possibilidade, como citado anteriormente, entretanto, este item não foi abordado neste trabalho.

O conceito de uma revolução paradigmática foi utilizado com o intuito de compreender a mudança de uma previsão clássica, paradigma anterior cujo padrão de

comportamento estabelece-se na premissa do incremento do consumo percapita futuro, para outra prospectiva, onde projeções diferentes são frutos de hipóteses de base distintas, verificando, portanto, impactos de mudanças estruturais significativas no horizonte de planejamento.

Um dos resultados deste trabalho foi a elaboração de um modelo de previsão prospectiva. Comparam-se os resultados da previsão clássica, realizada pela SABESP para a RMSP, com a previsão prospectiva realizada pelo autor, avaliando os impactos de programas de conservação, normas de eficiência em equipamentos sanitários e políticas de substituição de equipamentos convencionais por outros eficientes.

### 1.3 Objetivos

Tem-se para os objetivos da dissertação:

- Avaliação do potencial de conservação de água e energia no abastecimento público devido a ações de gestão de potência, atuação no bombeamento, e gestão de energia, através da: redução da altura manométrica, aumento da eficiência do conjunto motor-bomba e redução do volume de água bombeado.
- Proposição de metodologia de projeção de demanda baseada nos usos finais da água, em substituição ao procedimento clássico de projeção de demanda.
- Análises econômicas para cada tecnologia eficiente abordada, segundo figuras de mérito, como: tempo de retorno simples, tempo de retorno descontado, taxa interna de retorno, custo da água conservada, custo do ciclo de vida da tecnologia e o custo do ciclo de vida anualizado, para consumidores de cinco faixas de consumo de 10 a 90 m<sup>3</sup>/mês e para as concessionárias de água e energia
- Avaliação do consumo futuro de água percapita e por economia devido ao uso de equipamentos eficientes
- Projeção da demanda de água e equivalente energético, segundo usos finais da água, do setor residencial urbano da RMSP, do ano base 1995 a um horizonte de 20 anos, até 2015, com cortes quinquenais, em cinco cenários de projeção: Eficiência Congelada; Implantação de normas; Substituição; Combinado; e Antecipatório.

Cálculo dos impactos econômicos de cada cenário, através do Custo Anual da Água e Energia Comprada, o Custo Evitado devido à Conservação e o Investimento Anual em Eficiência devido à adoção de uma política de substituição de equipamentos. Comparação dos custos de expansão evitados segundo a projeção clássica realizada pela SABESP.

Análise das barreiras enfrentadas à implementação de programas de conservação, quanto à participação dos diversos agentes envolvidos: consumidores, governo, fabricantes, concessionárias, instituições de fomento, etc. Avaliação das atitudes influenciadoras de um comportamento pró-conservação em consumidores e incentivos existentes para criar e estimular este comportamento.

#### **1.4 Estruturação deste trabalho**

A dissertação está dividida em sete capítulos, cujos conteúdos são especificados a seguir:

##### **1.4.1 Caracterização do consumo de água**

Faz-se uma análise crítica dos métodos convencionais de projeção de demanda de água. Depois, avalia-se a problemática atual e futura do fornecimento de água e os impactos no consumo de recursos (água e energia) nos seus aspectos sociais, econômicos e ambientais. Parte-se daí para uma revisão dos programas de conservação de água existentes para o abastecimento público. Faz-se um paralelo com o PROCEL e avalia-se a inexistência de um programa similar de água para o abastecimento público, propondo-o.

Um programa de conservação de energia implantado na SABESP atua simplesmente na oferta e foi incapaz de identificar o potencial de conservação proveniente da redução do consumo. Outros programas de conservação implantados no México e EUA são tratados mostrando sua abrangência e ganhos econômicos possíveis.

O capítulo finaliza com a abordagem de normas de eficiência de vazão dos equipamentos sanitários adotadas nos países em questão e a situação atual brasileira.

#### **1.4.2 Potencialidade técnica do uso racional de recursos**

Aborda o potencial técnico do uso racional de recursos tratando da gestão de demanda potência e energia. No primeiro tópico avalia a atuação no bombeamento propondo um sistema de operação horo-sazonal, i.e., fora do pico. A gestão de energia é feita avaliando o aumento da eficiência dos conjuntos motor-bomba, redução da altura manométrica e a redução dos volumes de água bombeados. O aumento da eficiência envolve inicialmente o motor depois bombas e a utilização de variadores de rotação. E, a redução do volume de água bombeado através do controle das perdas nas linhas de distribuição e da utilização nos componentes de instalações hidráulicas.

Analisa-se o consumo setorial optando-se pelo setor residencial para uma atuação em conservação. Uma revisão bibliográfica é feita para a caracterização e avaliação dos hábitos de consumo no setor.

#### **1.4.3 Avaliação econômica do uso racional de água**

Retoma o capítulo anterior analisando tecnologias utilizadas em cada ponto de uso estabelecido, verificando ainda as possibilidades de conservação das tecnologias eficientes. Informações de tecnologias eficientes nacionais foram obtidas junto aos fabricantes, descrevendo suas características. Propõe-se ainda uma metodologia de avaliação econômica -financeira dos investimentos feitos nestas tecnologias, sendo utilização de diversas figuras de mérito.

A partir das tecnologias eficientes propostas, da metodologia proposta e outras hipóteses, como: tarifas de água e esgotos para consumidores residenciais, custos de produção, tratamento e distribuição de água e coleta de esgotos, custos de geração e transmissão de energia e estratificação do consumo, pode-se extrair alguns resultados da



viabilidade financeira para cada classe de consumo avaliada sob dois aspectos distintos: a escolha de uma tecnologia eficiente ou a substituição de uma antiga.

#### **1.4.4 Elaboração e análise de cenários**

Este capítulo apresenta cenários de consumo sob uma ótica prospectiva. Os resultados da projeção clássica realizada pela SABESP são comparados com os resultados da projeção prospectiva segundo os cenários propostos: evolutivos, incluindo políticas de conservação, e antecipatórios, avaliando as atitudes necessárias para a concretização de tais metas. Avalia-se o potencial de conservação destes cenários e os impactos sobre o consumo e investimentos necessários pela projeção convencional.

A projeção parte de um ano base e projeta cinco cenários: eficiência congelada, normas de eficiência, substituição, combinado (normas e substituição) e antecipatório. Foi feito um balanço de resultados das necessidades de água e energia equivalente em cada cenário, verifica-se os investimentos necessários e o potencial de conservação possível ou requerido, nos cenários evolutivos e antecipatórios, respectivamente.

#### **1.4.5 Comportamento do consumidor, Barreiras para implementação e Incentivos econômicos para a conservação**

Foram analisados os tipos de barreiras para a implementação das medidas de conservação e propostas possíveis soluções. Os consumidores têm um papel importante em conservação já que deles depende a mudança de hábitos e/ou a adoção de equipamentos eficientes. Neste contexto, devem ser avaliados como os consumidores são influenciados por comportamentos que incentivam a conservação e quais tipos de campanhas têm maior aceitação. Outros agentes são também avaliados dentro de seus papéis, como: fabricantes, fornecedores e distribuidores de equipamentos, instituições financeiras, concessionárias, fundações de fomento à pesquisa tecnológica, governo, etc.

São também analisadas políticas de incentivo econômico, que evidenciem a viabilidade econômica da conservação, como: o desvinculo entre vendas e ganhos.

programas de ganhos compartilhados entre a concessionária e os consumidores e tarifas que sinalizem positivamente a conservação.

#### **1.4.6 Sumário, conclusões e recomendações**

No último capítulo, são apresentadas as principais conclusões dos capítulos anteriores, recomendações para concessionárias de água e energia, para o governo, consumidores e para a sociedade em geral, no que tange aos aspectos da conservação dos recursos. Adicionalmente, são feitas algumas recomendações para trabalhos futuros que explorem as limitações deste.

## **CAPÍTULO 2 - CARACTERIZAÇÃO DO ABASTECIMENTO DE ÁGUA E ENERGIA PARA O ABASTECIMENTO PÚBLICO DE ÁGUA DA RMSP**

### **2.1 Introdução**

O Brasil está entre a oitava e a décima economia mundial, segundo dados do Banco Mundial. É também um país de grande porte, apresentando indústria e tecnologias comparáveis às dos países industrializados. Tais motivos colocam o país em situação diferenciada em relação a outros países em desenvolvimento. Entretanto, nem sempre os indicadores sociais acompanham o sucesso dos indicadores econômicos. Este é o caso do saneamento básico, onde o país ainda apresenta indicadores que o remete à sua condição de país em desenvolvimento, buscando atender a população adequadamente e proporcionando melhores condições de saúde e preservação do meio ambiente, através do tratamento do crescente volume de esgotos.

No que tange ao abastecimento de água nacional, 70,9% dos domicílios possuem ligações de serviço de água, sendo que esta porcentagem aumenta para a região sudeste.

Dados do IBGE mostram também que dos 4425 municípios brasileiros apenas 47,2% possuem rede coletora de esgoto e, destes, apenas 5,4% aplicam algum tipo de tratamento a este esgoto. Adicionalmente, em muitos casos este tratamento é somente parcial. Este é o caso da RMSP, onde apenas 5,95 m<sup>3</sup>/s dos 59,2 m<sup>3</sup>/s distribuídos é tratado, cerca de 10% da demanda atendida.

Neste contexto, a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) apresenta uma situação privilegiada contando com elevados índices de atendimento tanto em termos de fornecimento de água, com índices globais superiores a 95%, quanto à coleta de esgoto. Entretanto, o rápido adensamento urbano atravessado pela região, alavancou também o consumo de água urbano colocando em pauta a situação futura de fornecimento dadas as restrições regionais impostas.

Na seção seguinte estas situações serão discutidas. Também será analisada a caracterização do sistema de água e esgoto da RMSP, dando maior ênfase ao sistema de produção e distribuição de água, e ao destino final da água fornecida. Finalmente, será feita uma revisão da experiência brasileira e estrangeira quanto a programas de conservação de água e normas de utilização para o uso racional da água.

## 2.2 Caracterização da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP)

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) tem 8051 km<sup>2</sup> (aproximadamente 0,1% da área total do país). Abriga cerca de 15,4 milhões de habitantes, ou 10,5% da população do Brasil (IBGE, 1991). A instalação do enorme parque industrial em seu território foi fator influenciador de seu desenvolvimento urbano e sócio-econômico. A RMSP responde por 40% da produção industrial e 25% do Produto Interno Bruto (PIB) do país.

O crescimento da cidade de São Paulo acentuou-se a partir de 1920, com o incremento das atividades industriais, imprimindo um ritmo de desenvolvimento acelerado também aos municípios vizinhos. Já no final da década de 60, a mancha urbana ultrapassava os limites do município e interligava vários municípios próximos. Este processo de urbanização crescente criou benefícios e problemas comuns. Soluções isoladas passaram a não ser suficientes, evidenciando a necessidade de uma gestão da

região de forma integrada. Tal necessidade culminou na institucionalização da Região Metropolitana de São Paulo através da Lei Complementar Federal nº14, e da Lei Complementar Estadual nº 97 (SAM, 1986).

Tabela 2.1 - Evolução da População Residente: Brasil e Região Metropolitana: 1980-1991

	Participação 1980		Participação 1991		TGCA (1991/1980) (%)
	Nos Abs.	%	Nos Abs.	%	
RMSP	12 588 725	10,6	15 417 637	10,5	1,86
Brasil	119 002 706	100	146 868 808	100	1,93

Fonte: IBGE, Resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991 apud Emplasa, 1992.

Conforme a tabela 2.1, a evolução da população da RMSP, no período de 1980 e 1991, acompanhou o resto do país, com uma taxa de crescimento populacional de 1,86%a.a., ligeiramente menor que 1,93%a.a. do geral para o Brasil, mantendo a participação percentual da população praticamente constante e igual a 10,5%.

A RMSP é formada por 8 sub-regiões<sup>1</sup>, divididas em 38 municípios, incluindo o Município de São Paulo, resultado de desmembramentos sucessivos ao longo dos anos. Estes municípios têm características muito distintas entre si. Variando desde municípios de áreas reduzidas e baixa densidade demográfica, como Poá, até o Município de São Paulo, o maior da região com uma densidade populacional de 6380 hab./km<sup>2</sup>. A tabela 2.2 fornece dados gerais sobre a representatividade deste município na RMSP.

Tabela 2.2 - Dados gerais sobre a RMSP

Regiões	Área		População		Densidade demográfica hab/km <sup>2</sup>
	km <sup>2</sup>	%	hab	%	
Município de São Paulo	1509	18,7	9626898	62,4	6380
Grande São Paulo	8051	100	15417637	100	1915

Fonte: População segundo dados preliminares do Censo 1991 apud EMPLASA, 1992

O consumo de energia elétrica da região também é significativo. Apenas o Estado de São Paulo consome mais de um terço da energia elétrica do país. A RMSP por sua vez é responsável por 49% deste consumo ou 17% do consumo total do país. O

<sup>1</sup> Centro, Sudeste, Sudoeste, Norte, Noroeste, Nordeste, Oeste e Leste.

Município de São Paulo, por sua vez, responde por 57% do consumo da RMSP. Os dados de consumo (MWh) são apresentados na tabela 2.3.

Tabela 2.3 - Consumo Total de Energia Elétrica: 1980-1985-1991(1) (em MWh) Brasil, Estado, Região Metropolitana e Município de São Paulo.

Região	1980	1985	1991	TGCA (%) 1985/1980	TGCA (%) 1991/1980
Brasil	111906399	165961139	212625316	8,2	4,22
Estado de São Paulo	44269549	62109337	72026186	7,01	2,5
Grande São Paulo	24403575	31809902	35301510	5,44	1,75
Município de São Paulo	14203940	18021034	20058804	4,88	1,78

Fonte: CESP - Divisão de Estudos do Mercado de Energia apud Emplasa, 1992.

(1) Alta e baixa tensões.

Observa-se, portanto, que o Brasil consumiu em 1991 um total de 212.6 TWh. Deste consumo, 3% destinou-se apenas ao saneamento básico: abastecimento público de água e tratamento de esgotos (AES). Tal porcentagem mantém-se constante para a região Sudeste e para o Estado de São Paulo. Somente o serviço público de abastecimento de água, no Estado de São Paulo, é responsável por um consumo de 2.14 TWh, conforme apresentado na tabela abaixo.

Tabela 2.4 - Consumo de Energia: Brasil e Água Esgoto Saneamento (AES) - 1991

	Total		AES		
	GWh	(%)	GWh	(%)	(%)
Brasil	212625	100%	6382	3.0%	
Sudeste	131089	62%	3807	2.9%	1.3%
São Paulo	72632	34%	2144	3.0%	1.0%

Fonte: Relatório da Eletrobrás 1991

Adicionalmente, a densidade populacional na RMSP é alta. Este adensamento é agravado ainda mais pelo fato de parcela significativa da região (54%) estar inserida em Área de Proteção aos Mananciais. Conforme observado na Tabela 2.5 abaixo.

Tabela 2.5 - Grande São Paulo - Classificação das Áreas dos Municípios, segundo a Lei de Proteção aos Mananciais: 1992

Municípios e sub-regiões	Proteção aos Mananciais (1)		Área (km <sup>2</sup> )		Total (2)
	Dentro		Fora		Área (km <sup>2</sup> )
	Nos Abs.	%	Nos Abs.	%	Nos Abs.
Centro	547	34,7	1.038	65,3	1.577

São Paulo	547	36,2	962	63,8	1.509
Osasco	0	0	68	100	68
Neroeste	0	0	507	100	507
Carapicuíba	0	0	36	100	36
Barnuzi	0	0	61	100	61
Cajamar	0	0	132	100	132
Santana de Parnaíba	0	0	179	100	179
Pirapora do Bom Jesus	0	0	99	100	99
Oeste	240	51,7	224	48,3	464
Cotia	211	64,9	114	35,1	325
Vargem Grande Paulista	27	93,1	2	6,9	29 (3)
Itapevi	2	2,3	86	97,7	88
Jundiaí	0	0	22	100	22
Sudoeste	1.089	95,8	48	4,2	1.137
Taboão da Serra	0	0	20	100	20
Itapevica da Serra	136	100	0	0	136
São Lourenço da Serra	192	100	0	0	192 (4)
Embu	40	58,8	28	41,2	68
Embu-Guaçu	171	100	0	0	171
Inquirita	550	100	0	0	550
Sudeste	472	56,1	369	43,9	841
Santo André	96	53,6	83	46,4	179
São Bernardo do Campo	216	52,6	195	47,4	411
São Caetano do Sul	0	0	12	100	12
Mauá	13	19,4	54	80,6	67
Diadema	7	21,9	25	78,1	32
Ribeirão Pires	107	100	0	0	107
Rio Grande da Serra	33	100	0	0	33
Leste	1.280	60	855	40	2.135
Mogi das Cruzes	358	49	373	51	731
Suzano	135	73	50	27	185
Poaí	1	5,9	16	94,1	17
Itaquaquecetuba	0	0	83	100	83
Ferraz de Vasconcelos	10	40	15	60	25
Guararema	0	0	262	100	262
Salesópolis	409	97,8	9	2,2	418
Diriba Mirim	367	88,6	47	11,4	414
Nordeste	444	56,1	347	43,9	791
Guzulhos	99	29,6	235	70,4	334
Arujá	49	51	47	49	96
Santa Isabel	296	82	65	18	361
Norte	274	45,7	325	54,3	599
Francisco da Rocha	7	4,9	136	95,1	143
Mariporã	246	80,1	61	19,9	307
Caieiras	21	20,2	83	79,8	104
Francisco Morato	0	0	45	100	45
Grande São Paulo	4.346	54	3.705	46	8.051

Fonte: Emplasa/CTD - Instituto Geográfico e Cartográfico, Secretaria do Meio Ambiente - Coordenadoria de Planejamento Ambiental apud Emplasa, 1992.

(1) De acordo com a Lei n. 898 de 18 de dezembro de 1975.

(2) De acordo com a Lei n. 8.092 de 28 de fevereiro de 1964.

(3) De acordo com a Lei n. 3.198 de 23 de dezembro de 1981.

(4) De acordo com a Lei n. 7.664 de 30.12.1991.

Nota: De acordo com a Lei n. 7.384 de 24 de junho de 1991, é incluída no artigo 2o. da Lei no. 898, de 18 de dezembro de 1975, a Bacia Hidrográfica do Córrego Vermelho ou Ribeirão Vargem Grande, à Área de Proteção aos Mauáncias, incorporando parcelas territoriais dos municípios de Vargem Grande Paulista, Itapevi e Cotia.

### 2.2.1 Condição de Abastecimento

A história dos sistemas públicos de abastecimento evoluiu de forma similar ao desenvolvimento da RMSP, partindo de soluções isoladas até as soluções de nível metropolitano. Desde a Companhia Cantareira de Águas e Esgotos, criada em 1877, marco inicial de exploração do abastecimento público de água em São Paulo; até a criação da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP, através do projeto de lei nº 133 de 1973; passando pela RAE - Repartição de Água e Esgotos (1893), Departamento de Águas e Esgotos (1954), Comasp - Companhia Metropolitana de Água de São Paulo (1968) e Saneasp - Cia. Metropolitana de Saneamento de São Paulo (1970), o abastecimento enfrentou grandes déficits devido às freqüentes ocorrências de estiagem e demandas crescentes (SABESP, 1988). A opção de abastecimento inicialmente adotada foi a adução por gravidade, utilizando mananciais altos, mais distantes e de melhor qualidade. Deste modo, os primeiros sistemas implantados caracterizavam-se pela predominância de obras de adução, a exemplo das obras do Cotia e, mais tarde, Rio Claro, cuja adutora se estende por 78 km.

A necessidade do atendimento de água para o uso doméstico voltou a atenção para o aproveitamento das águas próximas - fazendo uso de processos de purificação e adução por recalque, inicialmente delegadas a segundo plano -, derivando águas da Represa de Guarapiranga<sup>2</sup>, construída para regularizar as vazões nas usinas hidrelétricas a jusante. Com a entrada da eletricidade de outras usinas a água da Represa de Guarapiranga foi sendo usada gradativamente para o consumo público, até o seu total aproveitamento (SAM, 1986; SABESP, 1988).

Finalmente, nos anos 60, com a elaboração do Plano Diretor de Obras para o Desenvolvimento Global dos Recursos Hídricos das Bacias do Alto Tietê e Cubatão, inicia-se o aproveitamento dos sistemas Rio Grande e Cantareira, completando o perfil produtor de água da RMSP. Portanto, a SABESP utiliza basicamente 6 mananciais para atender a demanda de água, os mananciais de Cantareira e Guarapiranga representam 83% de todo o volume de água produzido em 91, respectivamente: 59,6 e 23,5 %. A vazão média aproveitada é de 49,4 m<sup>3</sup>/s (Emplasa, 1992) para um potencial hídrico

<sup>2</sup> A decisão de derivar águas deve-se à Comissão de Saneamento da Capital em 1928, com uma vazão inicial de 4 m<sup>3</sup>/s



caracterizado por uma vazão média de 90 m<sup>3</sup>/s calculada ao longo de um escoamento superficial (Nucci, 1993). Dados da SABESP (1993), mostravam uma vazão média distribuída de 51 m<sup>3</sup>/s e Airoidi (Airoidi et al, 1993) chegava ainda a citar 55 m<sup>3</sup>/s, em meados de junho este valor atingiu 59,2 m<sup>3</sup>/s segundo informações obtidas junto à SABESP.

Tabela 2.6 - Produção e Distribuição de Água Potável, para Sistemas Integrados, segundo os Mananciais: 1990/1991 (RMSP).

Mananciais	Jan./Dez 1991		Jan./Dez 1990		Produção em 1986		Máxima Capacidade Nominal (2)	
	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)	%	Vazão Média Diária (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média Diária (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)	Vazão Média (m <sup>3</sup> /s)		
Guaraunanga	365 665	23,5	11,59	373 776	24,2	11,82	9,5	11,0 (3)
Rio Grande	96 751	6,2	3,07	107 379	6,9	3,41	3,3	4,2 (4)
Rio Claro	114 791	7,4	3,64	114 793	7,4	3,64	3,3	4,0
Alto Leticia	27 509	1,8	0,87	28 006	1,8	0,89	0,8	0,85
Baixo Cotta	22 472	1,4	0,71	19 336	1,3	0,61	0,5	0,5 (5)
Contareiro	927 456	59,6	29,38	900 442	58,2	28,63	23,5	33,0
Outros Mananciais (1)	2 597	0,2	0,08	2 707	0,2	0,09	-	-
<b>Total</b>	<b>1 537 241</b>	<b>100</b>	<b>49,35</b>	<b>1 546 439</b>	<b>100</b>	<b>49,09</b>	<b>41,0</b>	<b>53,55</b>

Fonte: SABESP - Departamento de Informações para Planejamento e Engenharia, 1992.  
Sistema Adutor Metropolitano - SAM, 1986.

(1) Ribeirão ds Estivas, Tanque Grande e Ururuçara.

(2) Estimada em 1986.

(3) Com a reversão do Capivari (em obras em 86)

(4) Com adequações junto à ETA (segundo técnicos de operação da ETA)

(5) Com a ampliação da ETA do Guaraú (em obras em 86)

### 2.2.2 Caracterização do Sistema de Fornecimento

Os seis mananciais produtores que formam o Sistema Integrado da SABESP é responsável pelo atendimento dos serviços de saneamento de 28 dos 38 municípios da RMSP, vendendo ainda água por atacado para outros 7 municípios, como é mostrado na figura abaixo.

As adutoras formavam sistemas isolados até meados da década de 60, entretanto, com a explosão demográfica e a construção de novos sistemas produtores uma complexa rede de adutoras, que conduzem água aos reservatórios setoriais de distribuição, foi implantada.

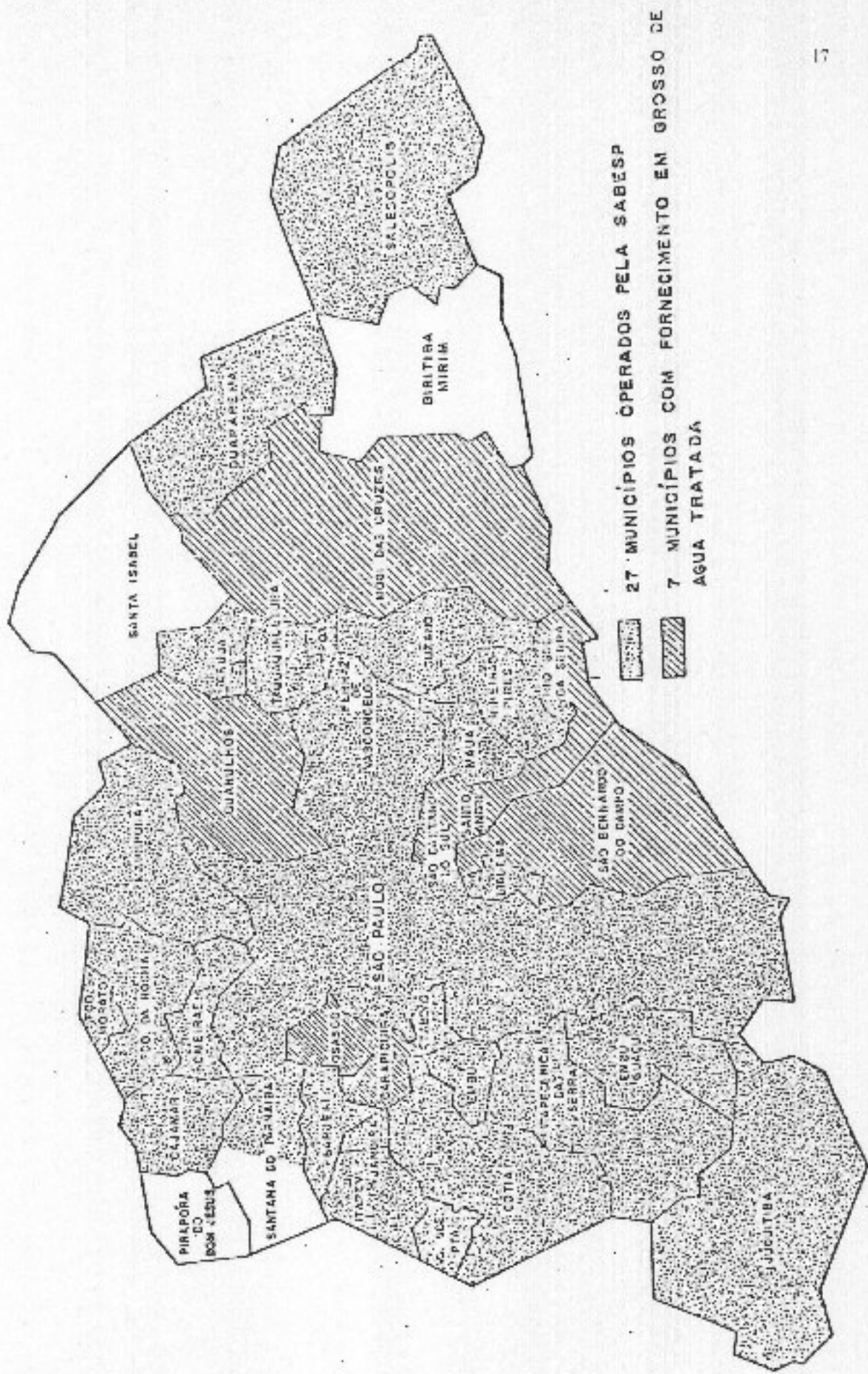


Figura 2.1 - Municípios operados pela SABESP e venda por atacado na RMSP.

Anteriormente, citou-se o efeito do adensamento populacional, característico da RMSP, no processo de criação da SABESP; este fator aliado à ocupação irregular das terras influenciaram no tamanho e complexidade do sistema operacional de abastecimento da SABESP. Uma revisão dos componentes deste sistema, conforme apresentados por Alouso, é feita agora (Alonso, 1986).

Tem-se, que: a captação de água na RMSP se faz por meio de 15 Represas Operadas com uma capacidade de armazenamento de  $1,4 \times 10^9 \text{ m}^3$ . O tratamento de água deve-se a 13 Estações de Tratamento de Água, com uma vazão média tratada de  $41,6 \text{ m}^3/\text{s}$  (1986). Devido ainda à topografia irregular dispõe de 89 Estações Elevatórias de Água Tratada, com uma potência de 79000 HP (59250 kW) e 7 Estações Elevatórias de Água Bruta, com uma potência de 91000 HP (68250 kW), em cerca de 1000 km de extensão de Adutoras e Sub-Adutoras.

O armazenamento para distribuição é feito contando com 103 Reservatórios de Distribuição Enterrados e 55 Elevados, cuja capacidade de armazenamento chega a  $1,3 \times 10^6 \text{ m}^3$ . A distribuição é feita através de 19800 km de extensão de rede (mais de 275 mil km de rede, em 1991), conectada a cerca de 1940000 ligações (2,8 milhões de economias, em 1991), atendendo a um total de 2490000 economias (2750000, em 1991; e 2900000, em 1993). A rede de esgotos atendia 1,9 milhões de economias numa extensão de 170 mil km. (BGE, 1991 apud Emplasa, 1992; SABESP, 1993). A tabela 2.7 abaixo, mostra a situação de abastecimento e coleta de esgotos para os municípios da RMSP; pode-se observar a representatividade do município de São Paulo.

Tabela 2.7 - Situação do Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto, segundo os Municípios e sub-regiões: 1991 (RMSP).

Municípios e Sub-regiões	Abastecimento de Água				Esgotamento Sanitário			
	Ligações		Extensão Total da Rede (em m)		Ligações		Extensão Total da Rede (em m)	
	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%
Centro	1892744	67,7	16843381	61,2	1384013	72,3	11815187	69,5
São Paulo	1784636	63,9	15995673	58,1	1321057	69	11406908	67,1
Osasco	108108	3,9	847708	3,1	63856	3,3	408279	2,4
Nordeste								
Carapicuíba	39231	1,4	327086	1,2	2129	0,1	38016	0,2
Daruier	24631	0,9	371153	1,3	8012	0,4	158985	0,9
Cajazur	5168	0,2	49562	0,2	2768	0,1	41735	0,2
Santana de Parnaíba	4332	0,2	44108	0,2	1804	0,1	7271	0
Pirapora do Bom								
Jesus								
Oeste	47550	1,7	815345	3	11705	0,6	150451	0,9

Cotia	18783	0,7	446698	1,6	4084	0,2	56663	0,3
Vargem Grande Paulista	2305	0,1	55010	0,2	661	0	9278	0,1
Itapevi	15773	0,6	189178	0,7	4026	0,2	62681	0,4
Jandira	10689	0,4	124459	0,5	2934	0,2	30829	0,2
Sudoeste	76318	2,7	936946	3,4	14923	0,8	170178	1
Taboão da Serra	27454	1	273893	1	9488	0,5	97210	0,6
Itapeçerica da Serra	14294	0,5	216081	0,8	124	0	22353	0,1
Embu	26804	1	310884	1,1	5311	0,3	44810	0,3
Embu-Guaçu	5692	0,2	98679	0,4	-	-	5805	0
Juquitiba	2074	0,1	37409	0,1	-	-	-	-
Sudeste	383672	13,7	4353538	15,8	308671	16,1	2800347	16,5
Santo André	127632	4,6	1478817	5,4	120723	6,3	962922	5,7
São Bernardo do Campo	96378 (1)	3,4	1092304	4	83567 (1)	4,4	802582	4,7
São Caetano do Sul	33650	1,2	340000	1,2	33650	1,8	306000	1,8
Mauá	53293	1,9	527059	1,9	34979	1,8	340252	2
Diadema	51789	1,9	571303	2,1	28357	1,5	274746	1,6
Ribeirão Pires	16422	0,6	280715	1,1	6890	0,4	94839	0,6
Rio Grande da Serra	4508	0,2	53340	0,2	505	0	19006	0,1
Leste	143160	5,1	-	-	87858	4,6	-	-
Mogi das Cruzes	53967	1,9	581744	2,1	45760	2,4	408845	2,4
Suzano	25869	0,9	280957	1	14458	0,8	172817	1
Poi	15841	0,6	187391	0,7	9675	0,5	108625	0,6
Itaquaquecetuba	23772	0,9	327949	1,2	4233	0,2	72001	0,4
Fernz de Vasconcelos	17319	0,6	206135	0,7	9433	0,5	123962	0,7
Guararema	2295	0,1	34599	0,1	1591	0,1	15428	0,1
Salesópolis	1832	0,1	37289	0,1	1108	0,1	19990	0,1
Piritiba Mirim	2265	0,1	-	-	1600	0,1	-	-
Nordeste	358017	4,9	1592098	5,8	76514	4	720394	4,2
Guarulhos	126496	4,5	1387476	5,1	72492	3,8	690394	4,1
Arujá	6812	0,2	157622	0,6	1	0	-	-
Santa Isabel	4709	0,2	37000 (2)	0,1	4021	0,2	30000 (2)	0,2
Norte	59388	1,4	541954	2	16262	0,8	171109	1
Franco da Rocha	14948	0,5	195224	0,7	6524	0,3	76114	0,4
Mariporã	4570	0,2	65550	0,2	2219	0,1	28315	0,2
Caieiras	8931	0,3	140019	0,5	5741	0,3	48990	0,3
Francisco Morato	10999	0,4	141161	0,5	1778	0,1	17692	0,1
Grande São Paulo(3)	2794211	100	27531235	100	1915559	100	17004241	100

Fonte: SABESP - Coordenadoria de Informações de Planejamento apud Enplasa, 1992.

(1) Excesso ligações coletivas de favelas.

(2) Valores estimados pela Prefeitura.

(3) O total não inclui as informações para os municípios de Pirapora do Bom Jesus e Piritiba Mirim.

O volume de esgotos é constantemente maior que o volume de água fornecido, devido à agregação dos dejetos por ela transportados. Assim, analogamente ao consumo de água, a maior parcela dos esgotos são gerados no setor doméstico. Na RMSP, dos mais de 50 m<sup>3</sup>/s de água fornecida apenas uma pequena parcela dos esgotos advindos são tratados. Esta parcela é menor que 6 m<sup>3</sup>/s, conforme a tabela 2.8, ou seja, pouco mais de 12% do volume total. Mesmo em São Paulo, cuja situação é privilegiada dentre outras

capitais, a maior parte dos esgotos são lançados em rios e córregos não sofrendo nenhum tipo de tratamento.

Tabela 2.8 - Volume de Esgotos Tratados, segundo as Estações de Tratamento: 1990/1991 (RMSP).

Estações de Tratamento	Jan./Dez 91			Jun./Dez 90			Variação da Vazão Média
	Volume (mil m3)	%	Vazão Média Diária (m3/s)	Volume (mil m3)	%	Vazão Média Diária (m3/s)	
Pinheiros	45800	24,4	1,45	46021	27,9	1,46	-0,68
Ipiranga	975	0,5	0,03	1411	0,9	0,04	-25
Mariporã	778	0,4	0,03	835	0,5	0,03	0
Suzano	13322	7,1	0,42	10289	6,2	0,33	27,27
Salesópolis	774	0,4	0,02	195	0,1	0,01	100
Barueri	125447	66,8	3,98	105134	63,8	3,23	19,52
Pequenas Estações de Tratamento (1)	718	0,4	0,02	969	0,6	0,03	-33,33
Total	187814	100	5,95	168854	100	5,23	13,77

Fonte: SABESP - Departamento de Informações para Planejamento apud Emplasa, 1992.

Nota: (1) Guaiunizes, Rio Grande da Serra, Japuí, Sapopemba e Dom Duarte.

Por outro lado, a grande maioria dos domicílios da RMSP estão ligados à rede geral e possuem canalização interna (95%). Apenas 5%, possuem poços ou nascentes, ou não possuem canalização interna apesar de disporem da rede geral.

Tabela 2.9 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo a Condição de Abastecimento de Água: 1981-1990(1) (RMSP).

Condição de Abastecimento de Água	1981		1990		TGCA (%) 1990/1981
	Nos. Abs.	%	Nos. Abs.	%	
Rede Geral	2836340	92,4	3731851	96,4	3,1
Com Canalização Interna	2700767	88	3666292	94,7	3,45
Sem Canalização Interna	135573	4,4	65559	1,7	-7,76
Poço ou Nascente	198959	6,5	125949	3,3	-4,95
Com Canalização Interna	89357	2,9	103520	2,7	1,65
Sem Canalização Interna	109602	3,6	22429	0,6	-16,16
Outra Forma	34123	1,1	12939	0,3	-10,21
Com Canalização Interna	4175	0,1	4313	0,1	0,36
Sem Canalização Interna	29948	1	8626	0,2	-12,92
Total	3069422	100	3870739	100	2,61

Fonte: IBGE: Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 1981 e 1990 apud Emplasa, 1992.

(1) Dados ajustados pela Emplasa, com base nos resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991.

### 2.2.3 Previsões de crescimento populacional

Nos capítulos seguintes serão feitas projeções do volume de água consumida em anos futuros. A estimativa da população futura residente na RMSP serve de base para o cálculo de tais projeções. Uma tal estimativa é feita a partir da taxa de crescimento geométrico anual da população.

Tabela 2.10 - Evolução da População Residente (Milhões de habitantes), por Situação de Domicílio, segundo Regiões: 1970-1980-1991

Regiões	1970			1980			TCCA (%) 1980/1970		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Brasil	52,08	41,05	93,14	80,44	38,57	119,00	4,44	-0,52	2,48
Estado de São Paulo	14,28	3,50	17,77	22,20	2,84	25,04	4,51	-2,04	3,49
Grande São Paulo	7,87	0,27	8,14	12,18	0,41	12,59	4,47	-4,02	4,46
Município de São Paulo	5,87	0,05	5,92	8,34	0,16	8,49	3,57	11,66	3,67

Regiões	1980			1991			TCCA (%) 1991/1980		
	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total	Urbana	Rural	Total
Brasil	80,44	38,57	119,00	110,88	35,99	146,87	2,96	-0,63	1,95
Estado de São Paulo	22,20	2,84	25,04	29,27	2,27	31,55	2,55	-2,02	2,12
Grande São Paulo	12,18	0,41	12,59	15,09	0,33	15,42	1,96	-1,79	1,86
Município de São Paulo	8,34	0,16	8,49	9,39	0,23	9,62	1,09	3,72	1,15

Fonte: IBGE, Censos Demográficos de 1970 e 1980 e resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991. Elaboração: Euplata, 1992.

Baseando-se no processo histórico da região e considerando também a tabela 2.10 da Evolução da População Residente, tem-se que:

- a) a população da Grande São Paulo (Região Metropolitana) é basicamente urbana. Adicionalmente, a taxa de crescimento rural, na década de 80 foi -1,79% a.a., evidenciando uma retração daquela população;
- b) As altas taxas observadas durante a década de 70 (taxa total = 4,46% a.a.) foram substituídas por taxas de crescimento bem inferiores na década seguinte, 80 (taxa total = 1,86% a.a.), evidenciando uma tendência de contenção do processo de urbanização;
- c) O custo de vida na região cresceu consideravelmente, atuando como um fator regulador para o estabelecimento de novos habitantes; e
- d) O desenvolvimento acelerado da região resultou em níveis de adensamento populacional elevados, em grande parte dos municípios da região, gerando uma relativa escassez de novas áreas para novos empreendimentos.

Tabela 2.11 - População residente na RMSP e Município de São Paulo: 1991 e estimativas para 2010

Regiões	População Residente					
	1991	1995 (1)	2000 (1)	2005 (1)	2010 (2)	2015 (2)
Brasil	146 868 80	155 881 20	167 928 32	180 906 49	19 0134 54	199 833 31
Grande São Paulo	15 417 63	16 363 71	17 628 37	18 990 76	19 959 48	20 977 61
Município de São Paulo	9 626 89	10 217 63	11 007 29	11 857 98	12 462 86	13 098 59

Nota (1) Supõe taxa de crescimento de 1,5% a.a.

(2) Supõe taxa de crescimento de 1% a.a.

Conforme as colocações feitas acima, e a tendência de diminuição da taxa de crescimento admitiu-se um crescimento demográfico de 1,5% ao ano, no período de 1991 a 2005, e uma taxa de 1,0% a.a. entre 2005 e 2015. As estimativas de população do Brasil, da RMSP e do Município de São Paulo, para cada corte de cinco anos aparecem na tabela 2.11.

### 2.3 Métodos Convencionais de Projeção de demanda

A elaboração de um projeto de sistema de abastecimento de água exige o conhecimento das vazões de dimensionamento das diversas partes construtivas do sistema. O conhecimento da demanda de água, função do número de habitantes e da quantidade de água percapita necessária, por sua vez, é necessário para a determinação das vazões. Considerando-se, portanto, um projeto de abastecimento de água entrando em operação num certo momento no futuro, deve-se levar em conta a projeção de demanda da população futura e o consumo percapita futuro (CETESB, 1978)

#### *Projeção da população futura*

O crescimento da população depende de fatores políticos, econômicos, sociais, culturais, etc.. O método dos componentes demográficos apresenta uma expressão que coloca em evidência todos os fatores influenciadores do crescimento populacional; é dada por:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E) \quad \text{eq 2.1}$$

- onde:  $P$  = População futura ( $t$ );  
 $P_0$  = população inicial ( $t_0$ );  
 $N$  = Nascimentos no período ( $t-t_0$ );  
 $M$  = Óbitos no período;  
 $I$  = Imigrantes no período;  
 $E$  = Emigrantes no período;  
 $N-M$  = crescimento vegetativo no período; e  
 $I-E$  = crescimento social no período.

Entretanto devido à complexidade inerente à equação previsões de população podem ser estimadas por métodos matemáticos (crescimento aritmético, geométrico e logístico). Tais métodos pressupõem que o crescimento populacional obedeça uma progressão, guardando uma relação histórica com o crescimento passado (CETESB, 1978).

O processo aritmético admite que a população varie linearmente com o tempo; são utilizados dois valores das populações ( $P_0$  e  $P_1$ ) em datas anteriores ( $t_0$  e  $t_1$ ), onde a taxa de crescimento ( $r$ ) e a previsão da população ( $P$ ) são dadas por:

$$r = \frac{P_1 - P_0}{t_1 - t_0} \quad \text{eq 2.2}$$

$$P = P_0 + r \cdot (t - t_0) \quad \text{eq 2.3}$$

O processo geométrico admite que o logaritmo da população varie linearmente com o tempo; dadas as populações ( $P_0$  e  $P_1$ ) em datas anteriores ( $t_0$  e  $t_1$ ), onde a taxa de crescimento ( $q$ ) e a previsão da população ( $P$ ) são dadas por:

$$q = \sqrt[t_1 - t_0]{\frac{P_1}{P_0}} \quad \text{eq 2.4}$$

$$P = P_0 \cdot q^{t - t_0} \quad \text{eq 2.5}$$



O processo logístico adota três valores da população ( $P_0$ ,  $P_1$  e  $P_2$ ) em datas anteriores ( $t_0$ ,  $t_1$  e  $t_2$ ), um valor de saturação da população ( $k$ ) a taxa de crescimento ( $b$ ), um ponto de inflexão ( $a$ ), tal que a previsão da população ( $P$ ) obedece a seguinte equação:

$$P = K \cdot (1 + e^{a-bt})^{-1} \quad \text{eq 2.6}$$

### *consumo percapita futuro*

Historicamente, assume-se que o consumo percapita tem a tendência de aumentar com o crescimento da população. Fatores que levam a isso são as maiores demandas industriais e comerciais, as maiores possibilidades de perda em redes mais extensas de distribuição e incremento do uso público, para limpeza de pavimentos, edifícios, monumentos e parques.

Um acompanhamento do crescimento do consumo percapita, ao longo do tempo, pode ser plotado em uma curva; extrapolando-se a curva para o futuro, obtém-se uma projeção aproximada do consumo percapita futuro.

### *Outros fatores*

Influenciam também no processo de projeção da demanda outros fatores importantes. O abastecimento é classificado conforme o destino, ou usuário, do produto fornecido. Geralmente, quatro são os grupos: doméstico, industrial, comercial e público, as perdas podem ser expressas como um grupo autônomo ou incluídas em um dos anteriores.

Fatores como: clima, hábitos e nível de vida da população, tamanho e natureza da cidade, medição do consumo, pressão da rede, índice de variação horária e diária, também influenciam o consumo, sendo, portanto, considerados na elaboração de um projeto de sistema de abastecimento de água.

### 2.3.1 Prognóstico da Evolução da Demanda

O prognóstico da evolução da demanda deverá ser enfocado, basicamente, sob a perspectiva de dois estudos de projeção realizados pela SABESP. A revisão do Sistema Adutor Metropolitano, de 1986, conhecido como revisão do SAM, e a versão atualizada, de 1995, deste mesmo sistema, conhecido como SAM 75.

#### *Revisão do Sistema Adutor Metropolitano 1986*

O estudo de planejamento do Sistema Adutor Metropolitano apresentado pela SABESP, em 1986, projetava para um horizonte de 20 anos (2005), revisando e atualizando dois outros estudos, cujos horizontes se estendiam a 1987 e 2000. Para tal, o estudo realizou uma previsão da demanda de 1985 ao ano 2005, separando os consumos residenciais, industriais, comerciais e públicos, conforme seus limites físicos setoriais (SAM, 1986). As principais hipóteses de projeção são elaboradas a seguir.

#### *Crescimento Populacional*

O consumo residencial foi estimado a partir da evolução populacional elaborada pela EEMPLASA para a SABESP. Foram feitas projeções quinquenais até 2005, levando em conta os setores de abastecimento. A EEMPLASA utilizou o método dos componentes demográficos, obtendo os seguintes resultados (Tabela 2.12):

Tabela 2.12 - Evolução da População da RMSP segundo Método dos Componentes Demográficos (mil habitantes) na revisão do SAM.

	1985	1990	1995	2000	2005
<b>População projetada</b>	14 570	16 330	17 995	19 540	21 000

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

A distribuição espacial considerou o vetor de crescimento - definido por distritos e subdistritos, na Capital, e por grupos de municípios, no resto da RMSP -, como a unidade básica de análise populacional. Para uma análise mais minuciosa da urbanização, industrialização e atratividade populacional definiu-se o subvetor de crescimento. A

projeção guiou-se pelas tendências urbanísticas regionais e locais verificadas a partir de 1940, segundo dados censitários até 1980.

#### *Análise do crescimento de consumo percapita*

O crescimento do consumo percapita na revisão do SAM 75 pode ser observado pelas hipóteses de crescimento, ao longo do período de projeção, assumidas na tabela 2.13, a seguir.

Tabela 2.13 - Evolução prevista das quotas percapitas residenciais médias (l/hab.dia)

	Ano				
	1985	1990	1995	2000	2005
consumo percapita	223	227	232	243	260

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

#### *Avaliação das demandas*

A avaliação das demandas separou os consumos residenciais, industriais, comerciais e públicos, utilizando uma metodologia específica para cada tipo.

Os consumos residenciais foram avaliados associando-se a quota percapita de cada setor de abastecimento, obtidos através dos histogramas de consumo disponíveis. Foram incorporados também no consumo residencial os consumos de pequenos estabelecimentos comerciais, industriais e públicos.

Os consumos comerciais mais relevantes - avaliados através dos histogramas de consumo - foram classificados em função das características atuais e potenciais de crescimento de demanda. A evolução do consumo foi projetada em função do comportamento histórico e das tendências verificadas.

Os consumos industriais mais relevantes foram avaliados individualmente, verificando o potencial de expansão da demanda. Devido à localização em áreas densamente ocupadas e impossibilidade de expansão considerou-se a demanda constante ao longo do horizonte de planejamento.

Os consumos industriais analisados foram da média (1.000 e 60.000 m<sup>3</sup>/mês) e da grande indústria (mais de 60.000 m<sup>3</sup>/mês). Para a média indústria, inicialmente agregou-se a indústria por setor de abastecimento, depois classificou-se segundo áreas diferenciadas conforme: a lei de zoneamento industrial, previsões de crescimento e

vocações regionais de ocupação industrial. A projeção de demanda baseou-se em estudos de crescimento da oferta de empregos industriais da região. Para a grande indústria, a análise feita foi individualizada. A projeção baseou-se no crescimento da oferta de empregos por tipo de indústria, na porcentagem de áreas construídas e disponíveis, na legislação vigente e outras particularidades

### *Outros parâmetros*

Outros parâmetros analisados e considerados foram o índice de perdas e de abastecimento e o coeficiente de variação do dia de maior consumo (kl).

O índice de perdas mínimo adotado foi de 25%, segundo análise realizada entre janeiro de 84 e agosto de 85. Este valor se aproxima do índice de perdas verificado na Capital na época do estudo (27%). Nos demais municípios onde as perdas são maiores que 25% assume-se uma redução gradativa até este patamar.

O índice de abastecimento<sup>3</sup> foi estimada em função das perspectivas de expansão da rede de distribuição, conforme o potencial de urbanização do setor de abastecimento. A tabela abaixo 2.14 compara a evolução da população total e a população abastecida. Estes dados são necessários para o cálculo dos índices de abastecimento projetados na revisão do SAM, conforme a tabela 2.15.

Tabela 2.14 - Projeção da população abastecida (mil habitantes) para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP

	Ano				
	1985	1990	1995	2000	2005
RMSP total	14406	16140	17773	19284	20710
Abastecida	12562	14413	16280	18146	20089

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

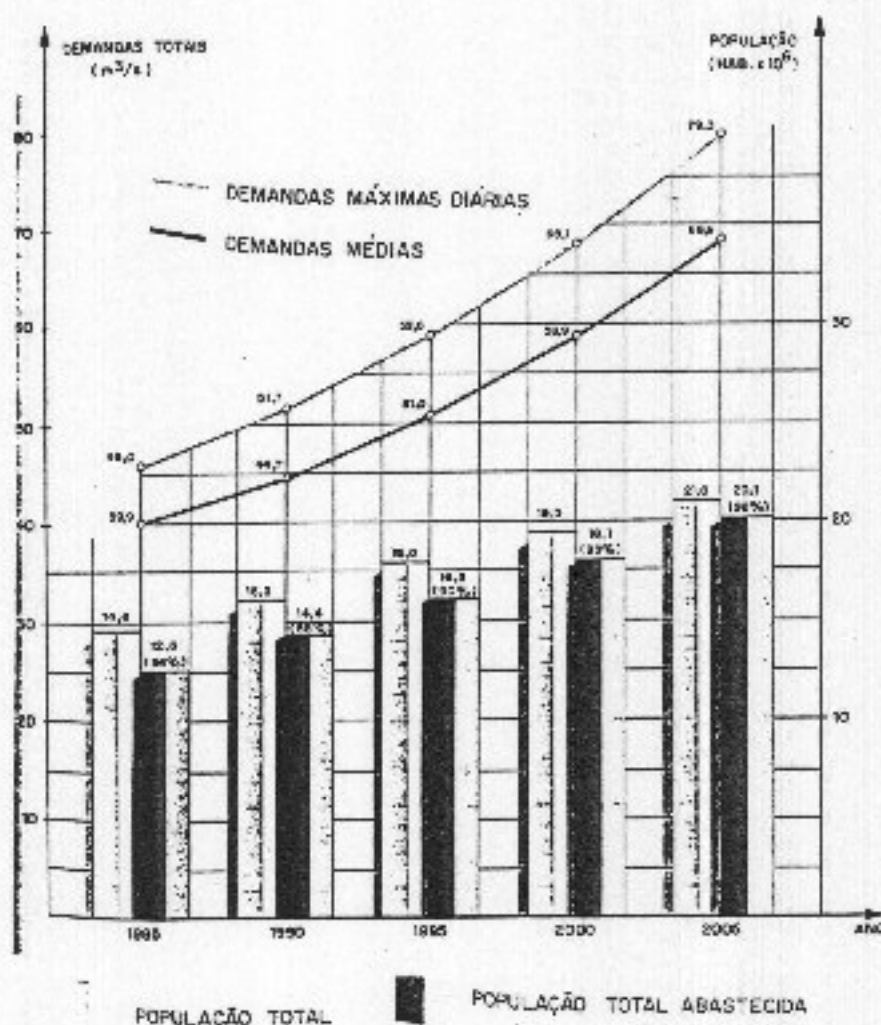
Tabela 2.15 - Projeção dos índices de abastecimento global projetados para a RMSP

Índice de abastecimento (%)	Ano				
	1985	1990	1995	2000	2005
	87.2	89.3	91.6	94.1	97.0

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

<sup>3</sup> O índice de atendimento foi calculado multiplicando-se o número de economias por ligação de água, pelo número de habitantes por economia e pelo número de ligações existentes.

O coeficiente de variação do dia de maior consumo ( $k_1$ ) é utilizado para o cálculo das demandas máximas, analisando a variação do consumo entre os dias de demanda acentuada e a média anual. O cálculo do coeficiente partiu de valores de vazões de horários realizadas entre junho de 83 a fevereiro de 85, junto aos reservatórios de distribuição - nos setores que dispõem de sistema de medição. As projeções feitas neste trabalho avaliaram somente as demandas médias, portanto, não será utilizado este coeficiente nos cenários projetados, a comparação será feita com as estimativas da demanda média.



Fonte: Sistema Adutor Metropolitan, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

Figura 2.2 - Evolução das Demandas Totais e Índice de Atendimento de Água da RMSP

As demandas totais previstas para a RMSP e a evolução do índice de atendimento populacional quinquenal são mostradas na figura 2.2. Infelizmente, a estimativa de demanda feita no estudo não apresenta os consumos desagregados por grupo consumidor. O estudo cita que a participação residencial era de 85% do consumo total, em 1986. Entretanto, não se sabe como evoluiu tal participação nos anos projetados. Neste trabalho, será projetada apenas a demanda do setor residencial. No capítulo 5, será feita uma comparação com a projeção futura realizada pela SABESP adotando-se uma participação do consumo total, conforme verificada aqui.

#### *Estudo do Sistema Adutor Metropolitano 1995*

A atualização do estudo anterior, o SAM 75, apresentou mudanças significativas em termos do parâmetro explicativo utilizado para o cálculo do consumo atual, da avaliação dos índices de perdas, da projeção populacional e da evolução do índice de abastecimento. Tais mudanças resultaram em demandas projetadas sensivelmente diferentes das anteriores. Os itens seguintes abordam estas diferenças.

#### *Avaliação do consumo atual*

O parâmetro explicativo utilizado no SAM 75 diferentemente das projeções anteriores realizadas pela SABESP foi o consumo específico por economia, definido pelo consumo médio mensal por economia em  $m^3/mês$ .

O parâmetro explicativo foi obtido dividindo-se o consumo total mensal pelo número de economia, por setor de planejamento. Além disso, no Município de São Paulo, os dados foram agrupados em duas categorias, que guardaram maior correlação: pequenos e grandes consumidores.

#### *Perfil de consumo atual*

O perfil atual de consumo foi construído a partir de dados, de janeiro de 1993 a março de 1994, da diretoria comercial. Conforme a classificação proposta anteriormente o consumo foi analisado em pequenos e grandes consumidores no MSP e o consumo total para os demais municípios. A tabela 2.16, abaixo, mostra o consumo por categorias de consumidores para fevereiro de 94.

Tabela 2.16 - Consumo por categoria de consumidores da rede pública da RMSP

Categorias	Número de economias		Consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)		Consumo/ economia
	Total	%	Total	%	m <sup>3</sup> /mês
Residencial	3225456	89.05	57993394	84.46	17.98
Comercial	355668	9.82	7351378	10.71	20.67
Industrial	31351	0.87	1627980	2.37	51.93
Público	9518	0.26	1694585	2.47	178.04
Total	3621993	100	68667337	100	18.96

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

O consumo setorial dos pequenos consumidores foram agrupados por faixa de consumo, guardando características comuns, de modo a serem estabelecidos valores únicos de consumo para cada grupo. O consumo setorial mensal por economia foi estabelecido através da análise dos valores máximos, mínimos e médios dos registrados no período de março de 1993 a fevereiro de 1994.

O consumo setorial dos grandes consumidores<sup>4</sup> atinge um volume total de 4,46 milhões de m<sup>3</sup>/mês. O consumo dos municípios não operados é de 14,83 milhões de m<sup>3</sup>/mês e dos municípios operados 9,50 milhões de m<sup>3</sup>/mês.

#### *Análise do crescimento per capita*

O crescimento do consumo per capita no SAM 75 pode ser observado pelo crescimento, ao longo do período de projeção, do consumo por economia estabelecido como parâmetro explicativo. A evolução do consumo específico estabelecem sua manutenção para as áreas consolidadas, correspondentes às zonas centrais da Capital e principais municípios da RMSP. Na periferia, assume-se um crescimento dos consumos específicos, que atinja, até 2015, um patamar de 25 m<sup>3</sup>/mês na Capital e 22 m<sup>3</sup>/mês nos demais municípios.

#### *Análise dos índices de perdas*

Um estudo realizado pela Lyonnaise des Eaux Services Associés de redução de águas não-faturadas chegou a conclusão de um índice de 40% para as perdas de faturamento da SABESP, equivalente a uma perda de 18,7 m<sup>3</sup>/s, conforme a tabela 2.17:

<sup>4</sup> Estabelecimentos cujo consumo total médio é maior ou igual a 10000 m<sup>3</sup>/mês.

Tabela 2.17 - Índice de perdas atuais da RMSP

Tipo de perda	Valor mínimo (m <sup>3</sup> /s)	Valor máximo (m <sup>3</sup> /s)	Hipótese de trabalho (m <sup>3</sup> /s)	Perda total (%)	Perdas físicas (%)	Perdas não-físicas (%)
vazamentos	8.9	10.5	8.9	47.6	47.6	-
macromedição	2	2	2	10.7	-	10.7
micromedição	3.4	4.2	3.8	20.3	-	20.3
habitações subnormais	0.9	3.7	1.8	9.6	3.4	6.2
gestão comercial	1	3.5	2.2	11.8		11.8
total	-	-	18.7	100	51	49

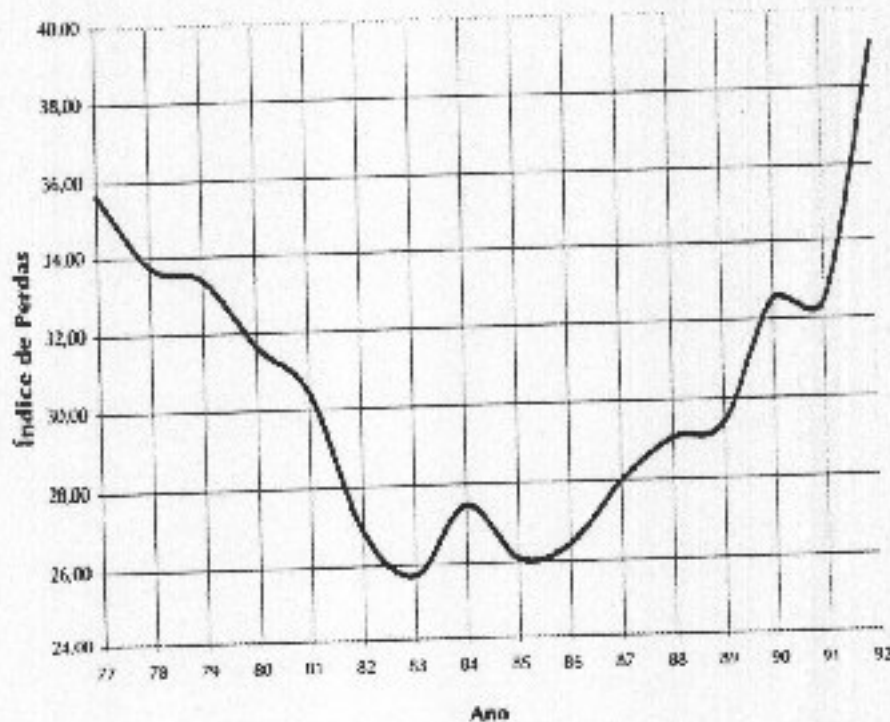
Fonte: Programa de redução de águas não-faturadas, fase 3, out. 1993 Lyonnaise des Eaux apud SAM75.

Com relação a perdas, elas podem ser de vários tipos:

- vazamentos: são perdas físicas ocorridas na rede de distribuição e nos ramais prediais.
- macromedição: corresponde à inexistência de importantes macromedidores, impossibilitando uma avaliação dos volumes entregues aos municípios não operados
- micromedição: corresponde às perdas inerentes do sistema (características do hidrômetro e perdas em caixas de água residenciais) e a hidrômetros avariados, vencidos, etc.
- habitações subnormais: é decorrente da política de abastecimento a favelas e existência de ligações irregulares em zonas invadidas.
- gestão comercial: perdas decorrentes diversas deficiências de cadastro, políticas de cobrança, subavaliações e fraudes.

Adicionalmente, o levantamento dos índices de perdas foi realizado pela SABESP para o Município de São Paulo e para os demais municípios. Com base nos resultados foi traçada uma curva mostrando a variação destes índices ao longo do tempo (figura 2.3).





Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Figura 2.3 - Variação do índice de perdas para a RMSP.

#### *Análise dos índices de atendimento*

Para o sistema integrado, nos municípios operados pela SABESP o índice de atendimento global é de 91%. No município de São Paulo, este índice é de 98%. Este índice é, na verdade, maior levando em consideração o atendimento de consumidores clandestinos, não medidos e não incluídos no cadastro. O estudo da Lyonnaise estimou os seguintes consumos não contabilizados:

Tabela 2.18 - Estimativa de consumidores não-contabilizados na micromedição

tipo	ligações
Favelas (ligações não-cadastradas)	115000
Ligações não-cadastradas	26500
Ligações reativadas não-registradas	35000
Zonas invadidas	45000
Total	221500

Fonte: Programa de redução de águas não-faturadas, fase 3, out. 1993 Lyonnaise des Eaux apud SAM75.

Incorporando os cerca de 900 mil consumidores, estimados nestas 221500 ligações, obtém-se um índice de 96,3% de atendimento a aproximadamente 13,5 milhões de habitantes.

### *Projeção da população total e abastecida na RMSP*

A projeção da população total e abastecida para o Município de São Paulo, realizada pela SABESP no SAM 75, foi dividida por setor de planejamento. A metodologia adotada devido à extensão territorial, densidade populacional e complexidade dos dados disponíveis, passou pela projeção populacional total, a cada cinco anos, por distrito administrativo, calculando-se, posteriormente, a população total por setor de planejamento<sup>5</sup>. As densidades médias levaram em conta o atendimento atual dos setores, as Leis de Zoneamento do Município e a Lei de Projeção aos Mananciais. Assumiu-se índices de atendimento linearmente crescentes, mantendo índice de atendimento médio global do Município de São Paulo em 98% e projetando os índices inferiores a este, nos demais setores, para aquele patamar. A aplicação dos índices de abastecimento à projeção populacional total fornece a projeção da população total abastecida, a cada cinco anos.

Tabela 2.19 - Projeção da população total para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
MSP	11063050	11656104	12031992	12265451	12389936
Outros	6628836	7246961	7660396	7905835	8011885
RMSP	17691886	18903065	19692388	20171286	20401821

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Tabela 2.20 - Projeção da população abastecida para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
MSP	10809266	11388418	11780402	12028348	12170888
Outros	6019405	6696436	7210723	7585313	7836643
RMSP	16828671	18084854	18991125	19613661	20007531

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Para os demais municípios uma metodologia similar foi utilizada, assumindo índices de atendimento crescendo até 80, 90 e 100% conforme os índices atuais de atendimento <70, <80 e >80%, respectivamente. Um resumo dos resultados globais para

<sup>5</sup> Isso foi feito através da utilização da "Matriz de Correspondência de Áreas entre os Setores de Planejamento e os Distritos Censitários de São Paulo"

o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP foram apresentados nas tabelas 2.19 e 2.20.

Comparando-se a projeção populacional realizada neste trabalho com projeção populacional realizada no Sistema Adutor Metropolitano, de 1995, observa-se que as populações dos primeiros anos projetados são inferiores cerca de 2,5% e as dos últimos anos são superiores em cerca de 4,5%. Devido à projeção alternativa neste trabalho optou-se por adotar a projeção do Sistema Adutor Metropolitano, de 1995, para equivalência dos parâmetros projetados.

A evolução do índice de atendimento é dada pela divisão dos dados apresentados nas duas tabelas anteriores. Observa-se que os índices de abastecimento do Município de São Paulo já são elevados atingindo quase 98% em 1995. O maior crescimento deve-se aos demais municípios, nos quais este índice evolui de 95% a 98%, conforme é mostrado na tabela 2.21.

Tabela 2.21 - Projeção dos índices de abastecimento global projetados para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP

Índice de abastecimento (%)	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
MSP	97,7	97,7	97,9	98,1	98,2
Outros	90,8	92,4	94,1	95,9	97,8
RMSP	95,1	95,7	96,4	97,2	98,1

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

### 2.3.2 Problemática Atual e Futura de Fornecimento

Cerca de 3/4 da área da RMSP estão situadas na bacia do Alto Tietê sediando a quase totalidade da urbanização da Região Metropolitana. Esta área caracteriza-se por ser cabeceira de mananciais, apresentando uma relativa escassez de recursos hídricos. O adensamento populacional (urbanização extrema) intensifica a demanda de água e gera grandes riscos: de conflitos no uso da água; de deterioração da qualidade da água; e de insuficiência quantitativa e qualitativa de disponibilidade de água. Dados da Companhia de Saneamento Básico de São Paulo mostram que a captação de água já atinge mais de 59 m<sup>3</sup>/s e estendem-se a até 150 km de distância da capital (Airoldi, 1993).

Pode-se dizer que essa vazão é pequena considerando o porte da RMSP e comparando-a com a situação de outras metrópoles - talvez apenas a cidade do México enfrente situação mais precária. A disponibilidade de água na RMSP, frente à crescente demanda, tornou-se pequena, estabelecendo uma condição de escassez relativa e tornando necessárias alternativas de captação de água.

O estudo SAM revisado traçou algumas diretrizes básicas sobre a disponibilidade hídrica na RMSP e os pontos de entrada do acréscimo de vazão no sistema adutor (SAM, 1986). Da revisão e atualização do SAM e dados da EMPLASA, obtém-se as capacidades máximas de fornecimento e médias diárias de 91, respectivamente, conforme a tabela 2.22. Observa-se que os mananciais explorados<sup>6</sup> possuem uma capacidade (máxima = 53,55 m<sup>3</sup>/s) insuficiente para atender a demanda projetada (máxima = 78,8 m<sup>3</sup>/s), conforme as hipóteses adotadas no estudo, resultando um déficit de 25,3 m<sup>3</sup>/s. Um detalhamento maior sobre a evolução destes déficits será dado no capítulo 5.

Tabela 2.22 - Capacidades Admitidas para os Sistemas Produtores

Sistema Produtor Mananciais	Capacidade de Fornecimento (m <sup>3</sup> /s)
Cantareira	33,0
Alto Tietê	
1 etapa (1)	8,5
2 etapa (1)	17,0
Guarapiranga	11,0 (3)
Sudoeste (1)	8,8
Rio Grande	4,2 (4)
Rio Claro	4,0 (5)
Alto Cotia	0,85
Baixo Cotia	0,50
Mogi das Cruzes (2)	0,50
Total	88,35

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

Notas: (1) Sistemas a serem implantados;

(2) Corresponde ao sistema próprio de Mogi das Cruzes considerando a ampliação.

(3) Com a reversão do Capivari (em obras em 86); Outros estudos consideram que uma ampliação para 15 m<sup>3</sup>/s é possível com uma série de obras de adequação

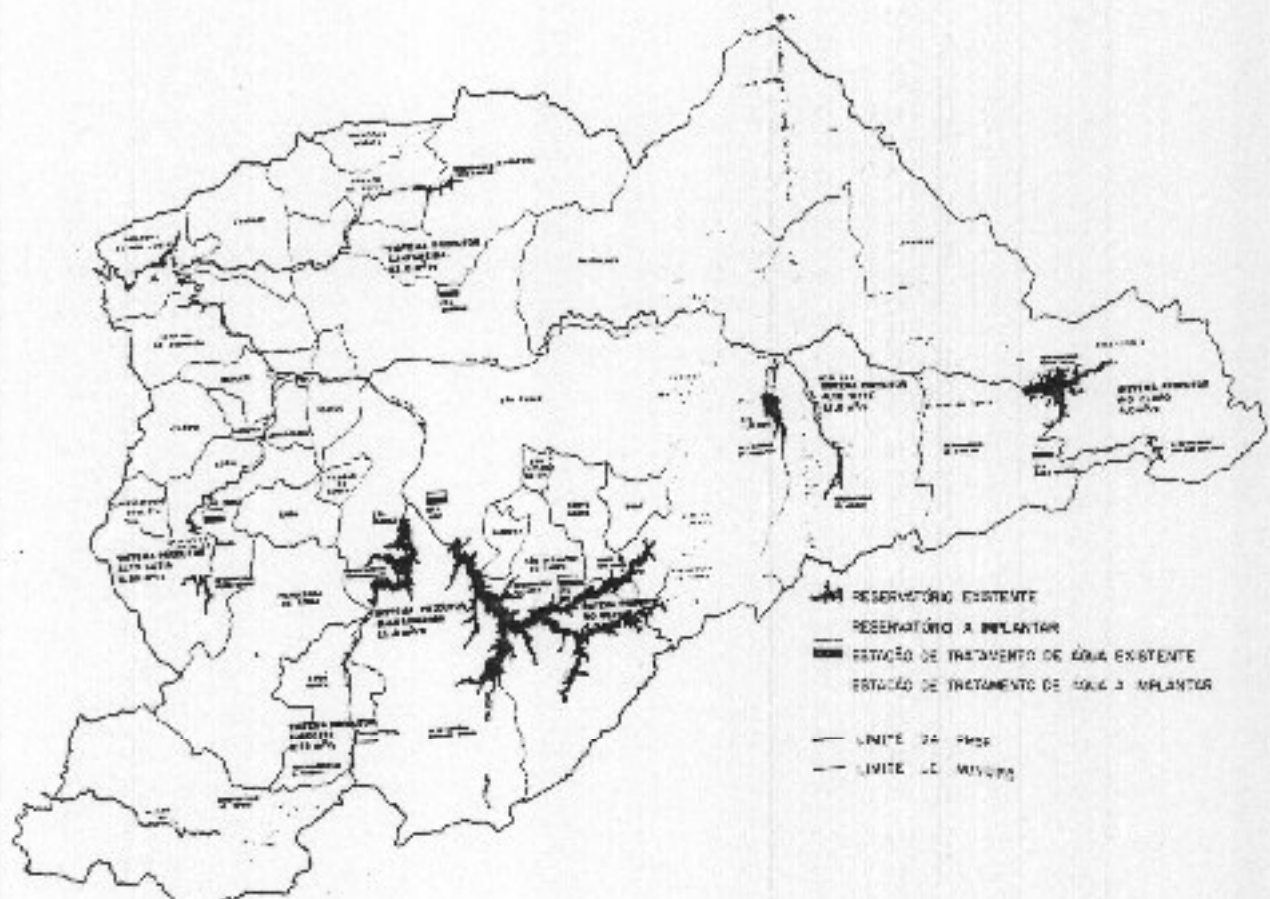
(4) Com adequações junto à ETA (segundo técnicos de operação da ETA)

(5) Com a ampliação da ETA do Guaratã (em obras em 86)

<sup>6</sup> Com exceção do manancial Baixo Cotia, que pretende-se desativar a curto prazo, devido ao lançamento de afluentes industriais causando frequentes interrupções na operação.

O suprimento do déficit estimado deverá ser feito com base em dois novos sistemas produtores o Alto Tietê e o Sudoeste. O sistema do Alto Tietê deve ser capaz de fornecer uma vazão média de  $15 \text{ m}^3/\text{s}$ ; contando com uma capacidade máxima de  $17 \text{ m}^3/\text{s}$ , após a implantação de todas as obras. O sistema do Sudoeste deverá ter uma capacidade máxima de fornecimento de  $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , contando com a reversão de águas da bacia do Capivari-Monos.

A tabela 2.22 fornece as demandas máximas projetadas para os novos e demais sistemas produtores. Adicionalmente, a figura 2.4 apresenta a localização dos sistemas produtores na RMSP.



Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

Figura 2.4 - Sistemas Produtores Existentes e Previstos para o Atendimento de Água da RMSP

## 2.4 Revisão dos programas de conservação de água e energia

O Brasil não possui um Programa de Conservação de Água a nível nacional como é o caso do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). Entretanto, devido à criação do Programa Estadual de Racionalização do Uso de Energia (Decreto no 36455 do Governo do Estado de São Paulo, 19 de janeiro de 1993), coordenado pela Secretaria de Administração e Modernização do Serviço Público, implantou-se na SABESP, em julho de 93, uma Comissão Interna de Racionalização do Uso de Energia (CIRE)<sup>7</sup> (SABESP, 1993b). Uma das consequências indiretas da primeira etapa deste programa foi a conservação de água, através do aumento da eficiência dos conjuntos motor-bomba e do controle e ajuste do fator de potência.

O PROCEL estruturou-se sob quatro comitês: Consumo e consumidores; Legislação; Tarifas e incentivos; e Desenvolvimento de Tecnologia. O comitê de consumo e consumidores é encarregado das ações de educação dos consumidores, estímulo à adoção de tecnologias eficientes e prevenção de desperdícios. O comitê de legislação se encarrega dos aspectos legais, como a inclusão de questões de conservação de energia na legislação a nível municipal, estadual e federal; estabelecimento de padrões de eficiência, novos padrões de projeto e códigos de construção. O comitê de tarifas e incentivos se encarrega do estímulo econômico à conservação: a) aprimorando a legislação existente na direção de mecanismos que induzam a conservação de energia na geração, transmissão e distribuição; b) avaliando e modificando a estrutura tarifária, para induzir a adoção de medidas do uso racional de energia; e c) analisando e propondo incentivos financeiros e fiscais estimulando a produção e marketing de equipamentos eficientes. O comitê de desenvolvimento de tecnologia se encarrega de promover a capacitação técnica a nível nacional, fornecendo também suporte às instituições já existentes; desenhando e implementando certificados de conformidade e etiquetagem, para a qualificação dos produtos; e aperfeiçoando padrões técnicos de sistemas, processos ou equipamentos.

<sup>7</sup> A CIRE, constituída junto à diretoria da empresa, é responsável pelo desenvolvimento, implementação e gerenciamento do programa de conservação.

Entre 86 e 92, o PROCEL se empenhou em inúmeras iniciativas, destas apenas 6 foram objeto de programas concretos: programas de informação, auditorias, projetos de desenvolvimento de tecnologia, etiquetagem, iluminação pública e incentivos.

Esta revisão sobre o PROCEL se deve a dois motivos. O primeiro diz respeito à sua estrutura, que pode ser usada como exemplo para uma iniciativa similar para a conservação de água a nível nacional, dando origem ao Programa Nacional de Conservação de Água de Abastecimento Público e Recursos Hídricos (Programa CAPRH). O segundo diz respeito a uma das linhas de ação do PROCEL, a iluminação pública. O consumo de energia elétrica para o abastecimento público é equivalente ao consumo de energia para a iluminação pública. E enquanto grandes esforços vem sendo gastos em iluminação, pouco ou quase nada vem sendo feito em termos do abastecimento público de água.

A nível da SABESP, a necessidade de uma prática de conservação de eletricidade devia-se ao incremento das contas de energia elétrica, que passaram de 4% em 1977, para 12% em 1988 (Tsutyia, 1989). Dentro dos linhas gerais do programa focou-se o usufruto racional dos benefícios da energia elétrica, eliminando desperdícios, maximizando o desempenho, minimizando o consumo, sem o comprometimento da segurança e da qualidade dos serviços prestados.

O Programa de Racionalização para a SABESP traçou três estratégias de ação iniciais, devendo ser implementadas na seqüência a seguir: a) redução do desembolso financeiro; b) racionalização do uso; e c) aproveitamento de outros potenciais energéticos.

A redução do desembolso financeiro visava reduzir multas contratuais, adequar a modalidade tarifária, otimizar e controlar a demanda e controlar e ajustar o fator de potência. Ainda em 93, a empresa conseguiu uma revisão do contrato unificado com a ELETROPAULO, isentando-se de multas contratuais decorrentes de ultrapassagem de demanda de baixo fator de potência, no período de Dez/92 a Dez/93, obtendo com isso uma economia de US\$ 3,2 milhões naquele período. Neste mesmo ano, o gasto com energia elétrica na RMSP foi equivalente a cerca de US\$58 milhões (SABESP, 1993). As próximas etapas previstas visavam consolidar os novos contratos com a ELETROPAULO a partir do desempenho do contrato unificado; formalizar com as concessionárias (CESP e CPFL) contratos nos mesmos moldes; e implantar um sistema

informatizado para acompanhar permanentemente o desempenho dos novos contratos, promovendo os ajustes necessários.

A racionalização do uso enfocava a eliminação dos desperdícios e a adequação das rotinas operacionais, do uso dos equipamentos e das instalações. Neste sentido, ações preliminares foram tomadas para o treinamento de profissionais, em gestão de energia na indústria, e o estabelecimento de intercâmbio com a Phillips, visando a implementação de ações nos sistemas de iluminação no prédio da diretoria de engenharia. Adicionalmente, campanhas de mobilização foram iniciadas para criar uma cultura de conservação e conscientização da importância do tema<sup>8</sup>.

O aproveitamento de outros potenciais energéticos destacava a geração própria por meio dos pequenos aproveitamentos hidráulicos; fontes alternativas, como os gases de esgoto e energia solar; e a geração a diesel.

#### 2.4.1 Abrangência e limitação

Assim, apesar de não haver um esforço voltado diretamente para a conservação de água pôde-se alcançar alguma economia neste sentido com o programa proposto. Outras iniciativas da empresa voltadas para educação e informação ocorrem intermitentemente, muitas vezes, concomitantemente com épocas de estiagem ou racionamento.

Através dos contatos estabelecidos com a empresa nota-se também a resistência do paradigma de incremento do fornecimento como única e inexorável maneira de aumentar a receita. Alusões à conservação no lado da demanda eram descartadas quer pela permanência do paradigma, quer pela consideração de que a grande porcentagem de perdas tornava-a prioritária ao invés.

Resultado concreto é que nem as perdas baixaram nos últimos anos, apesar dos esforços observados, nem tampouco uma ação mais agressiva de conservação pela introdução de equipamentos eficientes foi iniciada. Nas palavras de Kouen bastaria colocar que qualquer ganho já é um benefício.

<sup>8</sup> A relevância salientada no relatório faz juízo à "representatividade do custo da energia elétrica na receita global da companhia" e às "expectativas de ganhos com a implantação das medidas".



Fica como exemplo, o único com o qual se conta a nível nacional, independente de seus sucessos e fracassos, a iniciativa do PROCEL. Talvez a melhor perspectiva de conservação do uso de água a nível nacional resida na criação de um programa em moldes semelhantes. Ressalta-se ainda que mesmo nas regiões onde os recursos hídricos não são críticos, seguramente o volume de esgotos não tratados o são.

#### 2.4.2 Experiência estrangeira

Dentre os programas de conservação de água mais abrangentes estão aquelas localidades com escassez do recurso. Exemplos disso são: a cidade do México, sendo a metrópole com situação mais precária em termos de abastecimento de água de que se tem notícia; a cidade de São José, Califórnia, EUA; ou países do Oriente Médio.

Em alguns lugares, entretanto, a conservação de água é promovida principalmente devido à redução no volume de esgotos tratados. Este é o caso de Nova Iorque. Por outro lado, a cidade de Boston investiu em conservação de água com o intuito de despoluir o seu porto.

##### México (Rubi, 1986; Garcia, 1987)

A cidade do México sofre uma difícil condição de abastecimento de água, caracterizado pelo acelerado crescimento populacional, migração e controle de natalidade deficiente; por assentamentos irregulares em locais de saturação da cota de serviço; pela deficiência financeira devido ao desequilíbrio de despesas e ingressos; por dificuldades técnicas, econômicas e legislativas decorrentes da dependência de mananciais externos para o abastecimento de água potável; pelo uso irracional do recurso; e pelo incremento dos custos de investimento, recursos cada vez mais distantes.

O Departamento do Distrito Federal (DDF), órgão responsável pelo serviço de saneamento da cidade do México, cuja população é de 10,2 milhões de habitantes (1986), capta  $36,9 \text{ m}^3/\text{s}$  dos quais  $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$  são perdidos. Portanto, a cidade é atendida

<sup>9</sup> Destes,  $22,7 \text{ m}^3/\text{s}$  são de fontes próprias e  $14,2 \text{ m}^3/\text{s}$  da Comissão de Águas do Vale do México. A captação é feita em fontes superficiais e subterrâneas localizadas dentro e fora do Vale. O caudal superficial é captado em mais de 60 mananciais.

com um caudal de  $36,3 \text{ m}^3/\text{s}$  dispouido de 308 litros/habitante/dia. Estima-se que o déficit seja de  $4 \text{ m}^3/\text{s}$  para uma demanda reprimida de 340 litros/habitante/dia. Estima-se ainda que  $22,3 \text{ m}^3/\text{s}$  (61,4%) destinam-se ao uso doméstico;  $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$  (12,1%) destinam-se a atividades industriais;  $4,4 \text{ m}^3/\text{s}$  (12,1%) ao comércio e serviços;  $5,2 \text{ m}^3/\text{s}$  (14,4%) ao setor público e perdas.

O sistema operacional para atender tal demanda é complexo, contando com 467 km de extensão de adutoras e sub-adutoras, 202 tanques de armazenamento e regulação com uma capacidade conjunta de 1,5 milhões de  $\text{m}^3$ , uma rede de distribuição com extensão de 12 610 km conectadas a mais de 1.500.000 de economias e 102 plantas de bombeamento para o fornecimento das partes altas.

Para enfrentar o problema o governo optou por racionalizar o uso da água e seu aproveitamento, combatendo a escassez e evitando desperdícios, contando para isso com o auxílio da população. Uma das propostas cogitadas, tratava da cobrança do preço real pelos serviços de saneamento. Entretanto, foi descartada tendo em vista o apoio populacional. Assim, a solução mais viável encontrada foi a otimização da infra-estrutura e o uso racional da água, através da modificação dos critérios de abastecimento, distribuição, uso e consumo da água.

O programa reconhecia que a solução do problema de abastecimento não residia somente na capacidade de fornecer mais água, mas também na necessidade do seu uso racional. Diversas ações foram tomadas dentro de cinco objetivos: a) utilizar ao máximo os caudais de abastecimento; b) melhorar a administração dos serviços de água e saneamento; c) regulamentar a prestação dos serviços; d) induzir os usuários ao uso racional de água; e e) reduzir o consumo nas instalações sanitárias.

Ações de macro e micro medição, manutenção preventiva e atuação sobre perdas, abrangendo: avaliação da magnitude, detecção das perdas não visíveis, melhoria no tempo de reparo e reparos intra-domiciliares, foram tomadas no sentido de maximizar o abastecimento. Analogamente, campanhas de conscientização, panfletagem, tiragem de posters, bem como outros meios de comunicação foram utilizados para educar os consumidores induzindo-os ao uso racional da água. Do mesmo modo, foram feitas campanhas dirigidas à indústrias para o uso de água residual tratada, para tal foram estabelecidos incentivos fiscais, linhas de crédito e uma adequação tarifária.

Finalmente, um programa piloto de avaliação da performance de aparelhos sanitários de baixo consumo - torneiras, chuveiros, bacias sanitárias - foi realizado na Delegação Benito Juarez, em escolas, mercados, escritórios públicos, edifícios multifamiliares e unifamiliares, com o intuito de verificar a viabilidade da implantação similar em todo o Distrito Federal. Para atender a demanda por aparelhos sanitários eficientes, vários órgãos governamentais uniram esforços para o estabelecimento da Norma Oficial de Fabricação Nacional de Bacias Sanitárias, com volume de descarga inferior a 6 litros. Compromisso com os fabricantes nacionais foi negociado de modo a garantir a disponibilidade do produto no mercado nacional.

Paralelamente, eram feitos estudos de quantificação do consumo médio por residência e detalhamento do consumo por pontos de uso. Resultados identificaram que os maiores índices de consumo ocorriam em domicílios particulares principalmente devido ao desperdício de água, falta de consciência; manutenção precária das redes e nos acessórios; e o uso de bacias sanitárias de alto consumo. As ações concretas tomadas tiveram em vista a revisão das instalações prediais e a substituição dos equipamentos sanitários.

Devido à magnitude do consumo de caráter residencial (61%) e da aparente permanência de tal proporção do uso, avaliou-se que esforços voltados para a redução do consumo residencial de água trariam impactos relevantes. Assim, iniciou um programa de implantação de um pacote residencial de baixo consumo, prevendo a instalação de 4000 bacias sanitárias chuveiros e torneiras importadas.

As estimativas realizadas do potencial de conservação levaram em conta uma estratificação o tipo de consumo residencial e hipóteses de crescimento de construções civis. Partiu-se de um consumo médio de 950 litros/domicílio/dia, supondo, em média, 5 habitantes cada qual com um consumo de 190 litros/dia. Distinguiu-se também 3 grupos de consumo com características semelhantes.

Do primeiro grupo, com consumo inferior a 1000 litros diários, pertenciam 68% dos domicílios. Nestes, 75% do consumo era relativo ao consumo interno de bacias sanitárias, torneiras e chuveiros, sendo que apenas um volume mínimo era usado externamente.

Ao segundo grupo, com consumo entre 1000 e 2500 litros diários, pertenciam 30% dos domicílios. Sendo que nestes, até 40% do consumo era devido ao uso externo para a lavagem de carros, pátios e ruas.

Ao terceiro grupo, com consumo superior a 2500 litros diários, pertenciam pouco mais de 1% dos domicílios, cujo consumo externo atingia em alguns casos até 80%.

O número de bacias sanitárias estimadas para substituição foi de 3 milhões, chegando a 3,5 milhões quando incluídos também estabelecimentos industriais, comerciais e públicos. Supôs-se também que a construção civil contribuiria com 100000 bacias sanitárias por ano e cerca de 2 ou 3 vezes mais os outros equipamentos (torneiras, chuveiros, etc.).

Tomando-se 16 litros por descarga, uma média de 5 utilizações por habitante por dia e 5 habitantes por domicílio obtém-se um consumo de 400 litros/domicílio/dia. A substituição por uma bacia sanitária de 4 a 6 litros diminui o consumo para 100 a 150 litros/domicílio/dia, resultando numa economia de 300 a 250 litros/domicílio/dia, ou, cerca de, 7,0 a 5,9 m<sup>3</sup>/s. Supondo ainda a substituição de chuveiros e torneiras tal previsão pode ser melhorada.

Levando-se em conta ainda as diferenças entre os grupos de consumidor projetou-se que as economias possíveis para o primeiro grupo variavam de 35 a 80%; para os do segundo grupo entre 15 e 25 %; e para os do terceiro, algo entre 2 a 5%. Considerando ainda que os dois primeiros grupos são os mais representativos, pode-se obter uma redução total de 28,5% a 61,5%. O programa previa ainda que devido às reduções no consumo uma economia de 30% na conta de água seria possível, podendo ser utilizado na amortização do custo do pacote econômico.

### Estados Unidos

A atenção para a questão de conservação de água nos Estados Unidos surgiu devido aos problemas de fornecimento de água enfrentados pela região sul da Califórnia. A conservação de água é condição crítica para a continuidade do desenvolvimento das cidades do Cinturão do Sol, como: Miami, Los Angeles, Phoenix e Tucson, entre outras. Entretanto, as cidades da Costa Leste também têm enfrentado os crescentes custos

econômicos, políticos e ambientais da expansão da capacidade de produção de água potável. O potencial de conservação nos Estados Unidos é enorme devido aos elevados padrões de uso.

Neste sentido, o potencial de conservação no setor residencial é significativo devido ao volume de água consumida. A partir de 1988, quando o estado de Massachusetts implementou a regulamentação de bacias sanitárias eficientes (6,0 litros/descarga), outros estados (Rhode Island, Connecticut, New York, Georgia, California, Washington, Texas, Oregon, Delaware e New Jersey) e cidades (Tampa, Phoenix e Austin) passaram legislações semelhantes. Muitos incluíram chuveiros torneiras e mictórios eficientes, outros, etiquetação, para informação dos níveis de consumo do aparelho. As reduções estimadas pela troca de chuveiros, torneiras e bacias sanitárias foi de 51 litros percapita (13,5 galões percapita) para equipamentos mais novos (1980) e de 127 litros percapita (33,5 galões percapita) para equipamentos mais antigos (Vickers, 1991).

Vários programas de troca de equipamentos convencionais por eficientes foram colocados em prática, instalando chuveiros de baixa vazão, arejadores, dispositivos de deslocamento de água em bacias sanitárias, etc. O programa residencial de substituições de San Jose foi iniciado em 1986 com o objetivo de prover chuveiros eficientes, tijolos de deslocamento e tabletes de detecção de vazamentos para 220 mil casas com instalações antigas (anteriores a 1980). Os resultados observados apenas com tais medidas foram reduções de 10 a 11% no consumo interno. Num outro programa, a concessionária de água de Massachusetts, a "Massachusetts Water Resources Authority", que serve mais de 2 milhões de consumidores embarcou num programa com o objetivo de implantar equipamentos eficientes em todos os domicílios em sua área de atuação.

A cidade de Los Angeles iniciou um programa de "rebates" em 1990 e trocou mais de 40000 bacias sanitárias durante o primeiro ano de ação. No verão de 1991, mais de 10000 bacias sanitárias estavam sendo trocadas por mês (Vickers, 1991).

A idéia recebeu grande suporte para a adoção de códigos de eficiência que regulamentassem o uso de equipamentos de consumo reduzido, até a aprovação do "Energy Policy Act", que contava com uma proposta, a "National Plumbing Products Efficiency Act", cujos volumes máximos são apresentados no tópico seguinte. A

aprovação desta lei causou grandes mudanças na eficiência dos equipamentos oferecidos no mercado a partir de janeiro de 1994, e provavelmente no perfil de consumo residencial dos domicílios norte-americanos.

Em contrapartida, grandes oportunidades também foram percebidas nos setores de comércio, serviços e industrial. De modo que a conservação nestes setores vem se tornando uma área de interesse para as concessionárias de água nos Estados Unidos devido a quatro motivos principais: a) consumidores residenciais envolvidos em programas de conservação esperam que as empresas participem de programas similares; b) regulamentações no sentido de conservação requer que os programas incluam todos os tipos de consumidores; c) reduções relativamente pequenas em indústrias e comércios são significativas nas estratégias de gerenciamento; e d) tais medidas são economicamente viáveis.

Na Costa Leste, a área de Boston, rica em recursos hídricos, iniciou um programa em 1986. Este agressivo programa de gerenciamento da demanda foi colocado em prática como uma ferramenta de gerenciamento do fornecimento a longo prazo. Os resultados advindos do programa refletiram numa redução de consumo de 2,2 m<sup>3</sup>/s (50 mgd) em cinco anos, de 1987 a 1992 (Ploeser, 1992).

Em Phoenix, estudos voltados para a determinação dos consumos de água entre tipos de consumidores, e para o desenvolvimento de programas de auditoria foram realizados, motivados pela legislação de gerenciamento de águas subterrâneas, crescimento populacional e o custos crescentes de fornecimento.

Em Palo Alto, um programa com um enfoque integrado, motivado por déficits projetados a longo prazo, requisitos legais e redução mandatória no consumo de água, atinge a eficiência no uso de água e energia, e a redução no volume de esgotos.

Em Los Angeles, o "Department of Water and Power" implementa um programa de assistência técnica e incentivos financeiros para consumidores comerciais e industriais interessados em conservação de água. Os incentivos foram fixados em US\$ 0,33/m<sup>3</sup> conservado dentro de um período de dois anos (Ploeser, 1992).

Na cidade de San Jose, Califórnia, apesar da cidade ser provida de água por uma empresa particular há grande interesse de conservação para diminuir o volume de esgotos produzidos, no sentido de preservar a capacidade de tratamento existente. O escritório de gerenciamento ambiental (Office of Environmental Management) realizou

auditorias integradas de conservação de energia e água em 30 indústrias, incluindo indústrias de: processamento de comidas, acabamento de metais, reprocessamento de papel e eletrônica, entre outras; estabeleceu também programas de incentivos econômicos para conservação de água.

No programa de auditoria do uso de água no setor residencial, realizado pela "Contra Costa Water District of Concord" em 1989, reduções de 113 litros/economia (30 gpd/economia) ou 6% do consumo da economia. As economias totais obtidas num período de um ano entre setembro de 1989 a agosto de 1990, chegaram a 47,5 m<sup>3</sup>/economia/ano (10 milhões de galões por ano em cerca de 960 economias estudadas).

Paralelamente, na cidade de Buena Ventura, uma parceria entre o "California Department of Water Resources", o "Southern California Edison Company" e a "Southern California Gas Company" e a municipalidade de Ventura foi formada para explorar as oportunidades de conservação de água e energia em quatro grandes plantas geradoras de Ventura (Ploeser, 1992).

## 2.5 Normas de vazão para equipamentos hidráulicos

Por muito tempo as normas de equipamentos hidráulicos não apresentaram restrições quanto à vazão de operação. Em muitos casos, a norma estabelecia até um valor mínimo da vazão, externando uma preocupação com o atendimento satisfatório do consumidor, isto é, operação adequada do equipamento. Em geral, as normas estabeleciam os materiais utilizados, desempenho dos equipamentos, suas medidas, disposição e instalação. Entretanto, as legítimas pressões ambientalistas e a escassez dos recursos hídricos em algumas regiões, promoveram a necessidade de normas de eficiência no uso de água por equipamentos hidráulicos. Adicionalmente, os ganhos possíveis em conservação de recursos, diminuição no volume de esgotos produzidos e a velocidade da troca de informações e experiências a nível global, entre outros, alavancaram ainda mais o incentivo à adoção de normas enfocando a redução do consumo de água e a eficiência dos aparelhos sanitários.

### 2.5.1 Normas brasileiras

No Brasil, ainda não existe uma norma específica tratando da vazão máxima de equipamentos, entretanto, a discussão anterior têm fomentado esforços de implementação de legislação voltada para fechar tais brechas. Neste sentido, a repercussão deste trabalho adicionou ainda mais motivação a vereadores na busca de um projeto de lei que promovesse a discussão sobre esta questão. Um esboço de projeto de lei, apresentado nos anexos, foi preparado para a Assembleia Legislativa com o intuito de fomentar a discussão do problema.

Adicionalmente, uma revisão da norma de instalação de água fria NB-5626, atualmente no prelo, estabelece alguns parâmetros iniciais para a economia de água e conservação de energia. Dentre estes, a norma estabelece que o projeto da instalação predial de água fria deve considerar o uso mais eficiente possível da água e energia nela utilizadas, implicando na redução do consumo de água e energia a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento da instalação e para satisfação das exigências do usuário.

A norma também faz referência ao aumento do consumo devido à pressão hidráulica excessiva, que tende a aumentar a vazão de operação dos aparelhos sanitários; à extravasão não perceptível, que tubulações de aviso dos reservatórios e outros componentes sejam posicionadas em locais onde escoamentos possam ser percebidos; e à impermeabilização, que lagos, tanques, chafarizes ou espelhos recebessem revestimento impermeabilizante específico, principalmente quando a água é proveniente da concessionária.

Na versão revisada da NBR 6452 para bacias sanitárias fica estabelecido que o volume máximo admissível é de 12 litros por descarga. Segundo esta norma, as bacias sanitárias são classificadas em três tipos de acordo conforme o volume de água consumida por descarga, conforme a tabela 2.23. Os fabricantes devem informar a faixa de consumo dos modelos de bacia que fabricam e a NBR 5626 recomenda a escolha do tipo de menor consumo respeitadas limitações dadas pelos aspectos culturais.

Tabela 2.23 - Faixa de valores possíveis do volume de descarga por tipo de bacia sanitária.

Tipo de bacia	Volume de água consumida por
---------------	------------------------------



	descarga (L)	
	limite inferior	limite superior
Convencional	maior de 9	até 12
Baixo consumo	maior de 6	até 9
Volume de descarga reduzido (VDR)	-	até 6

Fonte: Revisão da NBR 6452

A revisão da NBR 5626 avalia também torneiras e válvulas de fechamento automático, arejadores para torneiras, lavadoras domésticas de prato e de roupa e chuveiros elétricos. Quanto às também torneiras e válvulas de fechamento automático, a norma estabelece sua utilização em locais onde a inspeção regular e a manutenção possam ser asseguradas para evitar que falhas de funcionamento levem a desperdícios. Quanto aos arejadores para torneiras, a NBR 10281 estabelece como limite de vazão um valor mínimo igual a 50% do valor de vazão para o mesmo tipo de torneira sem arejador. Além disso, o fabricante deve informar a pressão mínima da água que garanta o funcionamento adequado do arejador.

Quanto às lavadoras domésticas de prato e de roupa, a escolha deve ser feita verificadas as vazões necessárias e a faixa de volumes que promova sua operação adequada. A norma recomenda ainda que a escolha seja feita com base no seu consumo de água por ciclo completo de funcionamento e na adequação dos seus recursos face ao tipo de utilização previsto. Quanto aos chuveiros elétricos, a norma dá maior prioridade ao consumo de energia elétrica, dependente da potência elétrica e da duração do banho. A potência elétrica é escolhida em função da vazão e da elevação de temperatura desejada. E, segundo a PB-1545, o fabricante de chuveiros deve informar o consumo mensal máximo e mínimo de energia elétrica por pessoa.

### 2.5.2 Normas estrangeiras

#### México

A Assembléia de Representantes do Distrito Federal (DF) expediu o Regulamento do Serviço de Água e Saneamento para o DF. (México, Distrito Federal,

Diário Oficial, 25 de enero de 1990, pg. 17-22). Neste documento o capítulo III trata do Uso Racional e Eficiente da Água, citando vários artigos estabelecendo que:

- a) As instalações hidráulicas de sanitários de prédios, residências, comércio e indústrias deverão ter chaves de fechamento automático ou aparelhos economizadores de água. As bacias sanitárias deverão ter uma descarga máxima de 6 litros por serviço; as torneiras deverão ter uma vazão máxima de 10 litros por minuto; os mictório uma descarga máxima de 4 litros por serviço. Todos devendo cumprir com a Norma Oficial Mexicana, contando com dispositivos de abertura e fechamento que evitem o desperdício. Os lavatórios e terão também dispositivos restritores de vazão, para um máximo de 10 litros por minuto. Todos os móveis de banho e acessórios sanitários distribuídos e comercializados no DF devem reunir os requisitos técnicos especificados no artigo.
- b) Com relação às residências construídas anteriormente à publicação do regulamento, as medidas assinaladas deverão ser efetivadas de acordo com as especificações do programa de substituição de aparelhos em andamento;
- c) Proíbe-se o uso de água potável nos processos de compactação, rega de parques e jardins públicos e campos desportivos; em cujos casos deve-se requisitar o fornecimento de água residual tratada;
- d) Proíbe-se o uso de mangueiras para lavagem de automóveis e vias públicas;
- e) O desperdício provocado por perdas intra-domiciliares não reparados oportunamente, bem como as que resultem de abertura desnecessária de chaves, será sancionado dentro dos termos do regulamento;
- f) Fontes ornamentais e piscinas deverão contar com equipamentos de recirculação.

### **Estados Unidos**

Há muitos anos os EUA contavam com apenas um código para regulamentação do uso de materiais sanitários. Tal código era redigido pela "American Society Association/American Society for Testing & Materials" (ASTM). Analogamente, um código para a regulamentação de produtos era lançado pela "American National Standards Institute" (ANSI). Esta situação persistiu até a introdução de plásticos no mercado americano. As divergências advindas do uso do plástico e a condição dos códigos, feitos na base de acordos, levaram ao seu abandono.

A partir de então novos códigos foram introduzidos para aceitar o uso de plásticos nos tubos e conexões. Deste modo, nos Estados Unidos quatro *Codes of Practice* seccionam o país e regulamentam-no de forma diferente. O Nordeste utiliza o "North Standard Plumbing Code" (NSPC); o Sudeste, o "South Standard Plumbing Code" (SSPC); o Centro-Norte, o "Building Officials Code Association" (BOCA); e o Oeste, o "Uniform Plumbing Code" (UPC-IAPMO). (Konen, 1995)

A legislação americana fornece também à comunidade a autoridade de escolher o código a que se submeterá. Entretanto, uma provável consequência disso seria a não uniformidade entre comunidades próximas, causando todo tipo de problemas de adaptação de mercado. Sendo assim, as comunidades abrem mão de sua autoridade deixando a escolha de um código para o Estado.

Nos últimos anos, portanto, as normas americanas foram diferenciadas, ocasionando grandes diferenças regionais no uso dos equipamentos sanitários. Enquanto alguns Estados utilizaram equipamentos eficientes, devido às restrições no abastecimento, por algum tempo, para outros tal ideia era remota.

A tabela 2.23 abaixo compara os consumos unitários de equipamentos hidráulicos no Estado de Nova Iorque, em três ocasiões: antes do código de 1980, durante o código de 1980 e conforme a emenda ao código de julho de 1989.

Tabela 2.24 - Comparação de Equipamentos Convencionais com Eficientes conforme o Código de Nova Iorque.

Sistema Inglês (UK)			
Equipamento	Antes de 1980	Padrão (1980)	Emenda (1989)
Bacias Sanitárias	5,5-7,0 gal/flush	3,5 gal/flush	1,6 gal/flush
Mictório	1,5-3,0 gal/flush	1,5 gal/flush	1,0 gal/flush
Lavatório -	3,0 gpm	3,0 gpm	2,0 gpm
Sistema Internacional (SI)			
Equipamento	Antes de 1980	Padrão (1980)	Emenda (1989)
Bacias Sanitárias	21,0-26,6 l/desc	13,3 l/desc	6,0 l/desc
Mictório	5,7-11,4 l/desc	5,7 l/desc	3,8 l/desc
Lavatório -	0,19 l/s	0,19 l/s	0,13 l/s

Fonte: Behling & Bantucci, 1992.

Dentro deste contexto o "Energy Policy Act" foi aprovado em 1992 e tendo sido efetivado em janeiro de 1994. Através deste ato federal, os Estados Unidos passaram mais uma vez a ter um único padrão de eficiência no uso da água. Ainda não está claro,

entretanto, se as leis federais irão prevalecer sobre os padrões estaduais que excedem os padrões fixados neste Ato. Neste caso, o Departamento de Energia (DOE) tem a autoridade de permitir aos Estados que utilizem os próprios padrões, quando estes últimos forem mais estritos, restritivos.

Os padrões de volume máximo de descarga para bacias sanitárias e mictórios são estabelecidos pela "American Society of Mechanical Engineering" (ASME) e pela "American National Standards Institute" (ANSI) no padrão nacional A112.19.6-1990, Requisitos Hidráulicos para Bacias Sanitárias e Mictórios. Procedimentos de teste de torneiras e chuveiros estão sujeitos à norma ASME-ANSI A112.18.1M-1990.

O DOE retém a autoridade de estabelecer normas mais estritas, à medida que a tecnologia avança, mas a responsabilidade maior é deixada para a ASME-ANSI. Assim, quando os padrões nacionais são revisados pela ASME-ANSI para melhoria dos requisitos de eficiência, o DOE pode optar por adotá-los, quando encontrá-los apropriados; ou rejeitá-los, lançando seus próprios padrões revisados, quando encontrá-los tecnologicamente impraticáveis, economicamente inviáveis, desinteressantes para a segurança e saúde pública e/ou inconsistentes, de alguma forma, com o Ato de 92. (Vickers, 1993)

O "Energy Policy Act" têm três componentes básicas: a) estabelecimento de padrões de máximo uso de água para equipamentos hidráulicos, mostrados na tabela 3. ; b) requisitos de etiquetagem dos produtos - todos devem apresentar selos visíveis e permanentes de consumo: bacias sanitárias e mictórios em galões por descarga, e torneiras e chuveiros em galões por minuto -, em concordância com a norma ASME-ANSI A112.19.2-1990; e c) recomendação para programas de incentivo de troca voluntária dos equipamentos, a nível local e estadual.

Tabela 2.25 - Padrões de Eficiência Federais para o Uso de Água em Equipamentos Hidráulicos estabelecidos pelo US Energy Policy Act 1992

Produto	Consumo máximo		Data de Vigência
	UK	SI	
Wc's Sanitárias <sup>(1)</sup>			
Caixa de descarga	1,6 gal/flush <sup>(1)</sup>	6,0 l/descarga	1/1/94
Caixa fluxométrica	1,6 gal/flush <sup>(1)</sup>	6,0 l/descarga	1/1/94
Caixa de descarga comercial <sup>(2)</sup>	3,5 gal/flush <sup>(1)</sup>	13,3 l/descarga	1/1/94 até 12/31/96
Caixa de descarga comercial <sup>(2)</sup>	1,6 gal/flush <sup>(1)</sup>	6,0 l/descarga	1/1/97
Válvula fluxométrica	1,6 gal/flush <sup>(1)</sup>	6,0 l/descarga	1/1/94
Mictórios <sup>(3)</sup>	1,0 gal/flush <sup>(3)</sup>	3,8 l/descarga	1/1/94
Chuveiros <sup>(3)</sup>	2,5 gpm (80psi) <sup>(3)</sup>	0,16 l/s (5,4atm)	1/1/94
Torneiras <sup>(3)</sup>			
Lavatório	2,5 gpm (80psi) <sup>(3)</sup>	0,16 l/s (5,4atm)	1/1/94
Cozinha	2,5 gpm (80psi) <sup>(3)</sup>	0,16 l/s (5,4atm)	1/1/94

Fonte: US Energy Policy Act of 1992 apud Vickers, 1993

Notas: (1) Em concordância com ASME-ANSI A112.19.2M-1990 e A112.19.6-1990

(2) Deve contar com uma etiqueta que especifica "Apenas para uso Comercial"

(3) Em concordância com ASME-ANSI A112.18.1M-1990

Não há ainda um mecanismo eficiente que evite construtores de instalarem equipamentos convencionais em desconformidade com a norma. Há previsão que o DOE e a fiscalização estadual unam esforços para minimizar tais ocorrências. No entanto, tal atitude pode ser efetivamente complicada uma vez que os níveis de fiscalização e inspeção locais são mínimos.

## 2.6 Conclusões

Neste capítulo tratou-se de caracterizar a RMSP quanto aos aspectos demográficos (área, população, densidade populacional, área sob a proteção aos mananciais, domicílios particulares permanentes), consumo de energia elétrica (total e para o abastecimento público), condições de abastecimento (vazão média diária tratada, número de ligações, extensão total da rede) e de esgotamento (vazão média diária tratada, número de ligações, extensão total da rede).

Os métodos convencionais de projeção da demanda foram revisados, levando-se em conta a projeção de demanda da população futura e o consumo percapita futuro. Avalia-se os métodos de projeção populacional dos componentes demográficos e as aproximações matemáticas. O crescimento do consumo percapita é estimado com base na extrapolação da quantidade de água percapita necessária no passado. Tal tendência evidencia a interrelação entre o aumento do bem-estar e o aumento do consumo de água percapita.

As demandas projetadas, por dois estudos feitos pela concessionária de água responsável pela RMSP, SABESP, foram avaliadas segundo as hipóteses adotadas e resultados obtidos. Cada qual propõe aumento do índice de abastecimento e redução do índice de perdas. Os estudos traçam também projeções de crescimento populacional pelo método das componentes e estimam os crescimentos do consumo percapita para anos futuros. Confirmando as hipóteses estabelecidas nos métodos convencionais de projeção da demanda.

Observou-se a inexistência de um programa ou ação nacional voltado para a conservação de água de abastecimento público. Nota-se que algumas iniciativas apontaram neste sentido, entretanto, resultados concretos ainda não foram atingidos. Adicionalmente, nota-se que alguns destes esforços refletiam apenas a preocupação com a energia utilizada. Propôs-se a criação de um Programa Nacional de Conservação de Água de Abastecimento Público e Recursos Hídricos (Programa CAPRHI), a partir de uma iniciativa similar à do PROCEL para a conservação de água a nível nacional, porém descentralizada e regionalizada.

O êxito atingido em outros países no empreendimento e adoção de programas de conservação de água servem de motivação e de base de referência para a implantação de programas semelhantes na RMSP.

A experiência na criação, divulgação e implementação de normas de eficiência deve ser aproveitada no processo de implantação de normas similares no Brasil e em particular na RMSP.

Baseado na experiência internacional, observa-se que há grandes possibilidades de conservação de água e sistematização dos equipamentos derivado da adoção de normas de eficiência. Apesar da inexistência de normas no Brasil observa-se que a performance de algumas das tecnologias convencionais, como chuveiros ou torneiras, são equiparáveis aos consumos eficientes normalizados, devido às condições e hábitos de uso no Brasil e nos Estados Unidos.

## CAPÍTULO 3 - POTENCIALIDADE DO USO RACIONAL DE RECURSOS

### 3.1 Gestão de carga

A preocupação com a gestão de carga advém do desejo de minimização de custos no setor elétrico. Isso porque o atendimento da demanda de pico requer investimentos adicionais em expansão da capacidade de geração, transmissão e distribuição. O pico de demanda na Região Metropolitana de São Paulo ocorre entre 17:30 e 20:30 horas. O requisito de carga própria para o Estado de São Paulo é de 13,4 GW. Sendo que destes, 8,5 GW são devidos à Eletropaulo, responsável pelo atendimento da RMSP (CESP, 1992). O deslocamento de cargas para fora das horas de pico do sistema, pode resultar para o setor energético na postergação de investimentos em expansão da capacidade de geração, transmissão e distribuição.

Considerando-se que, na média, o custo de geração hídrica é cerca de US\$ 2500/kW e que a SABESP consome cerca de 170 MW (Almeida Neto, 1993) na ponta, para adução dos seus reservatórios, o deslocamento dessa potência equivaleria aproximadamente a US\$ 425 milhões em investimentos postergados<sup>1</sup>.

Adicionalmente, devido à diferenciação tarifária executada nos horários de pico, a SABESP, por sua vez, incorreria em uma tarifa menor pela energia consumida, podendo

<sup>1</sup> Segundo dados da SADESP, junho de 1993, a demanda contratada era de 200 MW/mês. Essa demanda atendia tanto as instalações administrativas (2%) quanto as operacionais (98%).



assim reduzir seus custos de operação. Mais adiante será estudada a viabilidade econômica para a concessionária de água da mudança operacional do sistema de bombeamento, e quais as implicações resultantes deste procedimento.

Nota-se portanto, que os benefícios do deslocamento para da operação para fora do horário de pico pode resultar numa opção vantajosa tanto para o setor energético quanto para o de saneamento.

### 3.1.1 Atuação no bombeamento (sistema horo-sazonal)

Na maioria dos sistemas de distribuição de água, onde a distribuição não pode ser feita apenas por gravidade, são necessárias estações elevatórias. As bombas, que recalcam a água para os reservatórios, são projetadas para atender a demanda máxima diária e trabalham em adução contínua, isto é, 24 horas por dia, para manter os reservatórios com um certo nível mínimo de água.

O sistema operacional de bombeamento proposto deve ser desligado rotineiramente durante as três horas que compõem o pico (horário de ponta<sup>2</sup>). O funcionamento durante o pico deve ser feito apenas excepcionalmente.

Supondo que, no dia de maior consumo, os sistemas de adução funcionarão 24 horas no sistema convencional e 21 horas no sistema horo-sazonal, a relação entre as vazões médias destes sistemas será dada por (Almeida Neto, 1993)

$$\begin{aligned} Q_a \cdot h_c &= Q_s \cdot h_s \\ Q_s \cdot 21 &= Q_c \cdot 24 \end{aligned} \quad \Rightarrow \quad \frac{Q_s}{Q_c} = \frac{24}{21} = 1,14 \quad \text{eq 3.1}$$

onde:

- $Q_c$  = vazão média no sistema convencional (tarifa convencional); e
- $Q_s$  = vazão média no sistema horo-sazonal (tarifa verde);
- $h_c$  = número de horas operadas no sistema convencional;
- $h_s$  = número de horas operadas no sistema horo-sazonal;

Portanto, a redução no número de horas em operação obriga necessariamente a um acréscimo de 14% na vazão média de bombeamento. Um aumento da vazão acarretará num aumento da perda de carga na tubulação. Finalmente, deve-se compensar

<sup>2</sup> É composto por três horas consecutivas situadas no intervalo compreendido entre 17:00 e 22:00 horas, exceção feita aos sábados e domingos. No Estado de São Paulo, o intervalo de três horas é normalmente das 17:30 às 20:30.

o acréscimo da perda de carga para a adução do líquido, com um aumento na potência de recalque. Os cálculos relativos a tais acréscimos são mostrados a seguir:

O cálculo da perda de carga, usualmente feito no Brasil, utiliza a fórmula prática de Hazen-Williams, que relaciona a vazão(Q) em função do diâmetro(D), do coeficiente (C)<sup>3</sup> e da perda de carga unitária (J)<sup>4</sup> segundo a equação (Neves, 1970):

$$Q = 0,2785 * D^{2,63} * C * J^{0,54} \quad \text{eq 3.2}$$

Ou, isolando J, tem-se:

$$J = \left( \frac{Q}{0,279 * D^{2,63} * C} \right)^{1,854} \quad \text{eq 3.3}$$

A equação da perda de carga é dada por:

$$J = \frac{hf}{L} \quad \text{eq 3.4}$$

E, substituindo-se J na equação acima obtém-se:

$$hf = \left( \frac{Q}{0,279 * D^{2,63} * C} \right)^{1,8518} * L \quad \text{eq 3.5}$$

Agora, como  $Q_u = 1,14 Q_c$ , então pode-se escrever:

$$hf_u = \left( \frac{1,14 * Q_c}{0,279 * D^{2,63} * C} \right)^{1,8518} * L = 1,27 * \left( \frac{Q_c}{0,279 * D^{2,63} * C} \right)^{1,8518} = 1,27 * hf_c \quad \text{eq 3.6}$$

Isto é equivalente a um acréscimo de 27% na perda de carga, sob a operação horo-sazonal.

A potência útil (Pu) do conjunto motor-bomba, que deve ser fornecido para recalcar o fluido até o reservatório de adução, deve compensar a potência da corrente líquida (N) entre o reservatório de sucção e o de adução. Sendo que "a potência da

<sup>3</sup> Os valores do coeficiente C variam em função do material usado, tempo de uso e das condições da tubulação.

<sup>4</sup> A Perda de Carga Unitária (J) é a perda de carga por unidade de comprimento da canalização. Ela é dada pelo quociente da perda de carga total (h) pelo comprimento da canalização (L).

$$J = \frac{h}{L}$$

corrente líquida é o trabalho que pode realizar por segundo; obtém-se a potência disponível numa seção qualquer, multiplicando a energia existente por unidade de peso, pelo peso do líquido que a atravessa na unidade de tempo." (Neves, 1970)

$$N = \gamma \cdot Q \cdot \left( z + \frac{\rho}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \right) \quad N = [\text{kgm/s}] \quad \text{eq 3.7}$$

E, segundo o teorema de Bernoulli, pode-se reescrever o segundo termo da equação anterior em função da altura manométrica total:

$$H = z + \frac{\rho}{\gamma} + \frac{V^2}{2g} \quad \text{eq 3.8}$$

Considerando-se também que a Potência Útil ( $P_u$ ) do conjunto motor bomba é dada pelo produto da Potência Nominal ( $P_n$ ) pelo Rendimento do conjunto ( $\eta$ ), tem-se:

$$P_u = P_n \cdot \eta \quad \text{eq 3.9}$$

Substituindo-se os resultados das equações acima na equação anterior obtém-se:

$$P_u = \frac{\gamma \cdot Q \cdot H}{\eta} \quad P_n = [\text{kgm/s}] \quad \text{eq 3.10}$$

Deve-se, portanto, verificar qual a nova altura manométrica devido ao aumento da perda de carga. Almeida Neto considera que as perdas de carga médias do sistema ( $h_f$ ) são equivalentes a 10% da altura geométrica ( $H_g$ ) do mesmo.

$$H_f = 10\% \cdot h_f \quad \text{eq 3.11}$$

Da equação 3.6 tem-se também que:  $h_{f_b} = 1,27 \cdot h_{f_g}$

Deste modo, chega-se a uma relação entre as alturas manométricas, já que:

$$H = H_g + h_f \quad \text{eq 3.12}$$

$$\frac{H_b}{H_c} = \frac{H_g + h_{f_b}}{H_g + h_{f_c}} \quad \text{eq 3.13}$$

$$\text{De modo que:} \quad \frac{H_b}{H_c} = \frac{11,27}{11} = 1,025 \quad \text{eq 3.14}$$

Substituindo agora a vazão e altura manométrica de operação no sistema horo-sazonal obtém-se a nova potência de operação:

$$P_b = \frac{\gamma \cdot Q_s \cdot H_s}{\eta} \quad \text{eq 3.15}$$

$$P_v = \frac{\gamma \cdot 1,14 Q_s \cdot 1,025 H_s}{\eta} = 1,14 \cdot 1,025 \cdot \frac{\gamma \cdot Q_s \cdot H_s}{\eta} = 1,17 P_c \quad \text{eq 3.16}$$

Portanto, a potência no sistema horo-sazonal será acrescida de 17%.

A implicação do aumento da potência para a operação do sistema de bombeamento horo-sazonal recai sobre as tarifas, já que os consumidores de Alta Tensão são faturados com uma componente de demanda de potência e outra, de consumo de energia ativa (tarifa binômia<sup>5</sup>). Estes consumidores podem optar por uma tarifa convencional<sup>6</sup>, horo-sazonal verde<sup>7</sup> ou azul<sup>8</sup>. Uma comparação destas tarifas (Table 3.1) mostra que para a operação fora do horário de ponta, tem-se valores iguais tanto para a tarifa verde quanto para a azul, sendo menores do que a tarifa convencional. Pode-se observar que a tarifa horo-sazonal é 44% menor, em termos de consumo e 12% menor em demanda.

Tabela 3.1 - Comparação das Tarifas Convencional e Horo-Sazonal Fora da Ponta

Tensão	Tarifa Convencional		Tarifa Horo-Sazonal Verde ou Azul (Fora de Ponta)	
	Consumo (R\$/kWh)	Demanda (R\$/kW)	Consumo (R\$/kWh)	Demanda (R\$/kW)
A3a (30kV a 44kV)	50,55	3,45	28,46 (-44%)	3,05 (-11,6%)
A4 (23kV a 25kV)	52,41	3,58	29,50 (-44%)	3,15 (-12,0%)

Fonte: Diário Oficial, Nº 80, 29 ABR 1994 (segundo a Portaria Nº 379, 25 abril de 1994)

<sup>5</sup> Os anexos apresentam a Estrutura Tarifária praticada para o Sistema Interligado

<sup>6</sup> Modalidade tarifária aplicável às unidades consumidoras dos grupos A e B (Alta e Baixa tensão). Os consumidores do grupo A, atendidos com uma tensão de até 69 kV, são faturados com uma componente de demanda de potência e outra, de consumo de energia ativa (tarifa binômia). Os consumidores do grupo B atendidos com demanda inferior a 2,3 kW são faturados somente com a componente de energia ativa.

<sup>7</sup> Modalidade tarifária estruturada para a aplicação de um preço único de demanda de potência e de preços diferenciados consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano

<sup>8</sup> Modalidade tarifária estruturada para a aplicação de preços diferenciados de demanda de potência e consumo de energia elétrica, de acordo com as horas de utilização do dia e os períodos do ano

Assim, com base nos valores das potências de operação em cada sistema, na composição da tarifa e no número de horas médias de operação em um mês, pode-se calcular a diferença entre as tarifas pagas pela operação de cada sistema. Os resultados são apresentados abaixo:

Tarifa Convencional:

$$F_c = D_{fca} * TD_c + C * TC \quad \text{eq 3.17}$$

onde:

- $F_c$  = faturamento convencional;
- $D_{fca}$  = demanda faturável;
- $TD_c$  = tarifa de demanda convencional;
- $C$  = consumo médio durante o ciclo de faturamento;
- $TC$  = tarifa de consumo;

Tarifa Verde:

$$F_v = D_{fva} * TD_v + C_p * TC_p + C_{fp} * TC_{fp} \quad \text{eq 3.18}$$

onde:

- $F_v$  = faturamento horo-sazonal;
- $D_{fva}$  = demanda faturável<sup>9</sup>;
- $TD_v$  = tarifa de demanda horo-sazonal;
- $C_p$  = consumo médio no horário da ponta;
- $TC_p$  = tarifa de consumo no horário da ponta;
- $C_{fp}$  = consumo médio no horário fora da ponta<sup>10</sup>;
- $TC_{fp}$  = tarifa de consumo no horário fora da ponta;

Diferença entre as tarifas ( $F_c - F_v$ ):

$$F_c - F_v = (D_{fca} * TD_c + C * TC) - (D_{fva} * TD_v + C_p * TC_p + C_{fp} * TC_{fp}) \quad \text{eq 3.19}$$

A demanda faturada no sistema horo-sazonal é 17% maior que a demanda convencional. Entretanto, para o sistema horo-sazonal o consumo médio no horário da ponta é igual a zero. Isto pode ser equacionado por:

$$D_{fca} = 1,17 * D_{fca} \quad \text{eq 3.20}$$

$$C_p = 0 \quad \text{eq 3.21}$$

<sup>9</sup> É a demanda a ser obrigatoriamente e continuamente colocada à disposição por parte da concessionária ao consumidor, conforme valor e período de vigência fixados em contrato de alta tensão; pago mensalmente pelo consumidor em sua totalidade, independente de ser ou não utilizada.

<sup>10</sup> Conjunto das horas complementares as três horas consecutivas definidas no horário de ponta.

O consumo de energia é dado pelo produto da demanda pelo número de horas médias utilizadas no mês ( $H_m$ ):

$$C = D_{for} * H_m$$

$$H_m = \frac{h * d}{k_1} \quad \text{eq 3.22}$$

$k_1$  = coeficiente de fora de maior consumo

$$k_1 = 1,25$$

Horas operadas no Sistema Convencional

$$H_m = \frac{24 * 30}{1,25} = 576, \text{ hora} \quad \text{eq 3.23}$$

Horas operadas no Sistema Horosazonal

$$H_m = \frac{21 * 30}{1,25} = 504, \text{ hora} \quad \text{eq 3.24}$$

Portanto, substituindo as observações feitas anteriormente a equação que fornece a diferença entre as tarifas torna-se:

$$F_c - F_h = D_{for} * \{TD + TC * 576 - 1,17(TD_{for} + TC_{for} * 504)\} \quad \text{eq 25}$$

A partir dos dados da tabela 3.2 e aplicando um desconto<sup>11</sup> de 15% aplicado aos serviços públicos de Água, Esgoto e Saneamento (AES), conforme a Portaria Nº 379, de 25 de abril de 1994, obtém-se a tabela abaixo com os valores das tarifas convencional e horo-sazonal verde praticadas para AES.

Tabela 3.2 - Tarifa Descontada (15%) Convencional e Horo-sazonal para Água, Esgoto e Saneamento (AES).

Tensão	Tarifa Convencional		Tarifa Horo-Sazonal Verde	
	Consumo (RS/kWh)	Demanda (RS/kW)	Consumo Fora de Pico (RS/kWh)	Demanda (RS/kW)
A3a (30kV a 44kV)	42,97	2,93	24,19	2,59
A4 (23kV a 25kV)	44,55	3,04	25,08	2,68

Fonte: Diário Oficial, Nº 80, 29 ABR 1994 (segundo a Portaria Nº 379, 25 abril de 1994)

<sup>11</sup> Os descontos praticados para os serviços de Água e Esgoto variaram sensivelmente na década de 80. O Anuário de Tarifas de Energia Elétrica (1993) evidencia tal transição antes de 1984 o desconto era de 20%, mudando para 18% em 84 e 15% em 85. Em 86, o desconto passa para 40,9% baixando gradativamente até 15% em 88, onde permanece até hoje.

Assim, para A3a tem-se:

$$\frac{F_c - F_h}{D_{jwc}} = 42,97 + 2,93 \cdot 576 - 1,17(24,19 + 2,59 \cdot 504) \quad \text{eq 3.26}$$

Resolvendo a equação obtém-se uma economia mensal de 175 RS/kW (194 US\$/kW)<sup>12</sup>.

E, para A4:

$$\frac{F_c - F_h}{D_{jwc}} = 44,55 + 3,04 \cdot 576 - 1,17(25,08 + 2,68 \cdot 504) \quad \text{eq 3.27}$$

Resolvendo a equação obtém-se uma economia mensal de 185 RS/kW (206 US\$/kW).

Observa-se da diferença, portanto, que uma economia mensal de 194 US\$/kW (206) é obtida para as unidades consumidoras em A3a (A4) deslocadas para fora do horário de ponta. Isso representa um incentivo econômico para a concessionária de água modificar seu sistema de bombeamento. Entretanto, em muitos casos torna-se também necessário um incremento dos volumes mínimos de reservação. Assim, a viabilidade econômica do sistema proposto só se verificará após estudados os custos devidos aos investimentos em reservação.

A determinação da capacidade mínima de reservação, deve ser estudada juntamente com as curvas de consumo. Entretanto, é raro a utilização da curva de consumo devido à dificuldade de se obtê-la. Sob a hipótese de que o coeficiente da hora de maior consumo ( $k_2$ ) seja 1,50; que a vazão instantânea seja igual à vazão média no horário de pico; e que a curva de variação horária de consumo pode ser descrita por uma senóide (Malta, 1939 apud Tsutyia, 1989) estabelece-se uma expressão para a determinação da capacidade mínima de reservação.

$$C = \frac{k_2 - 1}{\pi} \cdot V \quad \text{eq 3.28}$$

onde:

C = capacidade mínima do reservatório, m<sup>3</sup>;

$k_2$  = coeficiente da hora de maior consumo;

<sup>12</sup> Utilizando as cotações de 07/06/95 do dólar comercial médio R\$=0,90 US\$.

$V$  = volume diário consumido,  $m^3$ .

Resulta da equação anterior uma capacidade do reservatório de 15,9% do consumo diário da população atendida. Este valor será adotado para o cálculo de operação do sistema de bombeamento fora do horário de pico. Entretanto, é hábito comum no Brasil adotar para a capacidade mínima de reserva um terço do volume distribuído no dia de máximo consumo, satisfazendo condições como:

- assegurar reserva de água para combate a incêndios e emergências (acidentes, reparos, etc.);
- atender a demanda no caso de interrupções de energia; e
- manter pressões na rede distribuidora.

A figura 3.1 a), mostra a curva de variação horária de consumo descrita por uma senóide e a linha de adução contínua. Onde o volume do reservatório é dada pela área embaixo da curva (15,9%). A figura 3.1 b), é a curva de adução do sistema horo-sazonal, com uma vazão média 14% maior que a do sistema convencional. A área do reservatório no esquema horo-sazonal é de 23,4% do volume máximo diário (Almeida Neto, 1993). Portanto, o volume adicional necessário (Volume de reservação -  $V_r$ ) será de 7,5% do volume máximo diário. Por questões de segurança adota-se um incremento de 10% no volume total ( $V$ ). Isto é:

$$V_r = 0,14V \quad \text{eq 3.29}$$

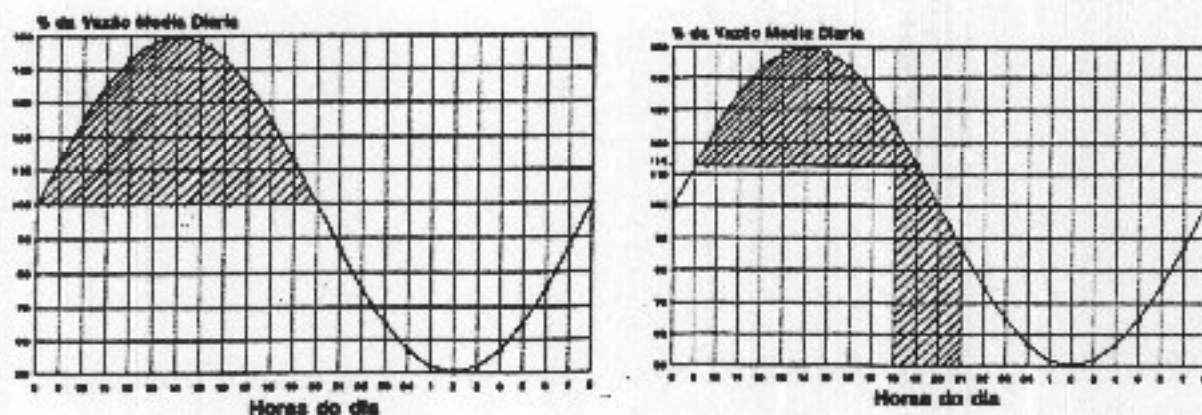


Figura 3.1 - a) curva de variação horária de consumo de adução contínua b) a curva de variação horária de consumo de adução horo-sazonal.



Substituindo-se na equação 3.15, a vazão pela sua relação com o volume bombeado num certo período:

$$Q = \frac{V}{h} \quad \text{eq 3.30}$$

e, nesta, o volume pela relação com o volume de reservação, obtém-se uma relação entre este último, potência e altura manométrica, dada pela equação:

$$P_n = \frac{\gamma \cdot V_r \cdot H}{\eta \cdot h \cdot 0,1} \quad P_n = [\text{kgm/s}] \quad \text{eq 3.31}$$

Como quer-se encontrar o volume de reservação deve-se isolá-lo de modo que:

$$r = \frac{\eta \cdot h \cdot 0,1 \cdot P_n}{\gamma \cdot H} \quad \text{eq 3.32}$$

$$\text{ou} \quad r = \alpha \frac{P_n}{H} \quad \text{eq 3.33}$$

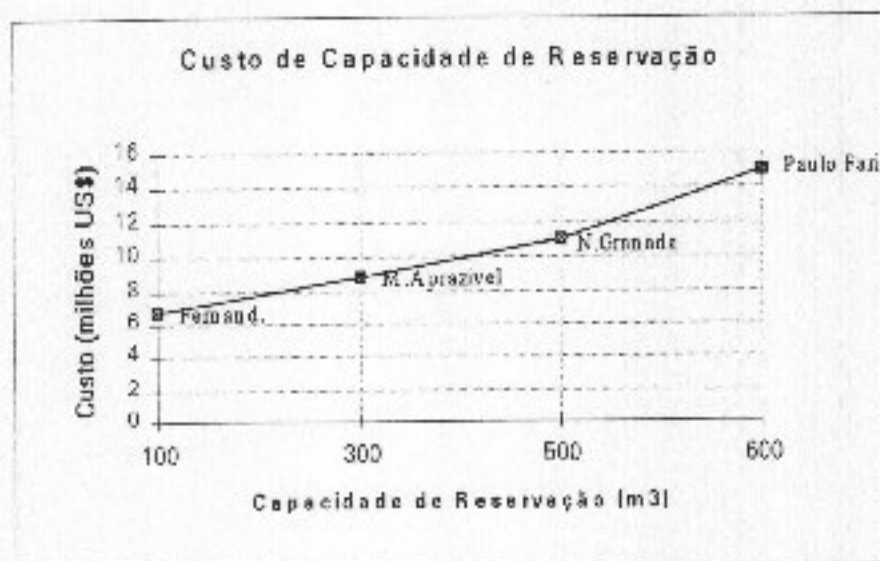
Observa-se portanto que o volume de reservação é diretamente proporcional à potência nominal do conjunto motor-bomba e inversamente proporcional a altura manométrica. Almeida Neto resolve a equação acima<sup>13</sup> para um conjunto com rendimento de 85% operando no sistema horo-sazonal (21 horas), encontra um valor de  $\alpha = 283$ , obtendo a relação para o volume de reservação:

$$r = 283 \frac{P_n}{H} \quad \text{eq 3.34}$$

Finalmente, deve-se tomar os investimentos necessários para garantir tal volume de reservação e compará-lo com as economias possíveis através da mudança da operação. O cálculo dos investimentos em reservação serão estimados através de uma regressão linear dos dados dos custos apresentados para quatro localidades do interior: Fernandópolis, Monte Aprazível, Nova Granada e Paulo de Faria; conforme a figura 3.2.

<sup>13</sup> Para tal, deve-se passar a equação para as unidades do sistema internacional

$$P_n = \frac{\gamma \cdot V_r \cdot H}{\eta \cdot h \cdot 0,1 \cdot 0,734 \cdot 75 \cdot 3600}, \text{ sendo } P_n = [\text{kW}]$$



Fonte: Almeida Neto, 1993.

Figura 3.2 - Custo da Capacidade de Reservação de Quatro Localidades

Adicionalmente, com base nos levantamentos realizados junto à SABESP foram escolhidas as 15 Estações Elevatórias de Água (EEAs) mais representativas em termos de energia e potência consumidas (Tabela 3.3), para a estimação dos custos de reservação.

Tabela 3.3 - Demanda (kW), Consumo (kWh), Número de horas de Operação Médios das Estações Elevatórias de Água

	Demanda (kW/mês)	%	Consumo (kWh/mês)	%	No médio de horas de operação dia
EBA Vila Guarani	1661	2%	929166	2%	18,6
EBA Teodoro Ramos	11149	14%	6707653	15%	20,1
EBA Rio Grande	8058	10%	4857993	11%	20,1
EBA Consolação	2825	3%	1454208	3%	17,2
EBA Vila Yara/ Bela Vista	1486	2%	853455	2%	19,1
EBA Vila Brasilândia	2383	3%	1258311	3%	17,6
EBA Sifão	3398	4%	2175810	5%	21,3
EBA França Pinto	1876	2%	782570	2%	13,9
Booster Cadiri	2833	3%	1527368	3%	18,0
EBA Interlagos	1720	2%	632088	1%	12,2
EBA Vila Mascote	1624	2%	720492	2%	14,8
EBA Sapopemba	2396	3%	1346138	3%	18,7
EEA Guarapiranga	14397	18%	8945013	20%	20,7
EBA Mauá	2026	2%	1284307	3%	21,1
Booster Vila Jaraguá	3738	5%	2502077	6%	22,3
<b>Total</b>	<b>61570</b>	<b>75%</b>	<b>35976609</b>	<b>81%</b>	

Fonte: SABESP, junho de 1994

Apenas uma estimativa foi feita porque não foram obtidas as alturas manométricas a que tais EEAs estariam submetidas. Observa-se que as EEAs estudadas representam 75% da potência (61,5 MW) e 81% da energia (36 GWh) utilizada por todas as EEAs. Pode-se observar também que o número de horas médio de operação, exceção feita a duas estações, é superior a 17 horas. Nas demais EEAs esta média é bem menor (o Anexo apresenta na íntegra os dados obtidos juntos à SABESP e a média de horas para as demais unidades). Em outras palavras, as EEAs de maior capacidade são mais utilizadas justificando portanto que um deslocamento da operação para fora da hora de ponta deve provavelmente ser acompanhada de investimentos em aumento da capacidade de reservação.

A partir da equação 3.34:  $r = 283 \frac{P}{H}$ , encontrada anteriormente pode-se estimar o Volume de Reservação necessário para as EEAs escolhidas. Deve-se entretanto ressaltar que esta relação adota 21 horas de operação do sistema, servindo apenas de base de estimativa para o cálculo. De forma análoga, seriam necessários os valores das alturas manométricas para o cálculo, na falta destes optou-se por uma análise de sensibilidade da variação de Vr. Um cálculo aplicado pode ser realizado facilmente utilizando a metodologia e partindo dos dados caso a caso. Entretanto, este não é o escopo do trabalho, portanto não foi feito aqui. Os resultados obtidos seguem na figura 3.3:

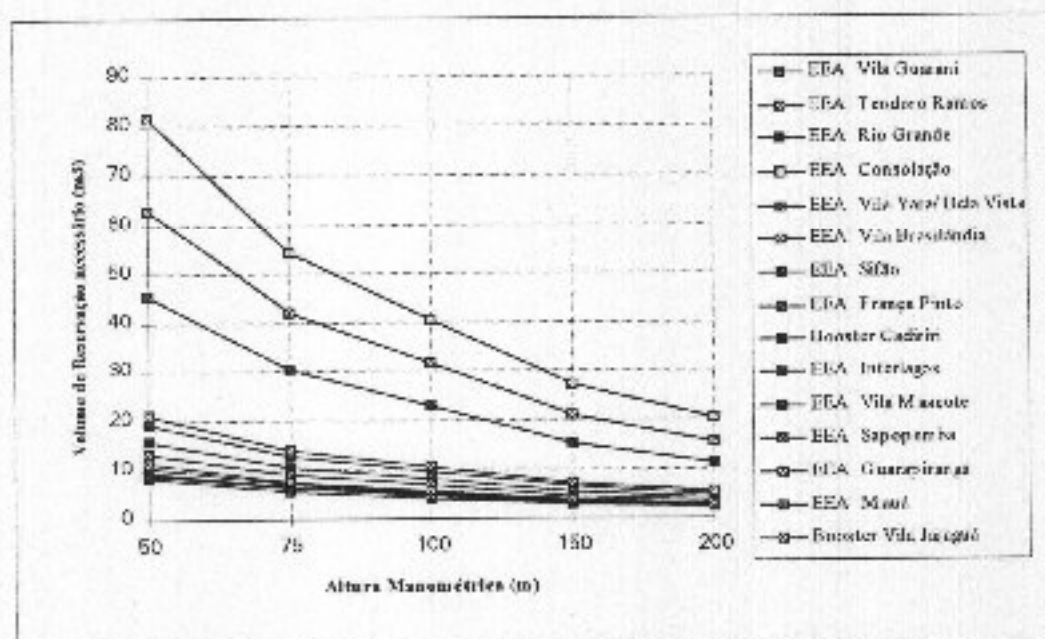


Figura 3.3 - Variação do Volume de Reservação das EEAs da SABESP

Observa-se que apenas as três maiores EEAs, Guarapiranga, Teodoro Ramos e Rio Grande (42% da potência e 46% da energia consumida) diferenciam-se substancialmente das demais, cujos  $V_r$ 's variam entre 5 e 20  $m^3$ , incorrendo em valores de  $V_r$  maiores, entre 45 e 80  $m^3$ . Obviamente, as implicações finais são nos investimentos necessários, conforme pode ser observado no gráfico.

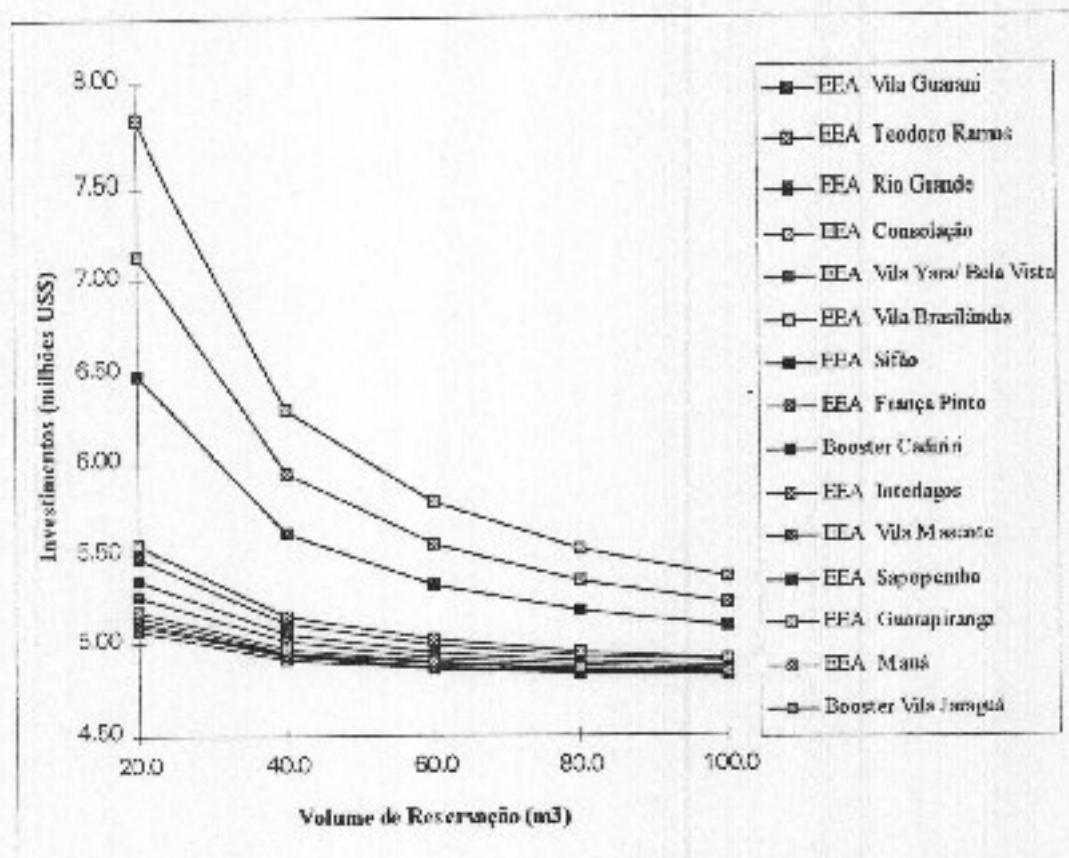


Figura 3.4 - Variação dos Investimentos em Reservação para as EEAs da SABESP

Analogamente, tem-se na maioria dos casos investimentos da ordem de US\$ 5 a 5,5 milhões, exceção feita às EEAs de Guarapiranga, Teodoro Ramos e Rio Grande onde os investimentos podem chegar a US\$ 8 milhões.

Tomando agora as economias possíveis de US\$ 194/kW, para A3a, e US\$ 206/kW (A4) e as potências médias utilizadas nestas EEAs obtém-se o tempo de retorno simples (TRS) dos investimentos realizados. A figura 2, abaixo mostra que o tempo de retorno destes investimentos não ultrapassa 18 meses<sup>14</sup>.

<sup>14</sup> Observa-se também que a variação do TRS em função do  $V_r$  é muito pequena, minimizando portanto os efeitos da falta destes dados

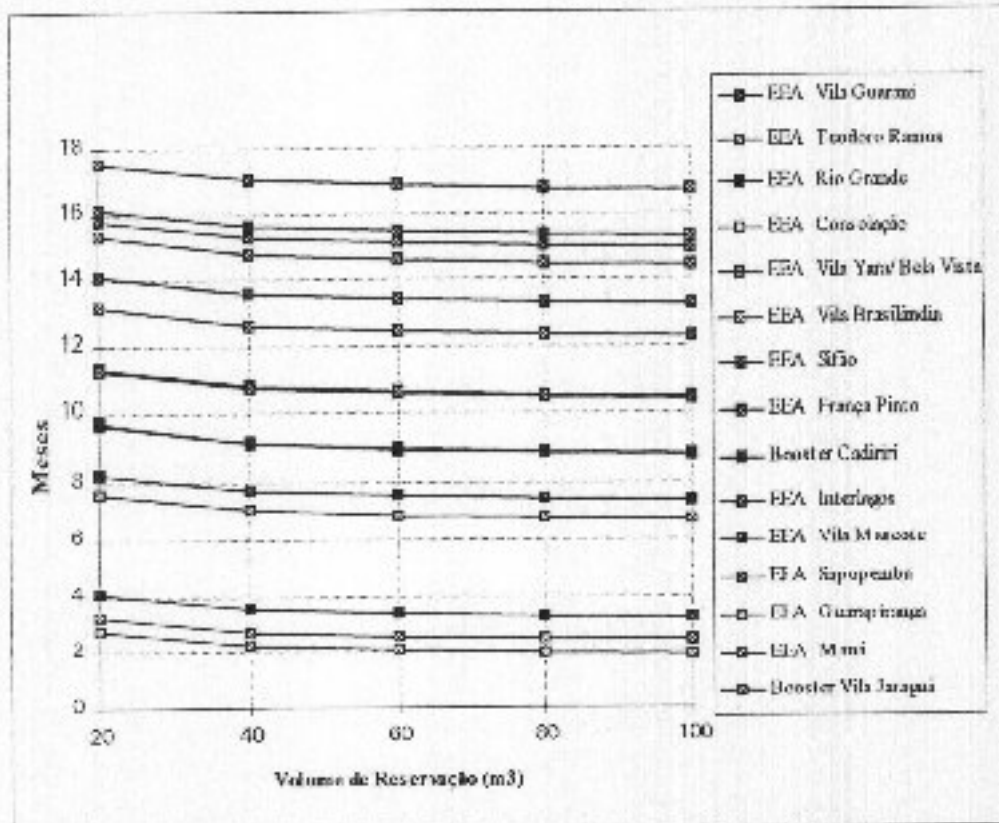


Figura 3.5 - Tempo de Retorno Simples dos Investimentos em Reservação para as EAs da SABESP

Outra constatação é que os maiores tempos de retorno foram obtidos para as menores EAs. No caso das EAs de Guarapiranga, Teodoro Ramos e Rio Grande o retorno do investimento se verificou em menos de quatro meses. Finalmente, estes resultados comprovam a viabilidade econômica do deslocamento da operação de bombeamento para fora da ponta, estabelecendo também um critério de prioridade para as estações de maior porte onde os benefícios dos investimentos retornam a curtíssimo prazo.

### 3.2 Gestão de energia

#### *Introdução*

No abastecimento público, o consumo de energia elétrica dá-se principalmente para o acionamento de motores elétricos e bombas, chegando a 98%. Os outros 2% devem-se ao consumo em iluminação, condicionamento de ar, etc., das instalações administrativas.

O consumo de energia elétrica de um conjunto elevatório é diretamente proporcional ao produto da altura manométrica (H) pelo volume bombeado (V) e

inversamente proporcional ao rendimento do conjunto motor-bomba ( $\eta$ ). Dado pela seguinte relação:

$$E = k \frac{H \cdot V}{\eta} \quad \text{eq. 3.35}$$

onde:

- E = energia consumida, kWh;
- k = fator de proporcionalidade;
- H = altura manométrica de bombeamento, m;
- V = volume de água bombeado, m<sup>3</sup>;
- $\eta$  = rendimento do conjunto motor-bomba.

Da equação acima observa-se que uma redução da energia consumida é resultado do aumento da eficiência do conjunto motor-bomba, ou da diminuição da altura manométrica ou do volume de água bombeado. Diversos fatores devem ser considerados na diminuição do volume de água bombeado, merecem destaque o controle de perdas de água e os componentes das instalações hidráulicas prediais.

Sendo ainda a gestão da oferta todo o conjunto de ações corretivas realizadas no âmbito da concessionária de água ou de sua competência, e gestão da demanda todo tipo de ação realizada no âmbito do consumidor. E, a partir do detalhamento feito no parágrafo anterior, pode-se então caracterizar a gestão da oferta como sendo as ações corretivas que envolvam a eficiência dos conjuntos motor-bomba, a altura manométrica e o controle de perdas de água. E gestão da demanda como sendo as ações nos componentes das instalações hidráulicas prediais.

### 3.2.1 Gestão da oferta

#### 3.2.1.1 Aumento da eficiência do conjunto motor-bomba

Como já foi mencionado anteriormente o acionamento de motores elétricos representa a maior parcela de consumo de energia de um sistema de abastecimento de água e tratamento de esgotos.

Um esforço de redução do consumo de energia em motores deve contemplar seu rendimento. Assim como o fator de potência, o rendimento de um motor é característica de projeto e varia conforme o percentual de carga acionada em relação a sua potência

nominal. Deste modo, a curva característica de um motor mostra que o rendimento permanece alto enquanto a carga acionada está entre 50% a 115% da carga nominal, caindo bruscamente para valores abaixo disso. Este problema incorre, por exemplo, sobre um motor superdimensionado. A seleção adequada de um motor para atender as condições de operação, quando de seu dimensionamento, seria uma boa maneira de contornar este problema.

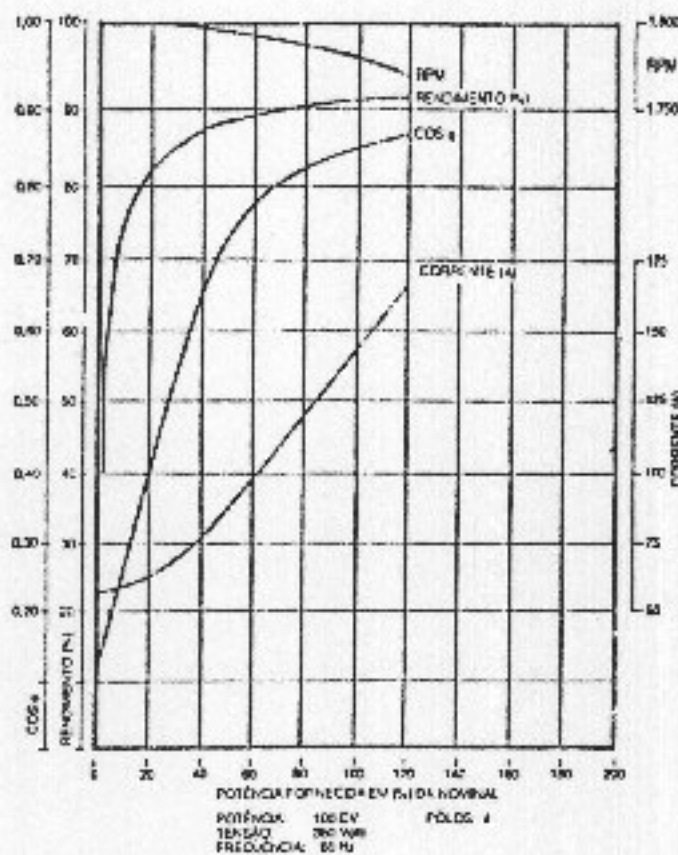
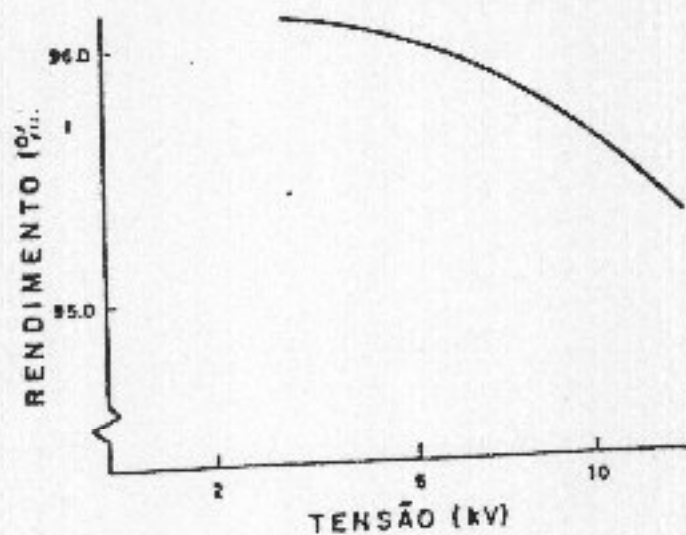
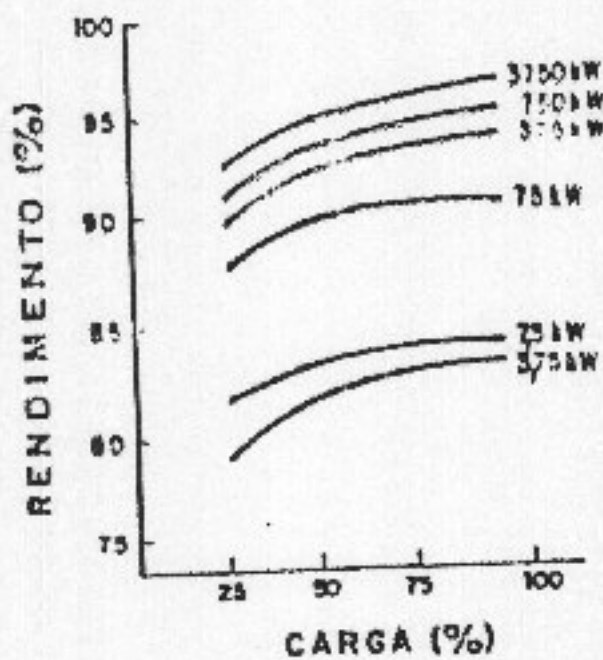


Figura 3.6 - Curva característica do motor em função do carregamento

Influenciam também o rendimento de um motor sua potência e tensão. Os motores de alta potência possuem maior rendimento porque as perdas são menores neste tipo de motor. Num motor de alta potência os rendimentos são altos independentemente das cargas a que estejam submetidos, tornando-se difícil uma melhoria substancial. No entanto, nos motores de alta tensão os rendimentos são menores, já que seus enrolamentos necessitam de maior isolamento.



Fonte: (Pritchett, 1981 apud Tsutyia, 1989)

Figura 3.7 - a) Rendimento em função do carregamento para motores trifásicos de indução com rotor em gaiola; b) Rendimento de motor elétrico em função da tensão

A eficiência do motor depende também das perdas de energia em seu interior, convertidas diretamente em calor. As perdas subdividem-se em (Pereto, 1993):



- Perdas no cobre: são as perdas por Efeito Joule<sup>15</sup> devidas à dissipação de calor nos enrolamentos do estator e no circuito rotórico, nas barras condutoras do rotor.
- Perdas no ferro: são as perdas por histerese<sup>16</sup> e pelas correntes parasitas de Foucault<sup>17</sup>.
- Perdas mecânicas: devidas ao atrito nos mancais, ventilação<sup>18</sup> e à potência necessária ao acionamento do ventilador incorporado ao motor.
- Perdas suplementares: atribuídas à distribuição não uniforme das correntes do cobre, em função da geometria do motor, das tolerâncias adotadas, do isolamento, e aos fluxos dispersos nas ranhuras.

Uma redução das perdas mencionadas reduzirá a quantidade de calor gerada dentro do motor aumentando assim sua eficiência (Wade, J. et al., 1987). Em termos das perdas por Efeito Joule, como a corrente de operação é determinada pela carga, a resistência (R) é reduzida usando condutores maiores e dimensões maiores para os "espaços" do enrolamento.

A oscilação do campo elétrico de 60 ciclos por segundo reverte, a cada ciclo, a polaridade. Uma consequência da reversão de polaridade é a retenção magnética, o que gera calor. Ligas especiais tem sido desenvolvidas para minimizar a retenção magnética, reduzindo assim o calor gerado.

Outra área de atuação é o projeto do motor, operando refrigerado, necessitando, assim, de menor potência para acionar um pequeno ventilador, que dissiparia o calor gerado. As perdas nos mancais podem ser reduzidas pela escolha adequada dos mancais, para isso, o projetista deve se comprometer com dois aspectos: o atrito e a vida útil do mancal.

Cuidados que devem ser tomados na utilização de motores incluem a correção do fator de carga, fator de potência e alteração da tensão. Nos motores em que o fator de potência é baixo as correntes são maiores, aumentando perdas e quedas de voltagem. Adicionalmente, baixos fatores de potência são resultados de motores acionando cargas menores do que as nominais, implicando, portanto, menor potência faturável em relação à potência instalada. O ônus para as concessionárias de energia por manter o sistema elétrico com um dimensionamento maior do que o necessário, garantindo o fornecimento de tal potência sem sua efetiva utilização, e o investimento em equipamentos corretivos,

<sup>15</sup> Perdas do tipo:  $I^2R$ ; I = corrente [A]; e R = resistência [ $\Omega$ ]

<sup>16</sup> Energia elétrica necessária para vencer a relutância do núcleo no caminho do fluxo magnético.

<sup>17</sup> Corrente que ocorre em materiais condutores situados no caminho do fluxo associado ao campo magnético girante.

<sup>18</sup>  $\eta$  a resistência oferecida pelo ar ao rotor girante.

para suprir o excesso de energia reativa<sup>19</sup>, leva à imposição de uma sobretaxa a consumidores, cujas instalações tenham um fator de potência abaixo de 0,92.

As principais causas do baixo fator de potência são: motores e transformadores operando em vazio; motores e transformadores superdimensionados; nível de tensão acima da nominal. A SABESP vem utilizando bancos de capacitores para a correção do fator de potência em suas instalações. Um levantamento realizado em 1989, no interior de São Paulo, mostra 15 unidades com fatores de potência alcançados superiores a 0,90<sup>20</sup> (Tsutyia, 1989).

A correção do fator de carga<sup>21</sup> implica aumentar o número de horas de utilização do conjunto motor-bomba, sendo necessário, na maioria dos casos, sua substituição. A escolha do conjunto motor-bomba é feita na elaboração do projeto, visando atender a 1a, e, em alguns casos, até a 2a etapa. Portanto, até que a etapa atinja maturidade, conforme as estimativas projetadas de crescimento da demanda, os conjuntos permanecem superdimensionados. Sanar tal condição significa rever o procedimento de projeto, estabelecendo condições mínimas de fator de carga por etapa e modulação da expansão. Outro levantamento realizado pela SABESP em 1983, em 68 unidades, verificou que a maioria (52 unidades) apresentava fatores de carga inferiores a 55%. Em apenas 6 casos o fator de carga era superior a 75%. Para os consumidores do grupo A, taxados na componente de potência, isso representa um acréscimo considerável na tarifa paga (Tsutyia, 1989).

A alteração da tensão de alimentação, passando de baixa para alta tensão resulta em: a) maior confiabilidade no fornecimento de energia elétrica (EE); b) amortização do investimento a médio prazo, devido à redução de cerca de 50% do custo de EE; e c) aplicabilidade às instalações com uma demanda de até 225 kW (e 75 kW para instalações em baixa tensão) (SABESP, 1984 apud Tsutyia, 1989). Entretanto, o consumidor deve contar com um transformador próprio para seus equipamentos.

Uma opção alternativa são os motores de alto rendimento, que dispõem de um aumento da massa de material ativo (cobre e chapas metálicas), capazes de reduzir as perdas no cobre e no ferro. Segundo Daffer e Price, um rendimento de 94% para cargas entre 50 a 100% têm sido obtido em países industrializados que vem utilizando estes motores para o bombeamento de água e esgoto.

<sup>19</sup> É a energia solicitada pelos equipamentos elétricos, necessária à manutenção dos fluxos magnéticos; não produz trabalho útil, e é calculada pelo produto da potência reativa (kVAr) pelo número de horas de utilização (h). A unidade é o quilovolt-ampere-reactivo-hora (kVAh). É medido a cada trinta dias pelas concessionárias nas instalações de alta tensão, entretanto quando a instalação conta com motores, também pode ser medido em baixa tensão.

<sup>20</sup> Nesta época, a sobretaxa era cobrada apenas para valores de fator de potência inferiores a 0,85.

<sup>21</sup> É dada pela relação entre a potência média solicitada e a demanda de potência máxima ocorrida numa instalação, num determinado período T.

A potência média pode ser dada pela relação entre a energia consumida no período e sua duração. Deste modo, o fator de carga pode ser entendido como um índice do modo de uso da energia elétrica.

A comparação de um motor de alto rendimento com outro padrão evidencia rendimento e fator de potência maiores para o primeiro, de 1,5 a 3% e de 5 a 15%, respectivamente, conforme observado nas figuras abaixo. Apesar do sobre-custo, entre 15 e 25%, estudos mostram que o investimento pode ser amortizado em cerca de dois anos (Lindhorst, 1978 apud Tsutyia, 1989).

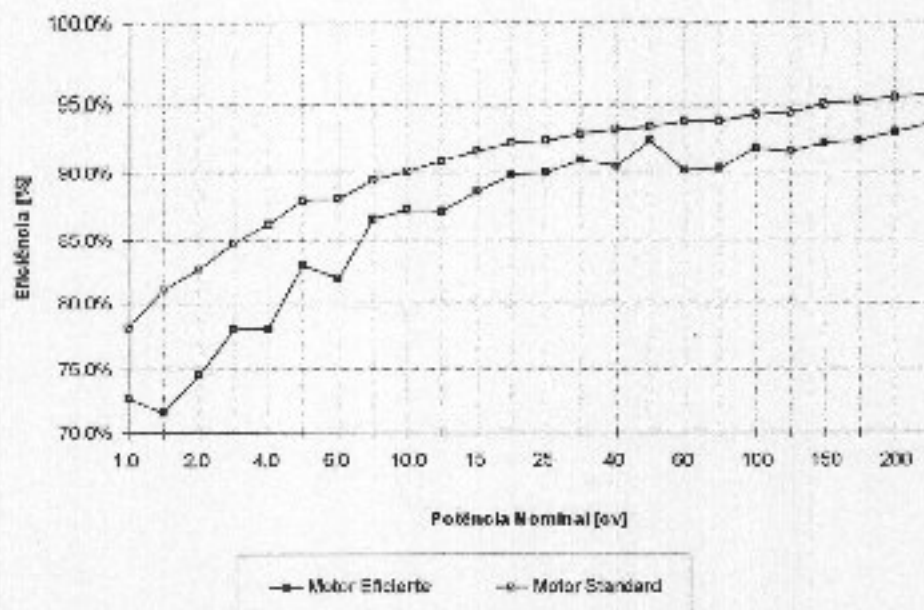


Figura 3.8 - Comparação do rendimento e fator de potência entre motor de alto rendimento e motor padrão (Sauer, 1994)

Portanto, a substituição de motores convencionais por motores de alto rendimento pode ser uma maneira efetiva de conservar energia e, também, capital. Em 1983, a Pacific Gas and Electric Company (PG&E) iniciou um programa de "rebates"<sup>22</sup> para incentivar sua concessionária de água, a California Water Service Company (CWSC), a trocar seus motores. A concessionária realizou inúmeras análises para determinar se os benefícios advindos da troca superariam os de um reparo. A priori, a concessionária identificou 64 motores, que seriam candidatos imediatos à substituição. Depois da análise, ainda 46 motores, ou 72%, foram trocados com um tempo de retorno do investimento de aproximadamente 3 anos. Apesar dos pequenos ganhos individuais da conservação de energia, a conclusão foi que os resultados foram substanciais quando aplicados a uma grande área de atuação (Wade, J. et al, 1987).

<sup>22</sup> O rebate proposto era de US\$ 10 por cavalo-vapor (cv) conectado. O custo do reparo de um motor fadado, mais US\$10/cv para um motor vertical típico de 75 cv era quase o mesmo de um motor novo de alto rendimento.

Um dos problemas encontrados na substituição foi o tamanho dos motores de alto rendimento, maiores que seus antecessores. Tais dimensões, permitem um projeto mais adequado do campo magnético, maximizando a eficiência, bem como, um rotor mais longo para uma melhor controle do fluxo magnético.

Outros cálculos foram realizados por Sauer (1994) sobre o mérito econômico de motores eficientes disponíveis no Brasil. Os principais resultados encontrados foram<sup>23</sup>: a) o custo da eletricidade conservada (CEC) é crescente com o aumento da potência, apresentando pequenas oscilações (figura 3.9);

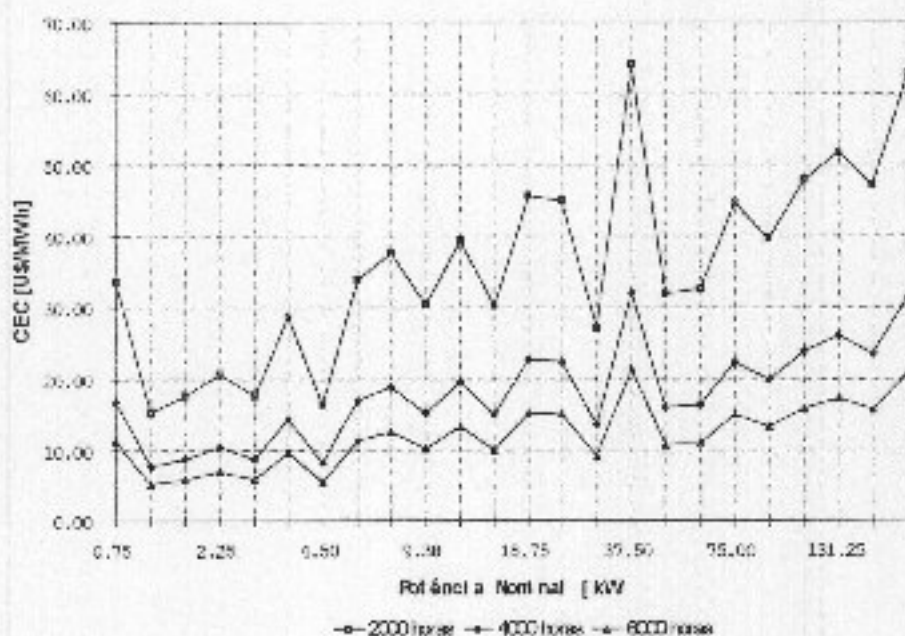


Figura 3.9 - Variação do Custo da Energia Conservada em função da potência e do número de horas de operação (Sauer, 1994)

b) o CEC é tanto menor quanto maior o tempo de uso; c) a Taxa Interna de Retorno (TIR) dos investimentos em motores cresce em função do preço de eletricidade e do tempo de uso; na maioria dos casos foi superior à taxa de juros (figura 3.10)

<sup>23</sup> Maior detalhamento sobre os resultados deste trabalho é apresentado no Anexo I

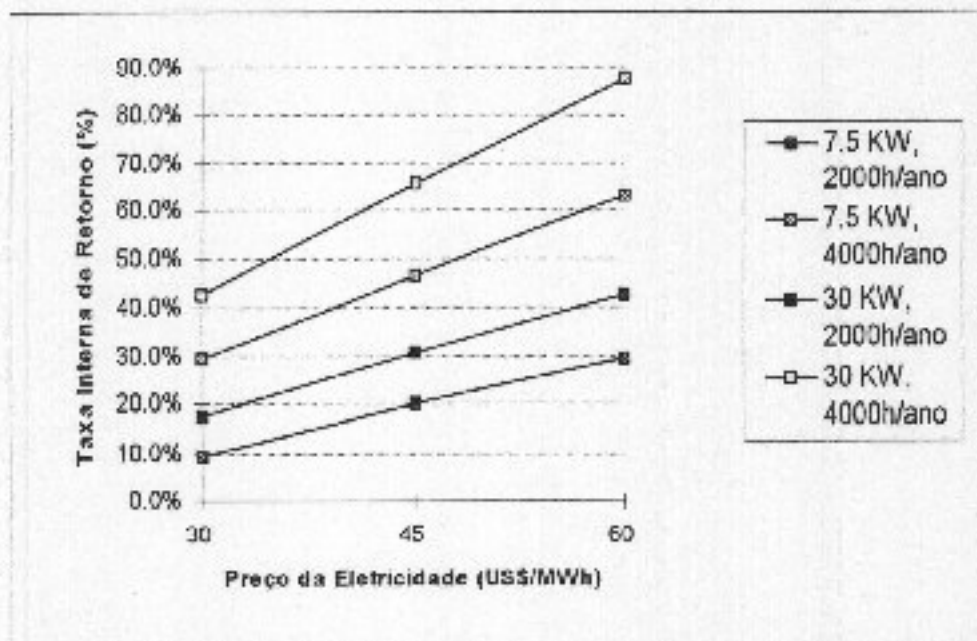


Figura 3.10 - Variação da Taxa Interna de Retorno dos investimentos feitos em motores eficientes de 7,5 e 30 kW em função do preço de energia elétrica (Sauer, 1994).

#### Rendimento da Bomba Centrífuga

Atenção também deve ser prestada à eficiência da bomba, isto é, a relação entre a potência fornecida e a potência consumida pela bomba. O dimensionamento adequado de uma bomba parte do conhecimento das curvas características, já que cada bomba é projetada para operar em máximo rendimento ( $\eta$ ) elevando uma determinada vazão ( $Q$ ) a uma certa altura manométrica ( $H$ ). À medida que o par vazão e altura manométrica se afastam dos nominais, condições ótimas de operação, o rendimento da bomba cai (figura 3.11).

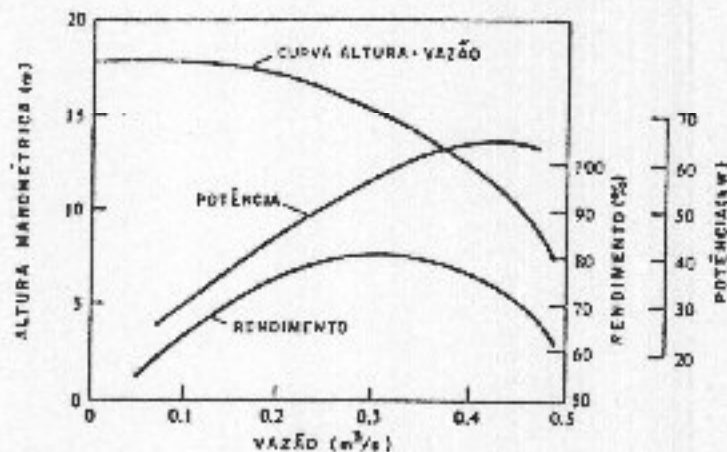


Figura 3.11 - Curva característica de bomba centrífuga de fluxo radial

O rendimento da bomba também é função da rotação específica da bomba<sup>24</sup>. Observa-se que os maiores rendimentos são obtidos com rotações específicas entre 40 e 60. A mesma figura 3.12 mostra que para cada  $n_s$  corresponde um rotor com geometria e características particulares que fornecem o melhor rendimento.

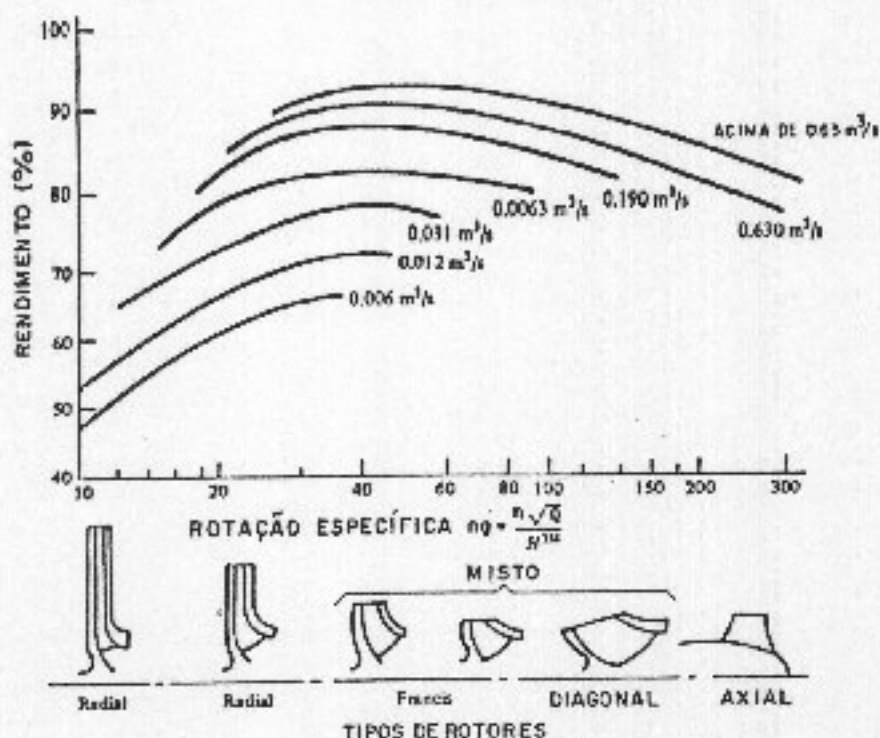


Figura 3.12 - Formas do rotor e rendimento da bomba em função da rotação específica.

Outra consideração deve ser feita quando da utilização de mais de uma bomba. Neste caso, a operação pode ser feita em série ou em paralelo, com o rendimento variando conforme a associação.

No caso da operação em série a mesma vazão passa seqüencialmente por uma e depois outra bomba, cada uma sendo responsável por uma parcela da altura manométrica. A curva combinada das bombas em série é obtida somando-se as alturas manométricas correspondentes à mesma vazão. O ponto ótimo de operação do sistema é dado pela interseção da curva combinada da associação em série de bombas com a curva do sistema elevatório.<sup>25</sup>

<sup>24</sup> A rotação específica é função da rotação, da vazão e da altura manométrica total conforme a seguinte equação:

$$nq = \frac{n \sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$

<sup>25</sup> A relação entre a altura manométrica total do sistema de elevação do líquido (altura geométrica + perdas de carga) e a vazão de bombeamento forma a curva característica do sistema elevatório

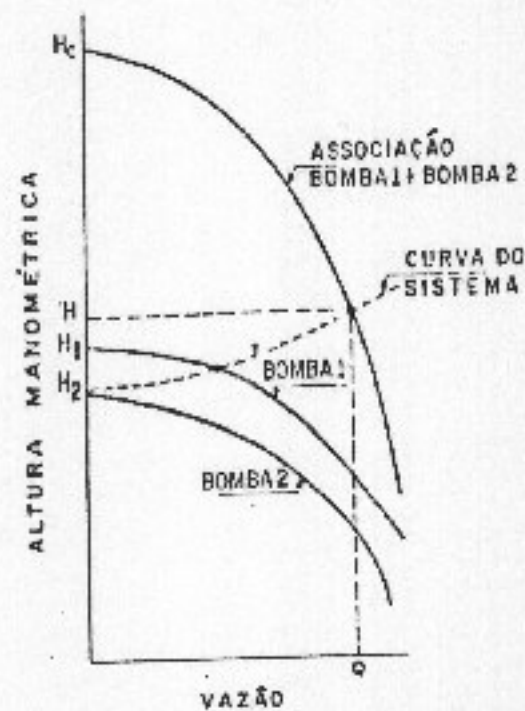


Figura 3.13 - Curva combinada de operação com bombas em série.

No caso da operação de bombas em paralelo, cada bomba atuando sob uma mesma altura manométrica responde por uma parcela da vazão total recalçada. A curva combinada das bombas em paralelo é obtida somando-se as vazões correspondentes à mesma altura manométrica. O ponto ótimo de operação é dado pela interseção da curva combinada da associação em paralelo com a curva do sistema elevatório.

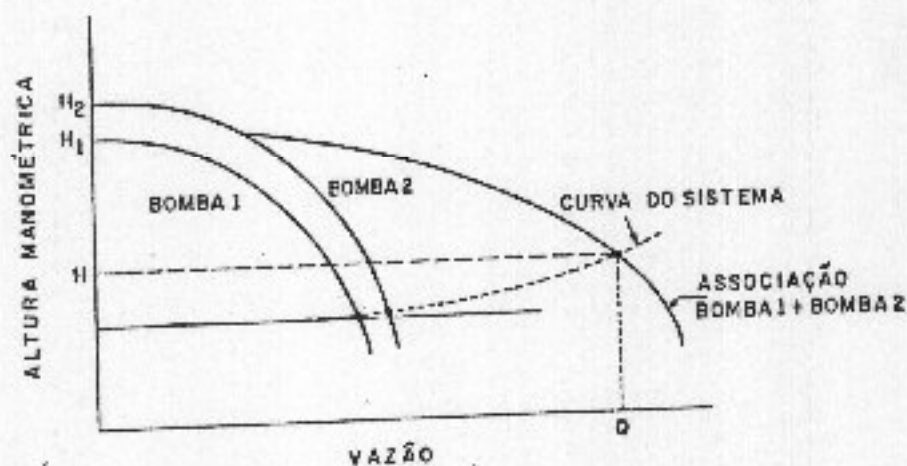


Figura 3.14 - Curva combinada de operação de bombas em paralelo

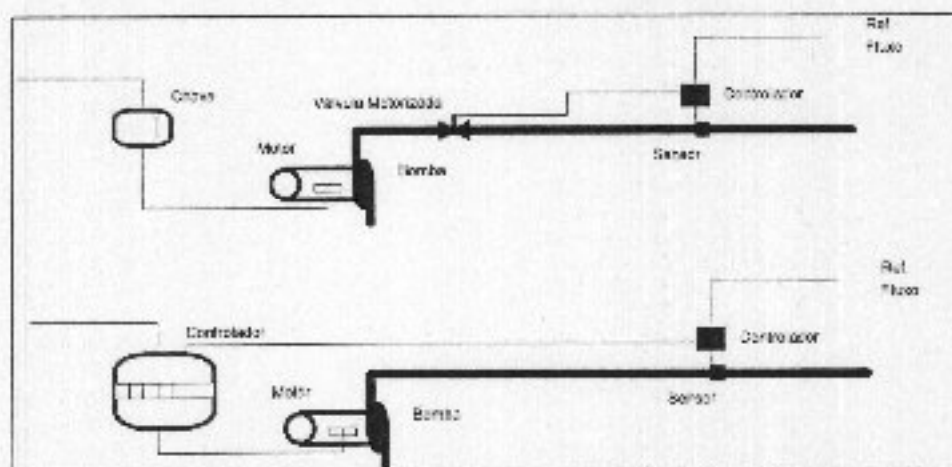
Em cada caso, portanto, é necessário a avaliação da escolha da bomba adequada, de modo a obter o máximo rendimento. Entretanto, muitas vezes a baixa eficiência das bombas é função da discrepância entre as condições de projeto e as de operação.

### Utilização de Variadores de Rotação<sup>26</sup> nos Conjuntos Motor-Bomba

No item anterior, foi visto que a bomba opera em condições ótimas para uma vazão nominal. Entretanto, há situações em que o sistema solicita uma vazão menor, tornando-se necessário um controle de vazão. Há duas maneiras de efetuar este controle: através de manobras de válvula ou pela variação de rotação da bomba.

As manobras de válvula podem ser feitas pela instalação de uma válvula a jusante da bomba, ou por uma válvula no *by-pass*. No primeiro caso, a vazão é controlada pela redução do diâmetro da tubulação. No segundo, o controle é feito através do controle de válvula do *by-pass*. A redução da vazão é obtida aumentando-se a abertura da válvula. Em ambos os casos, há um aumento da perda de carga, diminuição da vazão e redução do rendimento da bomba, o que, em última análise, aumenta o consumo de energia, por volume bombeado.

A variação de rotação, entretanto, pode ser feita sem grandes perdas de carga no sistema, através do controle direto da velocidade do motor. Controlando-se assim, a quantidade de energia elétrica entregue ao motor, que transferirá apenas a parcela necessária à bomba e ao fluido. O esquema típico destes dois métodos de controle é mostrado na figura 3.15, a seguir.



Fonte: Sauer, 1994

Figura 3.15 - Sistema de Fluxo/Pressão variável com controle por válvula e bomba de velocidade fixa (acima) e controlador de velocidade do motor.

<sup>26</sup> Os variadores de rotação podem também ser chamados de controladores de velocidade. Aqui, os dois termos foram utilizados indiscriminadamente com o mesmo significado.



O estrangulamento do fluxo pela válvula modifica a curva do sistema. Já a diminuição de rotação modifica a curva da bomba. Como pode-se notar pela figura 3.16 a bomba apresenta uma curva de operação (par vazão-altura manométrica) para cada rotação.

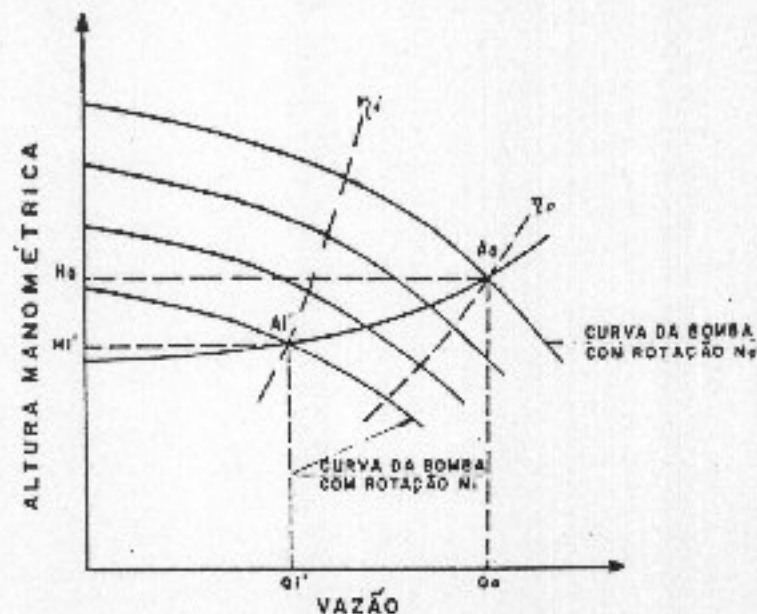
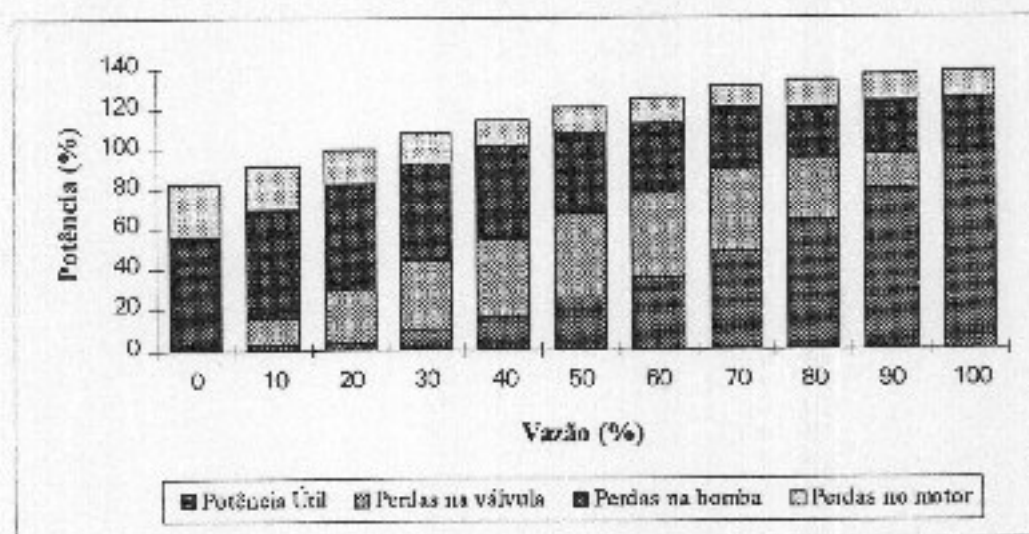


Figura 3.16 - Controle de vazão pela variação de rotação da bomba

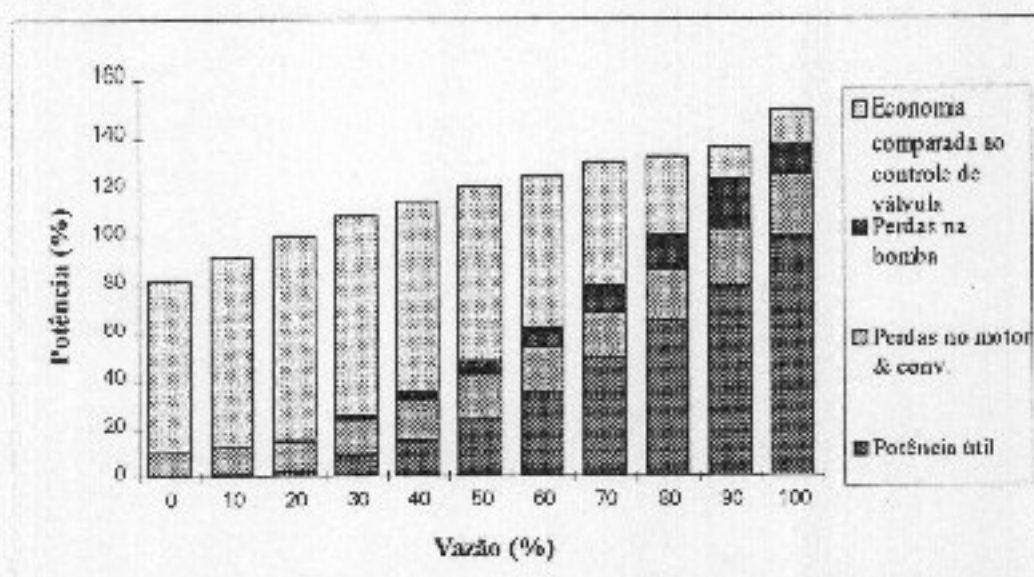
Uma comparação das perdas na válvula, no motor e na bomba em função da vazão de operação, decorrentes do uso de válvula está mostrado na Figura 3.17. Apenas uma parcela da potência total entregue ao conjunto realiza trabalho em termos de potência útil. A parcela complementar é perdida, em frações cada vez maiores, conforme o incremento do controle de vazão, nos elementos do conjunto motor-bomba.



Fonte: Petola, 1991 apud Sauer & Lima, prelo

Figura 3.17 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controle de válvula para controle de vazão.

Comparando-se as perdas decorrentes do uso de variadores de rotação ao controle por uso de válvula, pode-se notar que as perdas na bomba e no motor são bem menores no primeiro caso. A Figura 3.18, abaixo, ilustra o impacto do uso de variadores de rotação para controle da vazão de uma bomba com carregamento variável. Pode-se observar que à medida que a vazão é restringida (diminui) as economias tornam-se maiores.

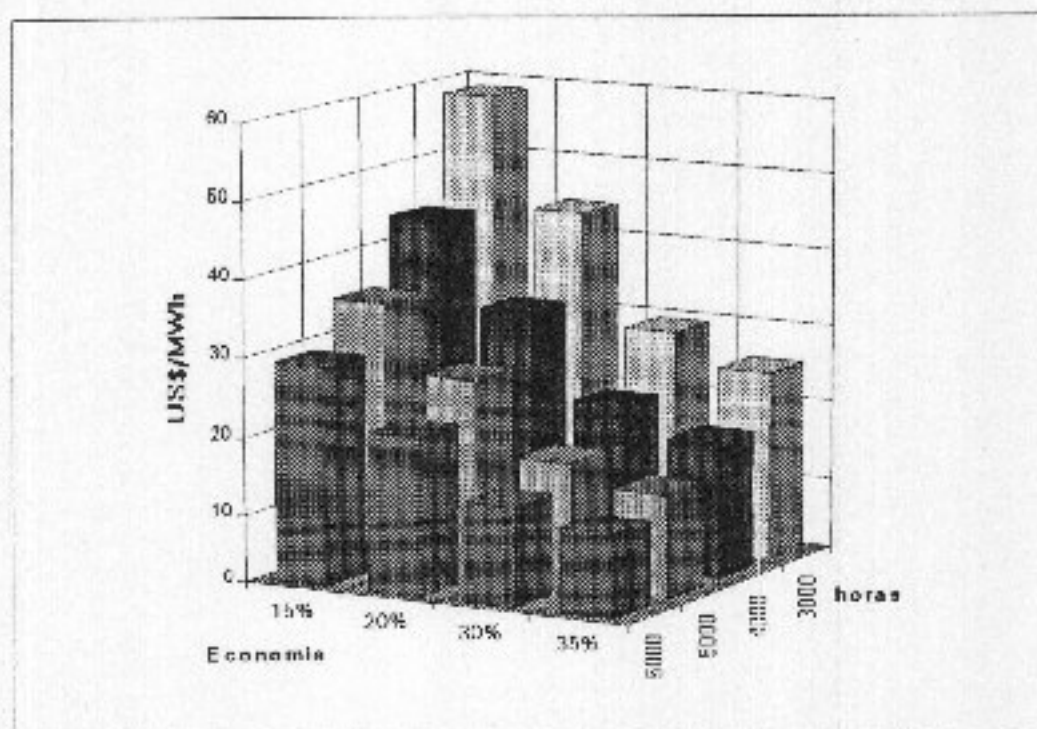


Fonte: Petola, 1991 apud Sauer & Lima, prelo

Figura 3.18 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controlador de velocidade para controle de vazão.

Sendo assim, a viabilidade econômica da aplicação de um variador de rotação é função do preço, dos ganhos possíveis através do seu uso, do número de horas de utilização e do preço da eletricidade. Estes aparelhos encontram-se disponíveis para diversas faixas de potência. Na figura 3.19, foi feita uma análise de um variador de rotação de 40 cv em função do número de horas anuais e da economia de energia estimada para sua aplicação. Os resultados fornecem os valores do custo da energia conservada<sup>27</sup> (US\$/kWh), isto é, o custo do investimento feito na compra e instalação de um controlador de velocidade (US\$) relativo à economia de energia elétrica (kWh) por ele proporcionada.

<sup>27</sup> O conceito de custo da energia conservada, bem como, o de outras figuras de mérito econômico serão elaborados mais detalhadamente no capítulo 4.



Fonte: Sauer & Lima, prelo

Figura 3.19 - Custo da energia conservada para variadores de rotação encontrados no Brasil (motor de 40 cv).

Outros cálculos do mérito econômico foram realizados (Sauer, 1994) para diversos controladores de velocidade WEG disponíveis no Brasil. Os principais resultados encontrados foram<sup>26</sup>: a) o custo específico do controlador (US\$/kW) é decrescente com o aumento da potência; b) o custo da eletricidade conservada (CEC) é também decrescente com o aumento da potência, sendo tanto menor quanto maior o tempo de uso, com exceção do controlador de 7,5 kW encontrou-se CECs bem inferiores aos preços de eletricidade; c) a redução de consumo necessária para viabilizar a instalação do controlador de velocidade encontrada ficou entre 22% a 8% para o preço da eletricidade variando de 40 a 60 US\$/MWh; e d) a Taxa Interna de Retorno (TIR) dos investimentos realizados em controladores de 37,5 e 300 kW, com uso superior a 3000 horas e economia de energia de 30% foram superiores à taxa de juros.

Os variadores de rotação podem ser de vários tipos: eletromagnéticos; de tensão; hidráulico; de resistência; e de frequência. Os variadores de rotação possuem diferentes rendimentos em função da rotação a que estão submetidos, segundo a figura 3.20 (Tsutyia, 1989). O variador de frequência apresenta o melhor rendimento para diversas rotações, cerca de 80%, enquanto os demais variadores partem de rendimentos entre 30

<sup>26</sup> Maior detalhamento sobre o trabalho é apresentada no Anexo I

a 45%, para uma rotação de 50%, aumentando linearmente com o incremento da rotação de operação.

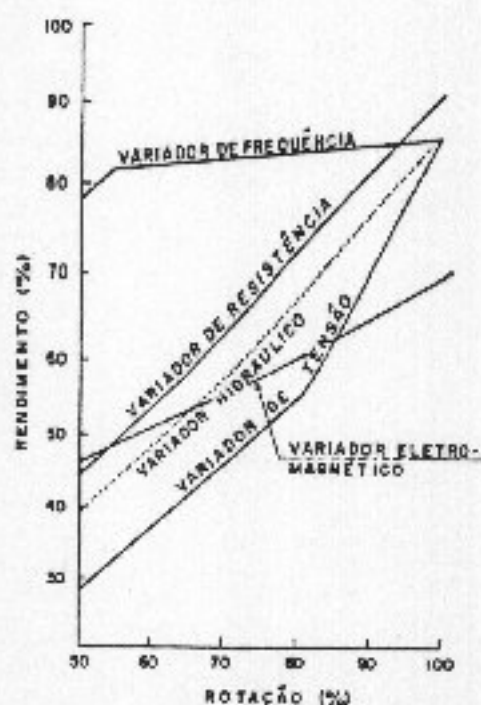


Figura 3.20 Rendimento de diferentes variadores em função da rotação

### 3.1.2.2 Redução da altura manométrica

A altura manométrica é a carga que deve ser vencida pela bomba para o bombeamento do líquido. Para determiná-la deve-se considerar suas componentes: a altura geométrica e as perdas de carga. A altura geométrica é dada pelo desnível geométrico entre o nível do líquido na extremidade da tubulação de recalque e o líquido no poço de sucção. As perdas de carga distribuídas em uma tubulação de adução de água são função do coeficiente de atrito ( $f$ ), do comprimento da tubulação ( $L$ ), do diâmetro da tubulação ( $D$ ) e da velocidade média de escoamento do fluido ( $v$ ), segundo a fórmula universal:

$$h_f = f \cdot \frac{L}{D} \cdot \frac{v^2}{2g} \quad \text{eq 3.36}$$

onde:

$h_f$  = perda de carga distribuída, m;

$f$  = coeficiente de atrito, função do número de Reynolds ( $Re$ ) e da rugosidade relativa ( $k/D$ );

$L$  = comprimento da tubulação, m;

$D$  = diâmetro da tubulação, m;

$v$  = velocidade média, m/s;

$g$  = aceleração da gravidade,  $m/s^2$ .

Uma redução da altura manométrica pode ser obtida através da atuação nas suas componentes. Supondo um sistema bem projetado, dificilmente se consegue uma redução na altura geométrica. Entretanto, muito pode ser feito para a redução das perdas de carga através de vários tipos de ações: a) dimensionamento da tubulação; b) limpeza ou revestimento da tubulação de recalque; c) eliminação de ar em tubulações de recalque (hidráulica e mecanicamente); e d) disposição das tubulações na elevatória.

#### a) dimensionamento da tubulação

Segundo a equação acima, as perdas de carga são minimizadas quanto maior o diâmetro da tubulação. Entretanto, o custo da tubulação aumenta com o diâmetro. Por outro lado, o dimensionamento de uma linha de recalque não é determinado hidráulicamente, porque para uma dada vazão, diminuindo-se o diâmetro da tubulação, aumenta-se a potência necessária do equipamento de recalque; aumentando-se o diâmetro, diminui-se a potência. Existem, portanto, inúmeros pares diâmetro-potência que podem ser escolhidos para uma determinada vazão. Portanto, o dimensionamento da tubulação deve ser feito comprometendo-se com estes fatores: minimização da perda de carga e do custo associado à linha. Tecnicamente, entretanto, são feitas algumas restrições quanto às velocidades limites, máxima e mínima, evitando a possibilidade de abrasão e deposição nas tubulações.

Nota-se que, estes fatores são ainda insuficientes para a determinação de um par diâmetro-potência. A minimização do custo das instalações, considerando os custos das tubulações, dos conjuntos motor-bomba e da energia elétrica, é que realmente determina a escolha do par diâmetro-potência.

#### b) limpeza ou revestimento da tubulação de recalque

Quando há formação de incrustações<sup>29</sup> na superfície interna da tubulação, opta-se, geralmente, pela limpeza periódica ou revestimento *in situ* das tubulações assentadas. A limpeza é comumente feita com equipamentos de raspagem. "Nos tubos metálicos revestidos, tubos de PVC, concreto e fibrocimento, utiliza-se o "polly-pig", equipamento

<sup>29</sup> A formação de incrustações é função de fatores como alcalinidade, dureza, sólidos em suspensão no fluido, temperatura, velocidade e o estado da superfície interna da tubulação.

dotado com fita de material abrasivo, para não danificar a parte interna da tubulação. No caso de tubos metálicos não revestidos emprega-se o "polly-pig" com escovas de aço, ou ainda, o raspador de arraste hidráulico." (Tsutyia, 1989). O revestimento é usado em tubulações de ferro dúctil com problemas de incrustação e corrosão, devolvendo as características de adução. O revestimento é economicamente viável, quando comparado com a troca por uma tubulação nova, para diâmetros acima de 150 mm.

A partir das constatações do Programa de Controle e Desenvolvimento Operacional acerca da corrosão de ramais, devido à agressiva ação do solo, a SABESP passou a utilizar ramais de Polietileno de Alta Densidade (PAD) nas novas ligações, além da substituição dos ramais de ferro galvanizado. Outra medida foi a execução de serviços de limpeza e/ou revestimento em 58 km de rede, com tubulações de diâmetros variando entre 200 a 700 mm (Alonso, 1986)

c) eliminação de ar em tubulações de recalque:

O acúmulo de ar nas tubulações restringe a seção de escoamento do líquido causando redução na capacidade e incremento da perda de carga, além de outros problemas, como: corrosão das tubulações, diminuição da eficiência das bombas, cavitação, dificuldades operacionais nos filtros (Wisner, 1975). Em instalações de recalque, a perda de carga ocasionada pelo acúmulo de ar causa uma redução da vazão e aumento do consumo de energia.

O ar pode ser retirado hidráulica ou mecanicamente. A possibilidade de remoção hidráulica do ar ocorre quando "a velocidade média de escoamento ( $v$ ) é igual ou maior que um certo valor mínimo, denominado velocidade crítica ( $v_c$ )" (Tsutyia, 1989). Vários estudos foram realizados relacionando a velocidade crítica com a declividade da tubulação, os resultados mostram que quanto maior for a declividade maior a velocidade crítica. Quando a velocidade é menor que  $v_c$ , a remoção do ar é feita mecanicamente através de uma válvula de expulsão de ar (ventosa).

d) disposição das tubulações na elevatória.

Geralmente, não se consegue reduções significativas de perda de carga pela mudança na disposição das tubulações da elevatória. Entretanto, deve-se evitar as configurações em ângulo reto, devido às singularidades. A norma faz recomendações de disposições diferentes para bombas verticais, horizontais e mistas.

### 3.1.2.3 Controle de Perdas de água

O controle de perdas de água no Brasil é recente. O primeiro Programa de redução de perdas só foi implementado a partir de 1978, com a meta de reduzir o volume de perdas na Região Metropolitana de São Paulo RMSP para 20% até o final de 1983 (Borba Jr., 1978 apud Tsutyia, 1989)

Dentre as várias ações que o programa previa, estava incluída a redução de vazamentos; melhoria na concepção do projeto de redes; e a melhoria na construção de obras, abordando a questão de controle de perdas.

Dois levantamentos da SABESP em 5 setores da RMSP com características diversas, feitos em 1985 (Alonso, 1986) e em 1990 (Borges, 1993), mostraram que: a) mais de 85% dos vazamentos ocorrem na ligação predial (cavaletes, registro e ramal); b) quanto maior a pressão na rede, maior a incidência de vazamentos - mais de 50% dos vazamentos foram observados nas tubulações com pressões superiores a 46 metros de coluna de água (mca); e c) quanto mais antiga, maior a incidência de vazamentos - cerca de 40% dos vazamentos ocorrem nas tubulações com mais de 20 anos.

Estas conclusões permitiram uma reorientação das ações do Programa de Redução e Controle de Vazamentos da SABESP, de modo que: (Alonso, 1986)

- Reavaliasse a setorização, mapeando em cada setor: as zonas de pressão, a probabilidade de ocorrência de vazamentos, zonas críticas conforme o tipo de solo e a idade das tubulações;
- Intensificasse a pesquisa de vazamentos não visíveis nas áreas com redes mais antigas e com maiores pressões;
- Reduzisse as pressões na rede a valores abaixo de 60 mca, correspondente a apenas 30% da área da rede, estimando-se uma redução nos vazamentos de 6%;
- Reduzisse o tempo para o conserto dos vazamentos;
- Introduzisse uma sistemática de controle das equipes de geofonamento e reparo de vazamentos.

Apesar dos esforços do programa a SABESP não conseguiu atingir a marca de 20%. As ações do programa atingiram uma melhoria sensível de 1977 a 1986, passando de 36% para 25%<sup>30</sup>. Entretanto, a falta de investimentos na área operacional ocasionou um aumento destes índices chegando aproximadamente a 29% em 1988 (Borges, 1989).

<sup>30</sup> Tal evolução foi acompanhada através do índice IP1, que reflete a perda de volume medido. Um segundo índice também acompanhado é o IP2, que reflete a perda de volume faturado. A política tarifária da SABESP, de cobrança de uma taxa fixa para consumos de até 10 m<sup>3</sup> e da tarifa social para favelas, justifica o uso de dois índices. A variação IP2 vem sendo medida a partir de 1983, até 1986, passou de 25,2% para 24%

### 3.2.2 Gestão da demanda

#### 3.2.2.1 Componentes das Instalações Hidráulicas Prediais

A gestão da demanda caracteriza-se pela gestão do uso da água junto aos consumidores, os agentes responsáveis pela sua demanda. Este consumo pode ser caracterizado pelo tipo de consumidor, dividindo-se em quatro tipos de consumidores, ou setores: residencial, comercial, industrial e público. A quantidade de água consumida em cada um desses setores pode ser reduzida de diversas formas: modificação nas características dos componentes das instalações hidráulicas e prediais; concepção e aperfeiçoamento das instalações hidráulicas; mudança de hábito e de uso de água em processos industriais; reciclagem; e reuso, sem que haja perda de conforto dos usuários ou desempenho das instalações.

A questão da redução do consumo de água pela atuação nos aparelhos sanitários será tratada mais adiante, junto com a caracterização e hábitos de consumo do setor. No capítulo 4 serão analisadas tecnologias eficientes para diferentes usos, tentando englobar um número de aparelhos que seja representativo em termos do consumo.

### 3.3 Consumo Setorial

A partir de três relatórios da Diretoria Comercial, de novembro de 93, fevereiro de 94 e setembro de 94 (SABESP, 1993; SAM 75; SABESP, 1994), obtém-se os dados setoriais do consumo água. Pode-se observar que estes dados são bastante diferenciados, tanto em termos quantitativos quanto qualitativos. As médias de consumo residencial variam entre 24,7 m<sup>3</sup>/mês a 18,0 m<sup>3</sup>/mês, são sempre inferiores aos consumos médios dos demais setores.

Nota-se também que a participação do consumo residencial frente ao total é a mais significativa, situando-se entre 75% a 85%, conforme o período avaliado. A partir dos dados apresentados, observa-se uma variação na participação do setor residencial, isto pode dever-se à sazonalidade do consumo de meses de inverno. A tabela 3.4 apresenta para cada setor os dados dos relatórios quanto à distribuição do consumo; o número de economias; e a média de consumo.



Tabela 3.4 Estrutura de Consumo de Água da rede pública na Região Metropolitana de São Paulo

	Consumo		Economias		Média de consumo
	m <sup>3</sup> /mês	(%)	número	(%)	m <sup>3</sup> /economia.mês
Residencial	71214975	77%	2881508	90%	24,7
Comercial	12735677	14%	280386	9%	45,4
Industrial	4859912	5%	32502	1%	149,5
Público	3244770	4%	6348	0%	511,1
Total	92055334		3200744		28,8

Fonte: Relatório Diretoria Comercial, referente a novembro de 1993

OBS.: Os dados não consideram a venda de água por atacado ( 24 milhões) e água para o interior ( 32 milhões).

Categorias	Consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)		Número de economias		Consumo/ economia m <sup>3</sup> /mês
	Total	%	Total	%	
Residencial	57993394	84,46	3225456	89,05	17,98
Comercial	7351378	10,71	355668	9,82	20,67
Industrial	1627980	2,37	31351	0,87	51,93
Público	1694585	2,47	9518	0,26	178,04
Total	68667337		3621993		18,96

Fonte: Sistema Auditor Metropolitan, 1995 (SAM 75).

OBS.: Os dados não consideram a venda de água por atacado ( 23,5 milhões) e água para o interior ( 32 milhões).

	Consumo		Economias		Média de consumo
	m <sup>3</sup> /mês	(%)	número	(%)	m <sup>3</sup> /economia.mês
Residencial	58682240	75%	2951803	90%	19,9
Comercial	11364927	14%	286419	9%	39,7
Industrial	5160790	7%	31352	1%	164,6
Público	3509636	4%	6720	0%	522,3
TOTAL	78717593		3276294		24,0

Fonte: Relatório Diretoria Comercial, referente a setembro de 1994

OBS.: Os dados não consideram a venda de água por atacado ( 23,5 milhões) e água para o interior ( 32 milhões).

Estes consumos variam conforme apresentado nas tabelas anteriores de dados de consumo fornecidos pela diretoria comercial. Nos tópicos seguintes uma projeção da demanda do setor será feita, assim, partindo de um conjunto de dados diferentes obter-se-iam resultados distintos para projeção. Deste modo, os dados de consumo de fevereiro utilizados no SAM 75 foram escolhidos por permitirem bases de comparação coincidentes para a projeção.

### 3.3.1 Caracterização do Setor Residencial

Ao estudar o setor residencial é importante caracterizar o tipo e tamanho dos domicílios que o compõem, dado que a composição futura do setor residencial deve influir na projeção de consumo. Aqui, serão estabelecidos a distribuição dos domicílios por tipo e pelo número de dormitórios, avaliando conforme resultados de outros trabalhos a importância desta caracterização para o consumo de água.

O setor residencial da RMSP é formado por cerca de 3,9 milhões de domicílios. Destes, a maior parte, 81% em 1990, são casas. Os apartamentos constituem apenas 15,3%; entretanto, sua taxa de crescimento, 5,26%a.a. no período de 80/91, foi 2,3 vezes maior que a taxa de crescimento de casas, 2,3%a.a., conforme a tabela 3.5. O crescimento no período apresentou a seguinte distribuição: casas 30,5 % e apartamentos 69,5%.

Tabela 3.5 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo o Tipo de Domicílios 1981-1990(1) RMSP

Tipo de Domicílio	1981		1990		TGCA (%) 1990/1981
	Nos. Abs.	%	Nos. Abs.	%	
Casa	2553485	83,2	3135778	81	2,31
Apartamento	372377	12,1	590899	15,3	5,26
Rústico(2)	93307	3	87131	2,3	-0,76
Quarto ou Cômodo	49415	1,6	56931	1,5	1,59
Sem Declaração	558	0	0	0	0
Total	3069422	100	3870759	100	2,61

Fonte: IBGE: Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios, 1981 e 1990 apud Empasa, 1992.

(1) Dados ajustados pela Empasa, com base nos resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991.

(2) Domicílio Rústico: Aquela em cuja construção houve a predominância de materiais improvisados, como paredes de taipa, madeira aproveitada, piso de terra, tijolos de barro ou adobe e coberturas de madeira, palha ou sapé.

A tabela 3.6 mostra que mais de 84% dos domicílios possuem 1 ou 2 dormitórios (D), respectivamente com 41,4 e 42,8%, outros 14% devem-se a domicílios com 3 dormitórios (D). Nota-se também pela taxa de crescimento dos domicílios de 1, 2 e 3 dormitórios que a tendência assumida no período de 80/91 foi a preferência por residências com maior número de dormitórios. A taxa de crescimento total do número de domicílios foi de 2,61% a.a., maior que o valor da taxa de crescimento populacional, no mesmo período, de 1,86%, evidenciando a tendência do aumento do bem-estar<sup>31</sup> da população da RMSP.

<sup>31</sup> Deve-se ressaltar que o crescimento da construção civil na RMSP é acompanhado de decréscimo do número de habitantes por domicílio, conforme os dados de IBGE: Censos Demográficos de 1970 e 1980 e resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991.

Tabela 3.6 - Domicílios Particulares Permanentes Ocupados, segundo o Número de Dormitórios: 1981-1990(1) RMSP

No Dormitórios	1981		1990		TGCA (%) 1990/1981
	Nos. Abs.	%	Nos. Abs.	%	
1 Dormitório	1343832	43,8	1602829	41,4	1,98
2 Dormitórios	1230638	40,1	1655426	42,8	3,35
3 Dormitórios	420604	13,7	535704	13,8	2,72
4 Dormitórios ou Mais	74548	2,4	75916	2	0,23
Sem Declaração	-	-	864	0	-
Total	3069422	100	3870739	100	2,61

Fonte: IBGE, Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios, 1981 e 1990 apud Empresa, 1992

(1) Dados ajustados pela Empresa, com base nos resultados preliminares do Censo Demográfico de 1991.

A questão relevante é saber quantos banheiros correspondem ao número de dormitórios de um dado domicílio. Partindo de dados de 1977 a 1988 do Boletim de Lançamentos, publicação da Empresa Brasileira de Estudos de Patrimônio, Ilha (1991) estabelece que: cerca de 33% dos edifícios lançados correspondem a apartamentos<sup>32</sup> com dois dormitórios e um banheiro (2D/1B); 19% , a apartamentos com 3 dormitórios e dois banheiros (3D/2B); e 14% a apartamentos com 4 dormitórios e três banheiros (4D/3B). Segundo a tabela acima, observa-se o número de domicílios com 4 dormitórios ou mais é apenas 2%, uma participação pouco relevante na distribuição total, assim eles não serão considerados na projeção de consumo.

Lembrando a relevância do caráter metodológico do modelo frente aos resultados numéricos - devido ora à escassez de dados, ora à incerteza inerente aos mesmos -, inferiu-se que os domicílios de 1 dormitório tenham apenas um banheiro (1D/1B) e que, apesar dos levantamentos analisados tratarem de apartamentos edifícios, a distribuição do número de banheiros por domicílio estabelecida permanece válida para casas. Tais hipóteses são importantes já que os domicílios com 1D correspondem a 41% do total; e casas correspondem a 81%.

A partir da taxa de crescimento populacional, da distribuição dos domicílios por número de dormitórios (1990) pode-se projetar o número futuro de domicílios<sup>33</sup> com 1D, 2D e 3Ds. Antes disso, porém, estimou-se a distribuição de domicílios com 1D, 2D e 3Ds, nos anos futuros, levando em conta a taxa de crescimento por número de dormitórios verificada no período anterior (80/91). A tabela 3.7 mostra estes resultados.

<sup>32</sup> Desconsideraram-se dormitórios de serviço, banheiros de serviço e lavabos no cálculo do número de dormitórios e banheiros.

<sup>33</sup> Esta projeção pode ser feita através da taxa de crescimento total de domicílios apresentada na tabela 3.. Entretanto, nota-se que esta taxa (2,61% a. a.) é maior que a taxa de crescimento populacional (1,86% a. a.), isso é devido à assimilação gradual da demanda reprimida por construção civil pela população excluída desta possibilidade.

Tabela 3.7. - Projeção do número de domicílios e banheiros

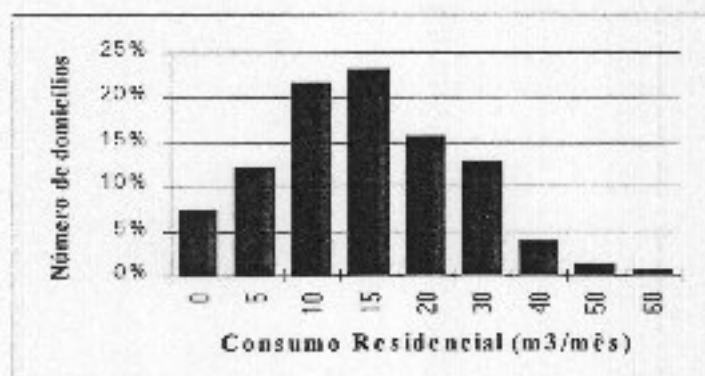
tipo dorm	1990	1990	1995	2000	2005	2010	2015
1D/1B	1602829	41%	40%	39%	38%	38%	37%
2D/1B	1655426	43%	44%	45%	46%	46%	47%
3D/2B	535704	14%	14%	14%	14%	14%	14%
4D ou +	76780	2%	2%	2%	2%	2%	2%
total	3870739						

A projeção respeita a tendência de crescimento dos apartamentos com 2D e a redução de apartamentos de 1D. Desta forma, estabelece-se o parque potencial de equipamentos substituíveis nos anos futuros. Estes dados serão utilizados quando forem estabelecidos programas de conservação.

### 3.3.2 Caracterização do consumo residencial

Uma série de dados são necessários para a caracterização do consumo do setor residencial, deve-se abranger: o comportamento do consumo ao longo do dia (curva de carga), número de consumidores por faixa de consumo, relevância dos consumos de cada faixa em termos do consumo total, estratificação de renda, o tipo de consumo e equipamentos por estrato, etc.

A partir de dados da SABESP, pode-se montar o histograma da figura 3.21, que mostra a distribuição das economias estratificadas em termos de consumo. Observa-se que cerca de 60% do total de economias consomem entre 10 e 20 m<sup>3</sup>/mês, este valor sobe para mais de 75% na faixa de consumo de 10 a 30 m<sup>3</sup>/mês.

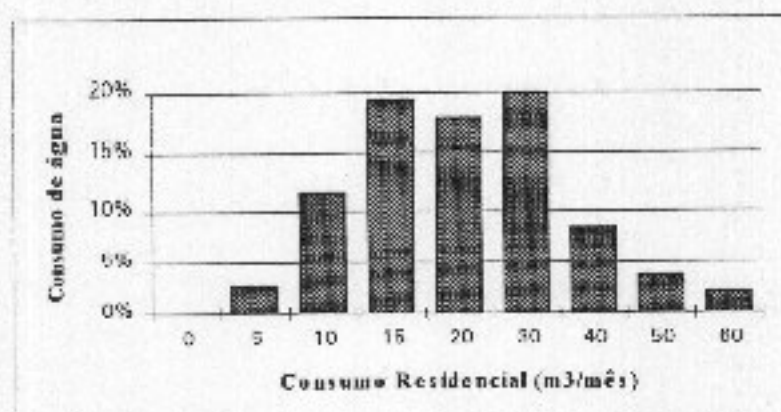


Fonte: SABESP.

Figura 3.21 - Estratificação de Residências (Economias) segundo o Consumo Mensal.

A figura 3.22 mantém a estratificação do consumo residencial, evidenciando o consumo total de cada um. Observa-se que os consumidores entre 10 e 20 m<sup>3</sup>/mês consomem cerca de 50% do total, incluindo ainda os consumidores até 30 m<sup>3</sup>/mês

obtem-se 70% do consumo total do setor residencial. Com base ainda nestes dados, chega-se a um consumo médio de 16,2 m<sup>3</sup>/mês na capital, 13,6 m<sup>3</sup>/mês no resto dos municípios e 15,7 m<sup>3</sup>/mês considerando toda a RMSP. A variação do consumo mensal faz com que este valor oscile.



Fonte: SABESP, cadastro de consumos e consumidores, agosto 1994.

Figura 3.22 - Consumo Percentual de Residências (Economias) Estratificadas segundo o Consumo Mensal.

Montenegro, em trabalho realizado para o Município de São Paulo, fornece o consumo domiciliar segundo duas classificações: o consumo médio mensal de uma economia e o número de habitantes por economia. Como resultado final apresenta o consumo percapita distribuído por classe, e o valor médio, característico aos habitantes de São Paulo em três dias da semana (Quarta, sábado e domingos). A tabela 3.8, abaixo, mostra estes resultados segundo a classificação pelo consumo.

Tabela 3.8 - Classificação do consumo domiciliar de São Paulo conforme a faixa de consumo

Classe	Consumo mensal (m <sup>3</sup> /mês)	No ligações pesquisadas	consumo diário percapita (litros)
A	até 5	19	99
B	5 até 10	54	121
C	10 até 20	155	185
D	20 até 30	91	149
E	30 até 45	32	159
F	50 até 65	9	168
G	65 até 90	7	217

Fonte: Montenegro, 1987

Do conjunto de classes de consumo pesquisado, resultou uma média de 161 litros percapita médio para o consumo domiciliar diário na cidade de São Paulo (Montenegro, 87). Apesar do estudo considerar apenas a cidade de São Paulo, seus resultados serão

utilizados para toda a RMSP na análise da viabilidade financeira de substituição de equipamentos eficientes por classe de consumo, feito no capítulo 4.

### 3.3.3 Hábitos de consumo

Pode-se discernir o consumo de água no setor residencial entre o uso externo e o uso interno. O uso externo caracteriza-se basicamente por duas atividades: a rega de jardins e a lavagem de carros, pátios e ruas. Para ambas as atividades, o uso se faz através do uso de torneiras.

O uso interno é caracterizado pelo uso em três diferentes cômodos da residência: a cozinha, o banheiro e a área de serviço. O consumo em cada um destes cômodos ocorre de maneira diferente para atividades e tecnologias distintas. Na cozinha, a água destina-se à cocção ou ingestão; pode também ser utilizada em máquinas de lavar louça e torneiras de água quente ou fria. As torneiras de água quente podem ser elétricas ou ainda estar ligadas ao sistema de aquecimento da residência. No banheiro, a utilização se deve à bacia sanitária, ligada a uma válvula de descarga ou caixa de descarga; ao bidê; ao chuveiro, elétrico ou ligado ao sistema de aquecimento; à banheira, podendo ter hidromassagem; e ao misturador ou à torneira de lavatório. Na área de serviço, último cômodo de uso interno, o consumo se dá através do tanque ou da máquina de lavar roupas.

O consumo intradomiciliar depende de vários fatores econômicos, sociais e culturais. Assim, estudos em países, ou regiões diferentes atingem resultados distintos. No Brasil, algumas amostras foram feitas para avaliar os hábitos de consumo residencial em algumas regiões ou classes sociais, entretanto, não existe um estudo mais amplo a que se possa recorrer como referência para as médias de consumo intradomiciliar.

A partir do estudo de Holmberg na Suécia, avalia-se o consumo interno de água quente e fria em dois dormitórios: cozinha e banheiro, obtém um resultado da ordem de 205 litros (Holmberg, 1980). O estudo não considera o uso da água para a lavagem de roupa e inclui a lavagem de louça na utilização da torneira da cozinha, propondo a seguinte participação do consumo interno: torneira de cozinha 39%; chuveiro 19%; bacia sanitária 27%; e torneira de lavatório 15%.

Entretanto, vários outros estudos realizados estimam os consumos de pontos de uso diferentes incluindo a lavagem de roupa e louça. A tabela abaixo traz um resumo dos resultados de alguns destes estudos, com uma série de valores de consumo de água segundo cada componente ou atividade. Resultado importante é a constatação de que 65% do uso de água doméstico devem-se ao uso das bacias sanitárias e banhos, evidenciando o grande potencial de conservação (Flack, 1982).

Tabela 3.9 - Consumo doméstico de água (litros-percapita/dia)

	Linawala Bailey ver et al., 1969	Kreissl, 1971	Felton, 1974	Metcalf & Eddy, 1976	Nelson, 1975	Sharpe 1975	Flack, 1981	Bennett & Linsted 1975	Flack, 1982	Este trabalh média (7)	uso (%)
bacia sanitária	25	25	24	25	34	25	25	14,7	24,7	23,8	38%
bunho/chuveiro	20	20	20	19 <sup>(5)</sup>	20	20	20	8,7	18,5	17,8	29%
lavatório	3	2		4,9	3	3	3	4,9	3,2	3,4	5%
lavar roupa	9	10 <sup>(2)</sup>	8,5	11,6	14 <sup>(2)</sup>	15 <sup>(3)</sup>	10	11,6	12,6	10,3	17%
louça		3,8	3,8	1,1		4	6	4,5	10,4	3,9	6%
beber/cozinhar	7 <sup>(2)</sup>	3	10 <sup>(2)</sup>	2,7 <sup>(2)</sup>	2	4	3		3	3,0	5%
total	64	63,8	59	44,5	60	76	64	44,4	62,1	62,1	100%

Fonte: Flack, 1982; Korten, 1995.

Nota: (1) Inclui o lavatório

(2) Inclui a lavagem de louça

(3) Inclui centrifugador de lixo

(4) Inclui "garbage disposer" centrifugador de lixo e a lavagem de louça

(5) Inclui "Utility sink"

(6) a média reuniu os dados das oito primeiras referências.

(7) a média reuniu os dados das onze referências, incluindo as três últimas

Embasado no consumo médio diário per capita estratificado (tabela 3.8) e a distribuição do consumo de água por uso final (tabela 3.9) foi avaliada uma distribuição do consumo por uso final estratificada para a RMSP, conforme a tabela 3.10.

Tabela 3.10 - Estimativa da distribuição do consumo de água por uso final estratificado para a RMSP

		Consumo percapita diário (l)					Média
		C	D	E	F	G	
bacia sanitaria	38%	70	57	60	64	82	61
banho/chuveiro	29%	54	43	46	49	63	47
lavatório	5%	9	7	8	8	11	8
lavagem roupa	17%	31	25	27	29	37	27
lavagem louça	6%	11	9	10	10	13	10
beber/cozinhar	5%	9	7	8	8	11	8
total	100%	185	149	159	168	217	161

Esta distribuição servirá de base para a análise financeira e projeção de consumo domiciliar estratificado. Isso será determinado fazendo uso das hipóteses de eficiência das tecnologias abordadas. Estabelece-se uma média de economia potencial para cada tipo de tecnologia utilizada. Posteriormente, é estimado o impacto da inserção de tal tecnologia no consumo estratificado. Entretanto, ressalta-se que existe uma enorme variedade de modelos de cada equipamento, os preços variam significativamente entre os mais simples e complexos. Neste sentido, apenas uma tecnologia de cada tipo foi escolhida devido a dois motivos principais: à falta de informações dos fabricantes e à crescente complexidade do modelo. Este ponto será retomado no capítulo 4.

### 3.4 Conclusões

Os resultados obtidos para gestão de carga evidenciam a viabilidade da operação do sistema com bombeamento fora do horário de pico. Aplicando-se a tarifa horazonal verde obtém-se uma economia mensal de US\$ 194 para cada kW retirado da ponta, para a potência vendida em tensão A3a. Uma economia mensal de 206 US\$/kW é obtida para a tensão vendida em A4.

A operação fora da ponta implica aumento do volume de reservação. Os investimentos necessários para aumentar os volumes de reservação das estações elevatórias foram calculados em função da variação da altura manométrica. Foram



obtidos tempos de retorno simples destes investimentos inferiores a 18 meses. Os melhores resultados foram encontrados para as estações elevatórias com maior necessidade de reservação e para as quais maiores investimentos; nestes casos o TRS foi inferior a 4 meses.

A redução da energia consumida no bombeamento de água pode ser obtida atuando-se em três componentes: reduzindo o volume de água bombeado, reduzindo as alturas manométricas do sistema e aumentando a eficiência do conjunto motor-bomba. Cada um destes pontos foi avaliado. A redução do volume de água utilizado no setor residencial traz reduções no volume final de esgotos domésticos produzidos. Os problemas do tratamento de esgotos são minimizados, já que estes são mais críticos devido aos volumes e não em devido à concentração.

Foi avaliada a eficiência do conjunto motor-bomba analisando separadamente questões ligadas à eficiência do motor, da bomba e adoção de variadores de velocidade. Em termos da eficiência do motor, a avaliação sugeriu: ações relativas à minimização das perdas de energia no interior do motor; correções no fator de carga, correção no fator de potência; alteração da tensão de alimentação; e adoção de motores eficientes. Esta última mostrou-se economicamente viável segundo informações dos fabricantes nacionais.

Em termos da eficiência do conjunto de bombas avaliou-se a relação da altura manométrica e vazão. Avaliou-se também as condições ótimas da utilização de mais de uma bomba conforme a operação em série e em paralelo. Em ambos os casos, o ponto de operação depende da curva do sistema elevatório.

A utilização de variadores de rotação foi considerada como alternativa da operação com estrangulamento do fluxo. Tal opção minimiza as perdas na válvula, na bomba e no motor, além de ser economicamente viável.

A redução da altura manométrica pode ser obtida, por exemplo, através da limpeza e revestimento da tubulação de recalque. Observa-se que o revestimento é economicamente viável quando comparado com a substituição, para diâmetros maiores

de 150 mm. O aumento do diâmetro da tubulação, a eliminação de ar em tubulações e a disposição das tubulações evitando ângulos retos são fatores que também contribuem para a redução das alturas manométricas.

A redução do volume de perdas implica redução no volume de água tratada. Tal redução tem implicação na redução do volume de químicos utilizados e no volume final de esgotos produzidos, minimiza os impactos ambientais advindos da captação e da poluição.

Avaliou-se também a questão da redução do consumo de água, devido à atuação nos componentes das instalações hidráulicas prediais, no setor residencial. O setor foi analisado avaliando as características de consumo, a estratificação das residências por tipo e faixa de consumo e os hábitos que determinam o consumo em cada ponto de uso. As hipóteses colocadas servirão de base para as projeções dos cenários futuros de consumo do setor.

## **CAPÍTULO 4 - AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO RACIONAL DE ÁGUA**

### **4.1 Introdução**

O consumo de energia para o abastecimento de água em todo o Brasil atinge 3% do consumo total de eletricidade para o país. Este consumo é equivalente ao consumo de eletricidade para Iluminação Pública no Brasil.

Até aqui percorreu-se as possibilidades de uso racional de água e energia através da gestão do bombeamento, ações para melhoria da eficiência do conjunto motor-bomba, diminuição das perdas de carga e controle de perdas devido a vazamentos na rede de distribuição. Todos estes esforços contribuem para o melhor aproveitamento de recursos escassos, postergação dos investimentos de expansão e redução do volume de esgotos gerados, condições necessárias a um processo de desenvolvimento sustentável. Outra possibilidade de redução do consumo de água é a utilização de equipamentos hidráulicos eficientes. No capítulo anterior, caracterizou-se o consumo, identificando os benefícios possíveis da atuação no setor residencial.

## 4.2 Caracterização das tecnologias eficientes abordadas

Inicialmente, foi feita uma revisão bibliográfica dos estudos já publicados sobre o consumo de água nestes pontos de uso. Posteriormente, compilou-se alguns dados sobre o estado das tecnologias eficientes disponíveis no Brasil a partir de informações de fabricantes. O consumo das tecnologias abordadas foi estudado, fazendo-se uma comparação do consumo de equipamentos convencionais e eficientes e avaliando ganhos possíveis em cada ponto de uso.

### 4.2.1 Tecnologias Abordadas (revisão bibliográfica)

Neste estudo maior enfoque foi dado às tecnologias eficientes de uso interno. Foram investigados o consumo em três cômodos: cozinha, banheiro e área de serviço. Na cozinha, foi investigado o consumo de água nas torneiras de água fria e das máquinas de lavar louça; e no banheiro, foram investigados o consumo de chuveiros, torneiras de água fria e bacias de descarga com caixas de descarga. Na área de serviço, analisou-se o consumo em máquinas de lavar roupa.

#### *Chuveiros*

Limitadores de fluxo em chuveiros são projetados para entregar menos quantidade de água por unidade de tempo que os modelos convencionais. A restrição de água se faz diminuindo o tamanho da passagem de água. Chuveiros americanos convencionais operando sob uma pressão de 276/345 kPa (40/50 psi), com a chave totalmente aberta, operavam com uma vazão de 0,31 a 0,62 l/s (5 a 10 gpm) (Moses, 1975 apud Flack, 1982). Os chuveiros eficientes, com limitadores de fluxo, reduziam a vazão a 0,16 a 0,19 l/s (2,5 a 3,0 gpm) (Bailey et al., 1969 apud Flack, 1982).

Estimativas realizadas supondo uma duração do tempo de banho de cinco minutos encontraram uma economia de até 28 litros percapita/dia (7,5 gpd) (Metcalf & Eddy, 1976 apud Flack, 1982). Um estudo inicial da água economizada no programa da Washington Suburban Sanitary Commission (WSSC) verificou uma economia de 12%, entretanto estudos posteriores mostraram que este consumo aumentou.

Uma questão comumente levantada com relação a este aumento é a de que a restrição na vazão tornaria o banho ineficaz sendo necessário mais tempo do que o usual,

mantendo o consumo constante ou até aumentando-o. Entretanto, isso não se verificou conforme um estudo realizado por Konec. A amostra pesquisada neste estudo, utilizando chuveiros de vazão de 0,16 l/s (2,5 gpm) tomavam um banho gastando em média 6,1 segundos. A utilização de chuveiros eficientes com vazão de 0,09 l/s (1,5 gpm) reduziu a média de tempo gasto, passando para 6,0 segundos. Talvez isso se deva à sensação de conforto obtida pelo chuveiro eficiente, ou talvez o tempo de utilização não seja necessariamente uma função do fluxo, sendo apenas função de hábitos impostos (Konec, 1995).

Testes e vazões em chuveiros feitos pela Agência de Água do Estado da Califórnia exigiam que os chuveiros eficientes tivessem uma vazão máxima de 0,19 l/s (3 gpm) a 311 kPa (45 psi) e mínima de 0,12 l/s (1,9 gpm) a 207 kPa (30 psi). Os chuveiros selecionados que atendiam à exigência custavam cerca de US\$ 3 a unidade, comprados em quantidade; e os restritores de fluxo externo (acoplados) custavam US\$ 2 (California Department of Water Resources, 1978 apud Flack, 1982). Custos que seguramente tomam sua implementação economicamente viável.

A quantidade de água economizada por chuveiros eficientes é difícil de estimar devido à dependência do tempo de duração e intensidade da vazão, que difere sensivelmente entre os usuários.

Estimativas da economia de energia variam conforme as hipóteses adotadas. As estimativas devem levar em conta o tipo de fonte energética usada e os hábitos do consumidor. Nos EUA, a maioria do aquecimento é feito com aquecedores a gás ou a diesel. No Brasil, a proliferação de chuveiros é bem mais significativa que o uso de aquecedores centrais ou instalações de aquecimento a gás. O efeito da redução de água, sem diminuição no conforto, no consumo de energia do chuveiro elétrico advém da possibilidade de utilização de uma potência menor para o aquecimento da água, ao invés do controle de temperatura manual. Nesse sentido, os fabricantes de chuveiros poderiam adequar seus produtos para atender a temperatura de conforto com menores potências. Entretanto, isso ainda não acontece.

O uso de chuveiro elétrico limita a vazão de água que deve ser aquecida para atingir a temperatura de conforto. Isto é, considera-se a potência do chuveiro e a temperatura de conforto de banho para estimar-se a vazão. Iha, calcula para um chuveiro elétrico uma temperatura de mistura de água quente com fria de 34 °C com vazão de 0,12 l/s (Iha, 1991). Deve ser notado que a vazão nos chuveiros elétricos é limitada pela temperatura de conforto e pela potência instalada. As potências dos chuveiros brasileiros são da ordem de 4,4 kW

(variando entre 2,6 até 6,5 kW). A hipótese de 0,12 l/s de vazão foi adotada neste trabalho como sendo a vazão de mistura dos chuveiros convencionais.

### *Torneiras*

Sabe-se que o tempo de duração de uso de uma torneira depende da vazão e da forma do jato. Assim, se a vazão for muito pequena, ou a dispersão muito grande, certamente o tempo de uso aumentará. Entretanto, há um tempo mínimo de uso que independe desses fatores. Existem dispositivos como controladores de vazão, arejadores e pulverizadores que utilizam estes conhecimentos promovendo um compromisso entre o controle de vazão e a forma do jato

Controladores de vazão em torneiras funcionam de forma similar aos restritores em chuveiros. Instalando-se um dispositivo na linha de fornecimento de água a vazão pode ser reduzida entre 0,03 a 0,25 L/s (0,5 a 4,0 gpm) (North Marin County, 1976 apud Flack, 1982). Economias de 1,9 a 3,8 litros-percapita/dia (0,5 a 1,0 gpcd) foram encontradas (Bailey et al., 1969 and Metcalf & Eddy, 1976 apud Flack, 1982). Pode-se reduzir o uso de água utilizando também arejadores e pulverizadores.

Os arejadores misturam ar com a água utilizada promovendo maior conforto no uso<sup>1</sup> e reduzindo o consumo de água necessário para a lavagem. Economias estimadas em até 25%, ou uma redução de até 1,9 litros-percapita/dia (0,5 gpcd) através do uso de arejadores foram encontradas (Bailey et al., 1969 apud Flack, 1982). Milne relatou economias maiores usando arejadores, reduzindo a vazão a até 0,05 L/s (0,75 gpm), para pressões de alimentação entre 140 e 680 kPa. (Milne, 1976 apud Rocha & Montenegro, 1986)

Os pulverizadores, muito usados na Europa, são dispositivos projetados para transformar o jato em um feixe de jatos menores, fornecendo uma pressão maior - aumentando o poder de lavagem - e reduzindo o consumo de água. A vazão pode ser reduzida até 0,03 L/s adotando-se pulverizadores (Crisp & Sobolev, 1956 apud Rocha & Montenegro, 1986). Outros estudos obtiveram reduções de até 50% do consumo de água em edifícios comerciais dotados de pulverizadores (Crisp & Sobolev, 1956 & Field, 1973 apud Flack, 1982).

Devido à pequena redução na quantidade de água consumida tanto para arejadores quanto para pulverizadores, a efetividade de custo é considerada como sendo marginal (Metcalf and Eddy, 1976 & Bailey et al., 1969 apud Flack, 1982). Portanto, a análise destes

<sup>1</sup> O conforto é devido às bolhas de ar dentro do jato de água, que fornecem ao usuário uma sensação de vazão maior do que ela realmente é (Rocha & Montenegro, 1986)

dispositivos não será feita neste estudo; entretanto, salienta-se que o uso destes dispositivos deve ser promovido devido às economias possíveis. A sugestão mais apropriada parece ser a instalação dos dispositivos diretamente pelo fabricante.

### *Bacias Sanitárias*

Há, basicamente, dois tipos de bacias sanitárias disponíveis no mercado. O primeiro tipo é a bacia sanitária vendida independentemente da caixa de descarga. O segundo é o conjunto integrado. As bacias podem ser de ação sifônica ou de arraste. Entretanto, quase não existe bacia de arraste disponível no mercado.

Os aparelhos de descarga (válvulas ou caixas) acopladas às bacias sanitárias vendidas isoladamente, na maioria dos casos, são de fabricantes diferentes. Entretanto, não sofrem nenhum tipo de restrição ao uso de aparelhos de descarga, de modo que muitas vezes a eficiência do sistema fica comprometida.

As caixas de descarga disponíveis no mercado são de instalação externa ou embutidas na parede. As primeiras podem ser colocadas em baixa, média ou elevada altura (50 cm, 80 cm e 180 cm com relação ao piso, referentes à parte inferior da caixa), enquanto a segunda é sempre posicionada a meia altura do piso (80 cm).

Há, também, quatro tipos de dispositivos para reduzir o consumo de água numa bacia sanitária: a) bacias com volume reduzido de descarga; b) dispositivos de deslocamento de volume; c) sistemas de fluxo variável; e d) sistemas especiais.

Existem diversos tipos de bacias com volume reduzido de descarga. O modelo mais comum nos Estados Unidos é conhecido por "shallow trap toilet". Este modelo é originário de mudanças no design da bacia convencional e no tanque de volume. Economias possíveis registradas foram de 5,7 litros (1,5 galões) por descarga, comparando bacias de 18,9 litros (5,0 galões) por descarga com bacias de 13,2 litros (3,5 galões) por descarga (Milne, 1976 e Bailey et al., 1969 apud Flack, 1982).

A partir de exemplos estrangeiros de conjuntos bacia e caixa acopladas que apresentavam um reduzido consumo de água por descarga - de origem sueca com 3,0 l/descarga e de origem norte-americana com 3,8 l/descarga - introduziu-se no Brasil o conceito de bacia de volume de descarga reduzido (VDR). Para um funcionamento adequado é necessário que estas bacias apresentem um fecho hidráulico inferior a 5,0 cm. No

caso do conjunto sueco<sup>2</sup> e norte-americano os fechos hidricos eram de 3,0 e 4,5 cm, respectivamente.

No Brasil, as caixas de descarga de altura elevada apresentam volume útil de até 12 litros. As caixas de descarga de volume reduzido (VDR), possuindo um volume útil da ordem de 6 L, nem sempre apresentaram um desempenho satisfatório, tomando-se necessário uma segunda descarga (Rocha, 1986). Nestes casos, a implementação de tal tecnologia pode não contribuir para a redução do consumo de água. Isso se deveu, no Brasil, pela concepção pejorativa que o desenvolvimento de tal tecnologia obteve, principalmente, devido à pressão do meio técnico sobre os fabricantes para a viabilização de tecnologias de baixo consumo e baixo preço (necessariamente o mais baixo do mercado).

Os dispositivos de deslocamento de volume são, geralmente, desenhados para serem colocados no interior das bacias sanitárias. Seu funcionamento, como o próprio nome indica, parte do deslocamento de parte do volume que seria ocupado pela água no tanque de armazenamento. Exemplos incluem: tijolos, garafas, etc.

Dispositivos de fluxo variável representam uma outra possibilidade de redução no uso de água através da possibilidade de atuação no mecanismo de descarga. Neste caso, é comum um sistema de descarga dual, onde o usuário tem a escolha de uma descarga de dois volumes: o volume total da caixa, e uma fração daquele. Crisp analisou tal dispositivo operando com 4,7 litros (1,25 galões) por ciclo, para cargas líquidas, e 9,5 litros (2,5 galões) por ciclo, para cargas sólidas (Crisp & Sobolev, 1959 apud Flack, 1982). Um estudo registrou economias de até 12,5 litros-percapita/dia (3,3 gpcd) com a utilização de dispositivos deste tipo (Cohen & Wallman, 1974 apud Flack, 1982).

Os sistemas especiais variam desde mudanças no design de bacias convencionais até sistemas de descarga por sucção, passando por sistemas com unidades de tratamento embutidas ou por descarga impulsionada por ar comprimido. Tais sistemas custam mais do que os convencionais e se mostram aplicáveis em áreas onde os métodos tradicionais não podem ser utilizados (Milne, 1976 apud Flack, 1982; Konen, 1995).

### *Lavadoras*

O uso de lavadoras de roupa e lavadoras de louça implica maior uso de água do que a lavagem manual, tanto da roupa quanto da louça. Isso pode ser observado comparando o consumo semanal médio gasto, em residências da Inglaterra e país de Gales, com a lavadora

<sup>2</sup> Vale ressaltar que a bacia sueca funciona por arraste e não por ação sifônica, geralmente usado no Brasil.



de roupas e louça, e manualmente, conforme a tabela 4.1. Observa-se um consumo 6 vezes maior para lavar roupas e 1,5 vezes maior para lavar louças.

Tabela 4.1 - Comparação do consumo de água para lavagem de roupas e louças: com lavadoras e manualmente.

Atividade	Consumo c/ Lavadora (litros/semana)	Consumo manual (litros/semana)	aumento (%)
Lavagem de roupas	575	95	6,1
Lavagem de louça	276	180	1,5

Fonte: Rump, 1978 apud Rocha & Montenegro, 1986

Adicionalmente, a penetração destas lavadoras no setor residencial tem uma tendência crescente, evidenciando para o caso de lavadoras um aumento percapita do consumo com o tempo. Entretanto, o consumo elevado está relacionado com as demandas fixas de água por ciclo de funcionamento independente da quantidade de roupa lavada.

Atualmente, existem lavadoras, nacionais e importadas, onde o usuário pode selecionar o nível mais adequado para a carga a ser lavada, possibilitando racionalizar o uso da água. Encontram-se disponíveis lavadoras com 2 a 4 níveis de água. A economia estimada com o uso destas lavadoras foi de 4,5 litros-percapita/dia (1,2 gpcd) (Bailey et al., 1975 apud Flack, 1982). Entretanto, a economia é resultado do uso adequado da máquina de lavar roupa, portanto, depende do usuário. Desse modo, parece que maior economia resultaria de um controle automático do nível de água.

Os requisitos de água para uma lavadora de roupas variam entre 144 a 261 litros/ciclo (Consumers Reports, 1975 apud Flack, 1982); na Inglaterra, o consumo médio é de 118 litros/ciclo, e o específico varia de 15 a 46 litros /kg de roupa lavada. Além disso, o National Water Council Approvals Board estabelece um limite máximo de 30 l/kg mais 41 l, ou, para 6 kg de roupa, 221 litros/ciclo (Rump, 1978 apud Rocha & Montenegro, 1986).

"As lavadoras de prato funcionam, na sua maioria, com 5 a 7 sub-ciclos de lavar e enxaguar, sendo 1 ou 2 de lavar e o restante de enxaguar. O consumo de água por sub-ciclo varia de 6 a 12 litros." (Rocha & Montenegro, 1986)

Segundo Flack, as lavadoras consomem entre 45 a 68 litros/ciclo (Flack, 1982), sendo que ajustes podem resultar numa economia de 28 a 47 litros em alguns modelos (WSSC, 1974 apud Flack, 1982). Na Inglaterra, as máquinas de lavar louça consomem em média 46 litros por ciclo completo de funcionamento (Rump, 1978 apud Rocha &

Montenegro, 1986). Na Alemanha, desenvolveu-se um modelo cujo consumo era de 38 litros/ciclo (Malan, 1984 apud Rocha & Montenegro, 1986). No Brasil, dois modelos estudados mostraram: no primeiro caso, um consumo de 70 litros/ciclo; e, no segundo caso, 70 litros/ciclo, para o ciclo longo e 40 litros/ciclo para o ciclo curto. Em ambos, uma média de 10 litros por sub-ciclo foi assinalada.

#### 4.2.2 Informação de fabricantes/Tecnologias disponíveis no Brasil

No Brasil, não existe uma cultura disseminada de hábitos de conservação. Talvez um reflexo desta condição seja a precariedade de equipamentos hidráulicos com características voltadas para o uso racional de água. No início deste estudo apenas duas empresas nacionais comercializavam produtos "eficientes" no mercado interno: a DOCOL e a CELITE.

Das empresas de metais sanitários, a Docol foi o único fabricante nacional a produzir metais sanitários (torneiras, chuveiros e mictórios)eficientes, isto é, com uma preocupação de conservação de água. Aliando-se à inexistência de uma cultura de conservação ao restrito mercado de equipamentos eficientes, a empresa voltou-se para a produção de equipamentos de fechamento automático, que atendem mais ao setor público, industrial e comercial.

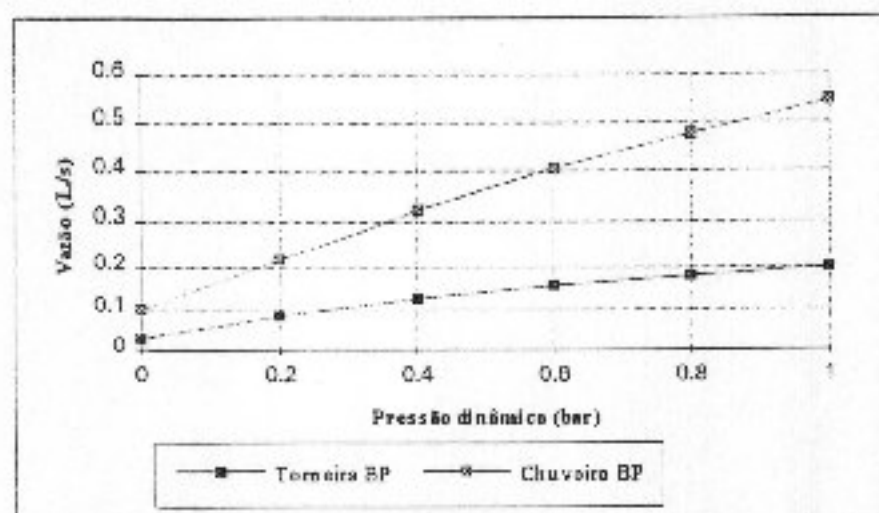
Por algum tempo a empresa foi a única a oferecer equipamentos deste tipo para torneiras, chuveiros, mictórios e válvulas de descarga. As válvulas de descarga fabricadas para o mercado externo (alemão) apresentam três possibilidades de tempo de fechamento permitindo descargas diferentes e eficientes (de baixo volume), entretanto esse modelo não está disponível no mercado interno. Hoje, já existem representantes de fabricantes estrangeiros e previsão de lançamento de uma linha da DECA.

A CELITE, por sua vez, comercializa no mercado americano um tipo de bacia acoplada, que também está disponível no mercado interno. A cultura de conservação americana e normas de consumo de água aplicadas a este tipo de equipamento, impulsionaram a produção da bacia de caixa acoplada.

##### a) DOCOL

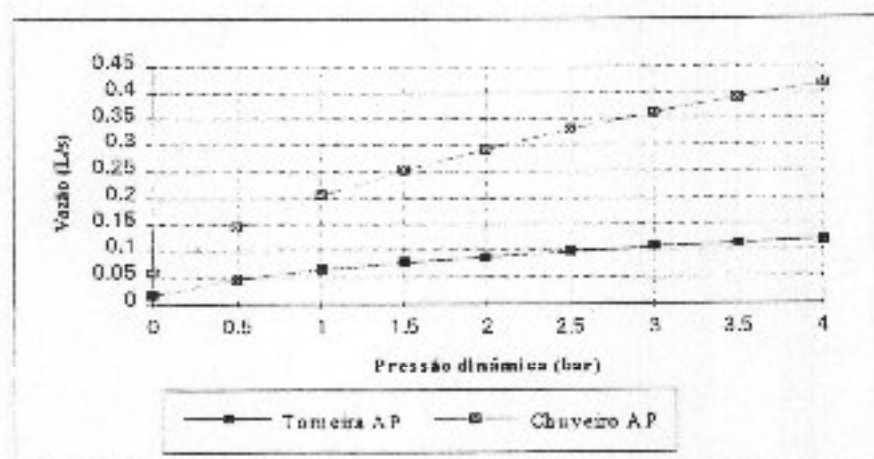
###### *Torneiras*

Neste trabalho foi considerado para a análise financeira do investimento a utilização de torneiras de baixa pressão submetidas a uma pressão dinâmica de 0,1 atm (0,1bar). Supôs-se que a vazão eficiente destas torneiras fosse de 0,05 L/s, conforme a figura 4.1, que fornece as curvas de vazão de torneiras e chuveiros de baixa pressão. A figura 4.2 fornece a curva de vazão para torneiras e chuveiros de alta pressão.



Fonte: DOCOL

Figura 4.1 - Curvas de vazão de torneira e chuveiro de baixa pressão em função da pressão dinâmica.



Fonte: DOCOL

Figura 4.2 - Curvas de vazão de torneira e chuveiro de alta pressão em função da pressão dinâmica.

Tratando do estudo do setor residencial e do significativo número de residências existentes (mais de 80%) é razoável supor a operação dos equipamentos em baixas pressões dinâmicas. A operação de chuveiros e torneiras de alta pressão em condições de baixa pressão pode causar mal funcionamento do aparelho.

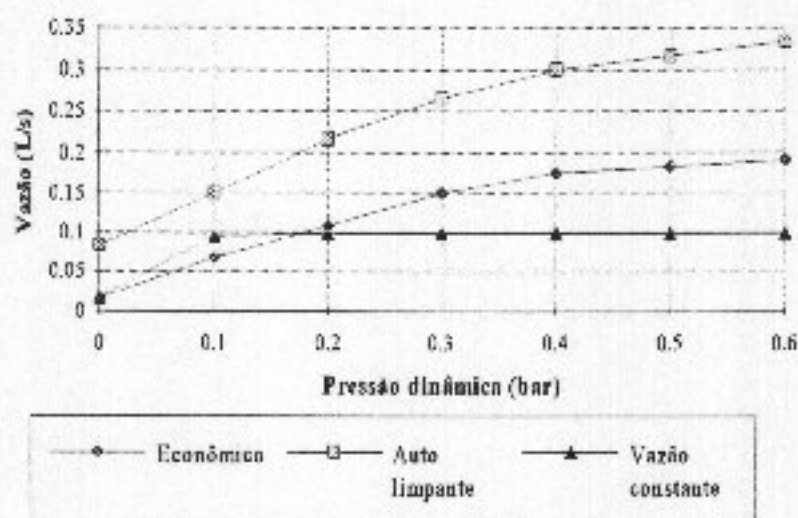
O preço da torneira varia conforme a linha (modelo). Segundo informações da indústria, o preço guarda maior dependência com a estética e não com as características de vazão. Deste modo, torneiras de linhas diferentes dotadas de um mesmo arejador de vazão constante possuem preços diferentes e a mesma características de vazão. Neste sentido, optou-se pelo dispositivo mais barato. O preço adotado a partir de pesquisa com revendedores foi de R\$ 107,00 (US\$ 118,90) para a torneira da pia da cozinha e R\$ 120,80 (US\$ 134,20) para a torneira do lavatório.

#### *Chuveiros*

Analogamente, foi considerado no estudo da análise financeira do investimento a utilização de chuveiros de baixa pressão dotados de arejadores, submeridas a uma pressão dinâmica de 0,1 atm (0,1 bar). Supôs-se que a vazão convencional do aparelho, cerca de 0,16 l/s, fosse cortada pela metade pelo uso do arejador, conforme estabelecido na NBR-5626 e especificações da DOCOL. A vazão eficiente destes chuveiros é então de 0,08 L/s. O preço adotado para o chuveiro a partir de pesquisa com revendedores foi de R\$ 128,50 (US\$ 143,00).

#### *Arejadores*

A maior parte da linha de torneiras da empresa contam com arejadores. Os arejadores produzidos pela empresa não são vendidos separadamente, mas podem ser encontrados à disposição junto à assistência técnica.



Fonte: DOCOL

Figura 4. 3- Curvas de vazão de arejadores em função da pressão dinâmica.

Conforme a figura 4.3, pode-se observar constante as curvas de vazão em função da pressão a que estão submeridos para os três tipos de arejadores produzidos: autolimpante, econômico e de vazão.

Uma crítica comum a respeito dos arejadores é que passado algum tempo eles poderiam entupir apresentando problemas de performance. A experiência americana, confirmada através do professor Konen contraria esta hipótese. Segundo ele, os arejadores não apresentam problemas durante sua vida útil, sendo dispositivos úteis à conservação de água, que estivessem dotadas de arejadores de vazão constante. Entretanto, os modelos convencionais vendidos pela empresa são dotados de arejadores autolimpantes, sendo necessária a especificação para a obtenção do arejador desejado.

#### Outros

Uma possibilidade de tecnologia eficiente é a linha de equipamentos com fechamento automático. A empresa comercializa torneiras, chuveiros e mictórios (as válvulas de descarga são fabricadas aqui, mas não comercializadas) nesta linha. O potencial de conservação é grande utilizando tal tecnologia, entretanto, não há estudos sobre a penetração de tais dispositivos no setor residencial. Assim, os impactos de sua adoção não foram estudados neste trabalho. Fica a sugestão de trabalho futuro como uma possibilidade de aplicação para o setor público, comercial e industrial

## b) CELITE

A Celite produz e comercializa no mercado interno um tipo de bacia sanitária com caixa de descarga acoplada, que fornece uma descarga máxima de 6 litros. Apesar de outras tecnologias estarem disponíveis com consumos menores no mercado internacional, esta tecnologia atende às especificações do Energy Policy Act, 1992, classificando-a como tecnologia eficiente. O preço da bacia no mercado interno é de R\$ 100,00 (US\$ 111,00).

### 4.3 Avaliação Econômico-Financeira

Na maioria dos casos uma tecnologia eficiente requer um investimento maior de capital. Torna-se necessário portanto uma metodologia que avalie a efetividade de custo do investimento adicional. Tal efetividade depende de vários fatores, tais quais: a quantia adicional do investimento, a magnitude da economia, o valor da unidade de energia e água conservada, a vida útil do equipamento e um fator que relacione os benefícios futuros com os investimentos presentes.

A metodologia abordada aqui é derivada dos estudos econômicos em eficiência energética. Ela foi adaptada para as condições de eficiência no uso da água. A metodologia se aplica diretamente quando considera-se a efetividade de custo do consumidor. Aqui expandiu-se a metodologia permitindo que ela englobasse avaliações da efetividade das concessionárias de água e energia.

Obtida a distribuição do consumo por uso final pode-se avaliar financeiramente as alternativas envolvidas. Para tal é preciso partir de dados como: as tarifas médias de água e energia, o período de análise e a taxa de desconto adotada.

#### 4.3.1 Hipóteses

Antes de iniciar a análise financeira é preciso fazer algumas hipóteses sobre parâmetros a serem utilizados.

##### 4.3.1.1 Tarifa de água para o consumidor residencial (TA)

As tarifas de água cobradas para o consumidor residencial obedecem uma estrutura de blocos crescentes. Quanto maior o consumo, maior é o valor da tarifa paga. Além disso,

a concessionária de água dobra o consumo mensal para contabilizar a coleta de esgoto. A tabela abaixo mostra a evolução das tarifas conforme o incremento do consumo.

Tabela 4.2 - Variação da tarifa residencial segundo o consumo

Consumo(m <sup>3</sup> /mês)	Tarifa Água (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa Água e Esgoto (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa Água e Esgoto (US\$/m <sup>3</sup> )
0 - 10	0,237	0,474	0.53
11 - 20	0,57	1,14	1.27
21 - 50	1,04	2,08	2.31
> 50	1,58	3,16	3.51

Fonte: SABESP, Conta de água e esgoto consumidor residencial.

Obs.: Os consumos menores que 10 m<sup>3</sup>/mês pagam a tarifa mínima de R\$ 2,37. O mesmo vale para favelas, conforme política da SABESP de cobrança da tarifa social.

Ainda, valendo-se da estratificação do consumo domiciliar extrapolado para a RMSP (Montenegro, 1987), conforme a tabela 2, e do cruzamento com os dados de consumo residencial (SABESP, agosto 1994) pode-se avaliar o consumo médio estratificado para a região e compor a tarifa mensal de água e esgoto para cada classe.

A composição tarifária paga pelos diversos grupos de consumidores da RMSP é apresentada na tabela 4, a seguir. Este subgrupo representa 99% das economias da RMSP e 89% do consumo. Nota-se ainda, conforme visto no capítulo 2, que a maior parcela dos consumidores encontram-se abaixo dos 30 m<sup>3</sup>/mês de consumo. Com relação aos usuários, cujo consumo é menor do que 10 m<sup>3</sup>/mês, pode-se inferir que não há um interesse econômico à conservação, já que não haverá mudança na conta paga devido a redução no consumo. Entretanto, este interesse aumenta para os usuários com consumos maiores. Portanto, deixando de lado os dois primeiros grupos, este estudo analisará os outro cinco, grupos de consumo entre 10 e 90 m<sup>3</sup>/mês. Essa parcela corresponde a 58% do número de economias e 75% do consumo de água.

Tabela 4.3 - Composição tarifária de água e esgoto do consumidor residencial da RMSP.

	Classe	%econ	% cons	Consumo m <sup>3</sup> /mês /econ	até 10 m <sup>3</sup> /mês (0,237 R\$/m <sup>3</sup> )	até 20 m <sup>3</sup> /mês 0,57 R\$/m <sup>3</sup>	até 50 m <sup>3</sup> /mês 1,04 R\$/m <sup>3</sup>	mais de 50 m <sup>3</sup> /mês 1,58 R\$/m <sup>3</sup>	Tarifa Média água (R\$)	Tarifa Média água e esgoto (R\$)	Média tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )	Média tarifa US\$/m <sup>3</sup>
A	até 5	19.4%	2.7%	2.2	2.37				2.4	4.8	2.19	2.43
B	5 até 10	21.8%	11.6%	8.3	2.37				2.4	4.8	0.58	0.64
C	10 até 20	38.8%	37.2%	15.1	2.37	3.2			5.6	11.2	0.74	0.82
D	20 até 30	12.7%	20.0%	24.7	2.37	5.7	5.72		13.8	27.6	1.12	1.24
E	30 até 45	5.1%	12.2%	37.4	2.37	5.7	19.3		27.4	54.8	1.46	1.62
F	50 até 65	0.8%	2.9%	57.0	2.37	5.7	31.2	11	50.3	100.6	1.77	1.97
G	65 até 90	0.5%	2.4%	75.8	2.37	5.7	31.2	41	80.0	160.0	2.11	2.34
	Total (%)	99.2%	89.0%	14.1	2.37	2.3			4.71	9.4	0.67	0.74

Para a adoção de uma tarifa média pode-se proceder de duas formas: extrair a média entre a tarifa de água e esgoto paga (última coluna da tabela anterior) ou utilizar o valor de referência mais alto do bloco tarifário que o consumidor se encontra. Optou-se pelo segundo método já que a redução no consumo implica exatamente sobre tal tarifação. Além disso, conforme a tabela, para a maioria das classes (C, D, E, F) haveria uma sinalização menor do que a real observada. A classe C seria taxada em 0,74 R\$/m<sup>3</sup> (0,82 US\$/m<sup>3</sup>), enquanto uma redução média de até 5 m<sup>3</sup> estaria sujeita a uma tarifa de 1,14 R\$/m<sup>3</sup> (1,27 US\$/m<sup>3</sup>). Analogamente, para as classes D, E e F a tarifa cobrada seria de 1,12 R\$/m<sup>3</sup> (1,24 US\$/m<sup>3</sup>), 1,46 R\$/m<sup>3</sup> (1,62 US\$/m<sup>3</sup>) e 1,77 R\$/m<sup>3</sup> (1,97 US\$/m<sup>3</sup>), quando a tarifa real aplicada seria de 2,08 R\$/m<sup>3</sup> (2,31 US\$/m<sup>3</sup>). A tabela 4.4 mostra as tarifas adotadas por classe

Tabela 4.4 - Tarifa de água e esgoto adotada para cada classe de consumidor

Classe		Tarifa (R\$/m <sup>3</sup> )	Tarifa (US\$/m <sup>3</sup> )
C	10 até 20	1,14	1,27
D	20 até 30	2,08	2,31
E	30 até 45	2,08	2,31
F	50 até 65	2,08	2,31
G	65 até 90	3,16	3,51

#### 4.3.1.2 Custos de produção de água para o concessionária (PA)

Analogamente, para fazer uma avaliação financeira do investimento em tecnologia eficiente pela concessionária de água, deve-se estimar seu dispêndio total para captar, tratar, bombear e distribuir a água potável para a população. Cada metro cúbico (m<sup>3</sup>) conservado



evita, ou ao menos posterga, investimentos em crescimento da captação, tratamento, bombeamento e distribuição da água.

Estes custos são traduzidos em termos de despesas com energia elétrica em bombeamento, tratamento, distribuição e gastos com as instalações administrativas; devem também ser contabilizados os gastos com pessoal e agentes químicos. Os custos de produção<sup>3</sup> também refletem o tipo de investimento em infra-estrutura feito pela concessionária, já que a tarifa, quando adequadamente ajustada deveria remunerar estes investimentos. Assim sendo, estes custos diferem entre regiões, devido aos diferentes tipos de aproveitamentos, diferentes tipos de investimentos realizados, diferentes distâncias aduzidas, etc. Os custos de produção são, portanto, dados específicos para uma localidade. Infelizmente, para o trabalho não foi possível obter os custos de produção da SABESP. Por este motivo, adotou-se uma média dos custos de produção<sup>4</sup>, estimados para os EUA em 5 US\$/1000 galões, equivalente a 1,32 R\$/m<sup>3</sup> (US\$ 1,47/m<sup>3</sup>).

Adicionalmente, quando a concessionária é também responsável pela coleta e tratamento de esgotos a água economizada implica redução do volume de esgotos e de seus custos associados. Como este é o caso da SABESP, estimou-se para o estudo o mesmo custo de produção para o tratamento, agindo de maneira análoga à tarifação efetuada pela empresa. Deste modo, assumiu-se o custo de 2,64 R\$/m<sup>3</sup> (US\$ 2,93/m<sup>3</sup>) de água produzida e esgoto coletado/tratado.

Conforme as colocações feitas acima, têm-se claramente que esta é uma grande aproximação. Entretanto, a tarifa composta (água e esgoto) cobrada para volumes consumidos por economia superiores a 20 m<sup>3</sup>/mês é de R\$ 2,08/m<sup>3</sup> (US\$ 2,31/m<sup>3</sup>), bem próxima ao valor assumido.

#### 4.3.1.3 Custos Adicionais (CA)

##### a) Escolha entre tecnologias

A diferença dos custos das tecnologias é usada quando ocorre a possibilidade de investimento tanto na tecnologia convencional (CC) quanto na eficiente (CE), mostrando o custo adicional incorrido quando da opção por um equipamento eficiente. Isso é válido para

<sup>3</sup> Caso se deseje ter maior sensibilidade sobre a participação do insumo energético no custo de produção de água e impactos da conservação em energia pode-se resolver a equação seguinte:  $PA = PA' + TE \cdot FC$ . Onde: PA' é o custo de produção de água menos a porção energética; e TE, a tarifa de energia. A falta de dados sobre o custo de produção não permitiu tal detalhamento.

<sup>4</sup> Informação pessoal do Professor Kouen, T.P..

aqueles casos onde o investimento na tecnologia convencional ainda não foi feito e uma escolha é possível. A equação que traduz este custo adicional é dado por:

$$CA = CE - CC \quad \text{eq 4.1}$$

#### b) Substituição

Entretanto, no caso da substituição de uma tecnologia convencional por outra eficiente, o investimento adicional necessário é o custo da tecnologia eficiente (CE). Assim, para os casos de substituição o tempo de retorno simples é dado por:

$$CA = CE \quad \text{eq 4.2}$$

#### 4.3.1.4 Custos de geração, transmissão e distribuição de energia para o concessionária (PE)

Os custos de geração, transmissão e distribuição de energia apresentam condição similar aos custos de produção de água. A avaliação financeira do investimento em tecnologias eficientes, para a concessionária de energia, faz uso do custo de geração, transmissão e distribuição de energia, uma vez que a energia conservada têm implicações sobre o kWh gerado, transmitido e distribuído.

Analogamente, deve-se estimar os custos totais da concessionária de energia na geração, transmissão e distribuição da energia. Estes custos são traduzidos em termos de obras civis, maquinário, custos de operação, manutenção, pessoal, etc. Do mesmo modo, as tarifas remuneram os investimentos em infra-estrutura e demais gastos. Para a região Sudeste, segundo a ELETROBRAS, o custo marginal de longo prazo para a geração de eletricidade é estimado em cerca de 34 US\$/MWh (30,60 R\$/MWh). Os custos marginais de transmissão são de 39,7 US\$/kW (35,75 R\$/kW). E os custos marginais de distribuição para média tensão são de 13 US\$/kW (11,70 R\$/kW). A composição da tarifa para a comparação dos custos de energia equivalente evitados pela concessionária é de US\$ 62,50/MWh (56,25R\$/MWh). (Eletrobras, 1993)

#### a) Fator de conversão

O consumo de energia evitado com a economia de água é estimado a partir de um fator de conversão que fornece a quantidade de energia geralmente utilizada para cada unidade de água produzida. Segundo dados da SABESP para a energia consumida para o

tratamento, adução e distribuição de água tem-se um consumo médio de 600 W por m<sup>3</sup> de água potável produzida. Assim, foi adotado um fator de conversão de 0,60 kWh/m<sup>3</sup>, e o consumo de energia evitado é dado pela quantidade de água economizada multiplicada pelo fator. Deste modo, a economia no consumo de energia é dado por:

$$EE = FC*(AC - AE) \quad \text{eq 4.3}$$

onde EE = economia no consumo de energia

FC = fator de conversão

#### 4.3.1.5 Perdas de água no sistema de distribuição (r)

As perdas de água são necessárias para avaliação da água final disponível para a concessionária dada uma certa quantidade conservada (x) junto ao consumidor residencial. Assim, dado que y litros foram bombeados inicialmente, devido às perdas apenas y(1-r) estavam disponíveis aos consumidores. O pensamento inverso nos mostra que, dada uma conservação de x litros junto aos consumidores residenciais, o volume bombeado foi de x/(1-r).

Com base nos dados apresentados no capítulo 2 sobre as perdas de água do sistema de distribuição, e informações<sup>3</sup> da SABESP sobre a condição em 1994 das perdas assumiu-se como sendo de 30%.

#### 4.3.1.6 Consumo dos equipamentos eficientes estratificado no setor residencial

A partir dos dados da tabela 3.13, que fornece uma distribuição do consumo de água per capita por uso final estratificada para a RMSP<sup>6</sup>, e do número de habitantes por economia pode-se projetar o consumo domiciliar estratificado.

Antes, porém, é preciso determinar o número de habitantes por economia (tabela 4.5). Isto foi feito utilizando os dados de consumo e número de economias por faixa de consumo (SABESP, ago. 1994). A divisão dos dados anteriores fornece o consumo mensal

<sup>3</sup> As informações obtidas junto à SABESP quantificam estas perdas entre 30 a 35%, contabilizando perdas físicas e perdas por faturamento. Adicionalmente, o professor Aldo Rebouças (USP-Geociências) aponta 36% para as perdas na cidade de São Paulo. O valor utilizado foi o valor mais conservador considerando-se apenas as perdas físicas.

<sup>6</sup> Elaborada a partir do cruzamento de dados de consumo médio diário per capita estratificado e a distribuição do consumo de água per capita por uso final.

médio por economia por faixa de consumo. Dividindo o valor resultante pelo consumo percapita diário por faixa de consumo fornecido por Montenegro (1987) multiplicado pelo número de dias, obtém-se um número médio de habitantes por economia por faixa de consumo.

Tabela 4.5 - Distribuição do número de habitantes por economia por faixa de consumo na RMSP

Classe	Número de Habitantes
C	2,7
D	5,5
E	7,8
F	11,3
G	11,6
Média	3,0

A multiplicação do número de habitantes por economia por faixa de consumo pela distribuição percapita do consumo por uso final por faixa de consumo fornece o consumo por uso final por economia em cada faixa de consumo<sup>7</sup>. Esse resultado é mostrado na tabela 4.6 agregando os usos finais de lavagem de louça e água para beber/ cozinhar em um único que fornece o consumo na pia, para os fins de lavagem de louça e alimentos. Para isto considerou-se que o consumo de água para fins de coção e ingestão representam apenas 1%. Foi considerado também que a penetração de lavadoras de louça é pequena e, portanto, o consumo não seria representativo.

Tabela 4.6 - Distribuição do consumo residencial de água por uso final na RMSP (m<sup>3</sup>/economia ano)

	C	D	E	F	G	Média
banh. sanitária	69,7	114,1	173,0	263,5	350,4	66,5
chuveiro	53,2	87,1	132,0	201,1	267,4	50,7
lavatório	9,2	15,0	22,8	34,7	46,1	8,7
lavagem roupa	31,2	51,1	77,4	117,9	156,7	29,7
pia/louça	18,3	30,0	45,5	69,3	92,2	17,5
total	183,3	300,3	455,2	693,3	922,0	174,9

<sup>7</sup> Um procedimento análogo avaliado projetou o consumo anual com base no consumo mensal (SABESP, ago 1994), adequando a distribuição do consumo percapita a uma distribuição do consumo por economia. A comparação dos resultados estabeleceu um erro percentual de apenas 1,4 %.

A projeção do consumo convencional e eficiente em cada uso final será determinada fazendo uso das hipóteses de consumo das tecnologias abordadas: convencionais comumente usadas e eficientes propostas, estabelecendo-se uma média de redução do consumo potencial para cada tipo de tecnologia utilizada. A tabela 4.7 fornece as hipóteses de consumo de tecnologias convencionais e eficientes.

Tabela 4.7 - Comparação das características de equipamentos convencionais e eficientes.

	vazão convencional	vazão eficiente	redução (%)	consumo (%)
hacia sanitária	12,0 (1)	6,0 (1)(2)	50%	50%
chuveiro	0.12 (3)(10)	0.08 (6)(10)	33%	67%
lavatório	0.2 (4)(10)	0.05 (7)(10)	33%	67%
lavar roupa	170 (5)(9)	70.7 (8)(9)	58%	42%
pia/louça	0.2 (4)(10)	0.05 (7)(10)	33%	67%

Nota: (1) Volume em litros por descarga  
 (2) Bacia sanitária com caixa acoplada CELITE  
 (3) Vazão de mistura de chuveiros (Jiba, 1991)  
 (4) Segundo a NBR-5626, 1982 Instalações Prediais de água fria  
 (5) Máquinas de lavar roupa BRASTEMP.  
 (6) Chuveiro de alta pressão DOCOL (0,1 bar)  
 (7) Torneira de Alta Pressão DOCOL (0,1-0,5 bar)  
 (8) Máquina de lavar roupa IPSO eixo horizontal 18.7 galões  
 (9) Volume em litros por ciclo  
 (10) Vazão em litros por segundo.

Posteriormente, é estimado o impacto da inserção de tal tecnologia no consumo estratificado, multiplicando a redução do consumo possível pela adoção das tecnologias eficientes pelo consumo convencional por uso final nas economias de cada classe de consumo. O resultado obtido representa uma redução de 50 % do consumo residencial, conforme a distribuição proposta (tabela 4.8)

Tabela 4.8 - Comparação dos consumos convencionais e eficientes propostos (m<sup>3</sup>/economia ano)

	Consumo (m <sup>3</sup> /economia ano)					Média
	C	D	E	F	G	
convencional	181.5	297.3	450.7	686.4	912.8	173.1
eficiente	90.1	147.6	223.7	340.8	453.2	85.9
economia	91.4	149.7	226.9	345.6	459.7	87.2

#### 4.3.1.7 Preços Adotados para equipamentos e instalação

Os preços utilizados na análise financeira de torneiras, chuveiros e bacias sanitárias eficientes foram obtidos junto aos representantes de vendas da DOCOL e CELITE, respectivamente. Os preços dos equipamentos convencionais foram extraídos da pesquisa do DATAFOLHA, realizada semanalmente sobre materiais de construção. Estes dados variam entre valores máximos, mínimos e médios; foi observado ainda que os dados mostram que as demais marcas apresentam preços bem inferiores aos praticados pela Docol e Celite. Com base na argumentação anterior de que os preços variam em função da marca e guardam maior correlação com a estética ao invés do uso eficiente que promovem, o estudo guarda restrições quanto às hipóteses de comparação entre tecnologias. Neste trabalho, optou-se por assumir os valores dos preços médios fornecidos para tecnologias convencionais. Entretanto, foi observado que dificilmente os preços escolhidos refletirão uma escolha equiparável entre tais tecnologias, mesmo assim têm-se uma base de referência.

Os valores da máquina de lavar roupa convencional foram obtidos em maio de 95, junto a dois revendedores do produto. O valor do modelo americano foi estimado supondo-se um acréscimo de 20% sobre o valor do equipamento convencional.

Os preços de instalação foram obtidos junto a uma instaladora. No caso de bacias sanitárias foram pesquisados dois casos: o preço de instalação de uma bacia sanitária com caixa acoplada em substituição a uma bacia com caixa convencional (ou a instalação nova); e o preço de instalação de uma bacia sanitária com caixa acoplada em substituição a uma instalação de válvula de descarga (caixa acopl./válvula). Ressalta-se que, no Brasil, há uma cultura pelo uso de válvulas de descarga; a estimativa dos fabricantes é de que tal participação chega a 90% do mercado. Todos os preços comentados acima são apresentados na tabela 4.9, a seguir:

Tabela 4.9 - Preços de equipamentos e instalação adotados (R\$)

	Equip. Convenc.	Equip. Eficiente	Instalação	Substituição	Escolha
WC -caixa acop.	94.0	100.0	15.5	115.5	21.5
WC - valve/caixa acopl.	94.0	100.0	62.0	162.0	68.0
chuveiro	47.0	128.5	2.6	131.1	84.1
lavatório	76.0	120.8	11.6	132.4	56.4
lavar roupa	770.0	885.0	-	885.0	115.0
pia/louça	82.0	107.0	1.3	108.3	26.3

#### 4.3.1.8 Resumo das hipóteses

As tabelas 4.10 e 4.11 apresentam um resumo das hipóteses adotadas e comentadas nos tópicos anteriores. Adota-se também que a vida útil de todos os equipamentos e tecnologias utilizados é de 20 anos. A taxa de desconto para quaisquer investimentos é de 12 % ao ano.

Tabela 4.10 - Hipóteses Adotadas na Análise Econômica

	Classe de Consumo				
	C	D	E	F	G
Tarifa de água e esgoto (TA)	1,14 R\$/m <sup>3</sup>	2,08 R\$/m <sup>3</sup>	2,08 R\$/m <sup>3</sup>	2,08 R\$/m <sup>3</sup>	3,16 R\$/m <sup>3</sup>
	1,27 US\$/m <sup>3</sup>	2,31 US\$/m <sup>3</sup>	2,31 US\$/m <sup>3</sup>	2,31 US\$/m <sup>3</sup>	3,51 US\$/m <sup>3</sup>

Custo de produção de água (PA)	2,93 US\$/m <sup>3</sup>
Custo de geração de energia (PE)	0,0625 US\$/kWh
Fator de Conversão (FC)	0,60 kWh/m <sup>3</sup>
Perdas de água (r)	30%
Volume disponível p/concessionária	$x/(1-r)$
Custo de Escolha	CA = CE-CC
Custo de Substituição	CA = CE
Período de análise	10 anos
Taxa de desconto	12% a.a.

#### 4.3.2 Resumo Metodológico

Todas as figuras de mérito econômico dos investimentos serão analisadas conforme três pontos de vista: do consumidor, da concessionária de água e da concessionária de energia. O consumidor que investiu na troca do equipamento obtém o retorno de seu investimento a partir da economia de água, assinalada na conta de água e esgoto. A concessionária de água reduz seus custos operacionais e o volume de água tratada - aliviando o sistema de tratamento -, bombeada e distribuída, posterga investimentos de expansão do sistema, reduz o uso de recursos naturais, diminui o volume de esgotos - aliviando o sistema de tratamento de esgotos -, reduz o volume de químicos utilizados. Os impactos mencionados são contabilizados em termos do custo de produção de água, já que a

água não utilizada pode ser encarada como um recurso para a concessionária, isto é, a economia reflete o custo de produção que foi poupado. Situação análoga se dá para a concessionária de energia. Considerou-se os custos de geração, transmissão e distribuição para avaliar os impactos do investimento em eficiência na redução da energia vendida à concessionária de água. Da mesma forma, a energia economizada serve de recurso que poderá ser usado mais tarde, ao custo evitado de geração. Finalmente, a sociedade como um todo recebe os benefícios da conservação da água e da energia. Neste caso, os argumentos colocados anteriormente para as concessionárias de água e energia valem para a sociedade.

#### *Tempo de Retorno Simples (TRS)*

O tempo de retorno simples é a mais simples figura de mérito econômico usada para avaliar a efetividade de custo de um investimento em eficiência energética. Este método não considera a duração da medida ou o valor temporal do dinheiro. É definido pela razão entre o investimento inicial adicional e a economia de um ano no dispêndio com energia.

Considerando um consumidor residencial, tem-se:

$$TRS = \frac{CE - CC}{TA * (AC - AE)} \quad \text{eq 4.4}$$

onde CE = custo da tecnologia eficiente  
 CC = custo da tecnologia convencional  
 TA = tarifa de água e esgoto praticada para o consumidor  
 AE = consumo anual de água da tecnologia eficiente  
 AC = consumo anual de água da tecnologia convencional

Considerando a concessionária de água e as perdas no sistema de distribuição, tem-se:

$$TRS_a = \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{PA * (AC - AE)} \quad \text{eq 4.5}$$

onde PA = custo de produção de água  
 r = perdas de água na distribuição



Considerando a concessionária de energia, que obtém como retorno de seus investimentos apenas a redução de energia consumida pela concessionária de água, tem-se que:

$$TRS_e = \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{PE \cdot FC \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.6}$$

onde PE = custo de geração, transmissão e distribuição de energia

FC = fator de conversão

Considerando a sociedade, que obtém como retorno de seus investimentos a redução de água e energia consumida, tem-se que:

$$TRS_s = \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(PA + PE \cdot FC) \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.7}$$

#### *Tempo de Retorno Descontado (TRD)*

É um conceito estendido do tempo de retorno simples, com a diferença do valor temporal do dinheiro e o tempo de vida do investimento serem considerados. É dado por:

$$TRD = n \cdot FRC(d, n) \cdot \frac{CE - CC}{TA \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.8}$$

onde: n = número de anos

FRC = fator de recuperação de capital

Considerando o conceito de TRS para cada investidor, tem-se:

Para o consumidor residencial:

$$TRD_c = n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_c \quad \text{eq 4.9}$$

Para a concessionária de água:

$$TRD_a = n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_a \quad \text{eq 4.10}$$

Para a concessionária de energia:

$$TRD_e = n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_e \quad \text{eq 4.11}$$

Para a sociedade:

$$TRD_s = n * FRC(d, n) * TRS_r \quad \text{eq 4.12}$$

Os termos são análogos aos anteriores. O preço da água utilizado é o valor atual, entretanto variações futuras do preço podem ser incluídas usando um preço anualizado ao longo da vida útil da tecnologia (n, anos). Note ainda que, para uma taxa de desconto nula  $FRC(0, n) = 1/n$  reduzindo a equação ao tempo de retomo simples.

#### *Custo do Ciclo de Vida (CCV)*

O custo do ciclo de vida de uma alternativa de investimento é o valor presente de todas as despesas relativas à alternativa. Este indicador possibilita que mais de um par de alternativas sejam comparadas diretamente. O custo do ciclo de vida de cada alternativa, com a mesma vida útil, é calculado e a opção de menor custo do ciclo de vida é a mais efetiva. Dados o custo inicial da alternativa (C) e o consumo anual de água para esta alternativa (A)

Para o consumidor residencial, tem-se:

$$CCV_c = C + \frac{TA * A}{FRC(d, n)} \quad \text{eq 4.13}$$

Para a concessionária de água. Assim, tem-se:

$$CCV_a = C + \frac{PA * A}{FRC(d, n) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.14}$$

Para a concessionária de energia, tem-se:

$$CCV_e = C + \frac{PE * FC * A}{FRC(d, n) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.15}$$

Para a sociedade, tem-se:

$$CCV_s = C + \frac{(PA + PE * FC) * A}{FRC(d, n) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.16}$$

Uma limitação também característica deste método é a comparação de alternativas com diferente vida útil. Pode-se contornar isso através da comparação de várias aquisições

da alternativa de menor vida até a equiparação com a alternativa de vida mais longa. Ou ainda, usando uma variante desse indicador: o custo do ciclo de vida anualizado (CCVA), que será analisado a seguir.

### *Custo do Ciclo de Vida Anualizado (CCVA)*

É obtido anualizando o Custo do Ciclo de Vida (CCV) da alternativa, simplesmente multiplicando-o pelo fator de recuperação de capital (FRC). Assim,:

$$CCVA = FRC(d,n) \cdot CCV \quad \text{eq 4.17}$$

Sabendo ainda que o CCV para um consumidor residencial é dado por:

$$CCV_c = C + \frac{TA \cdot A}{FRC(d,n)} \quad \text{eq 4.18}$$

Pode-se rescrever a equação anterior:

$$CCVA = FRC(d,n) \cdot \left( C + \frac{TA \cdot A}{FRC(d,n)} \right) \quad \text{eq 4.19}$$

Obtendo

$$CCVA_c = FRC(d,n) \cdot C + TA \cdot A \quad \text{eq 4.20}$$

Analogamente, para a concessionária de água, tem-se:

$$CCVA_A = FRC(d,n) \cdot C + \frac{PA \cdot A}{(1-r)} \quad \text{eq 4.21}$$

E para a concessionária de energia, tem-se:

$$CCVA_E = FRC(d,n) \cdot C + \frac{PE \cdot FC \cdot A}{(1-r)} \quad \text{eq 4.22}$$

E para a sociedade, tem-se:

$$CCVA_s = FRC(d,n) \cdot C + \frac{(PA + PE \cdot FC) \cdot A}{(1-r)} \quad \text{eq 4.23}$$

ou seja, o CCVA é dado pela soma do valor inicial do investimento anualizado e o dispêndio anual de operação (neste caso, com a água). Este indicador pode também ser interpretado como sendo o custo anual da posse e operação de um equipamento consumidor de água.

Dentre as vantagens deste indicador está a possibilidade de comparação de alternativas com diferente vida útil. A alternativa com menor CCVA é a mais efetiva. Adicionalmente, pode-se usá-lo para determinar a efetividade de custo da substituição de um equipamento convencional por outro eficiente.

### *Custo da Água Conservada (CAC)*

É um indicador desenvolvido para investimentos em conservação de água. A efetividade de custo do investimento é expressa em termos do custo equivalente à uma unidade de água ( $m^3$ ) conservada. O CAC leva em conta a taxa de desconto e a vida útil do equipamento. É calculada dividindo o custo adicional inicial da alternativa eficiente pela economia de água anual. O custo da água conservada é dado em  $US\$/m^3$  ( $R\$/m^3$ ). Portanto, para o consumidor residencial, tem-se:

$$CAC_c = FRC(d, n) \cdot \frac{CE - CC}{AC - AE} \quad \text{eq 4.24}$$

Analogamente, para a concessionária de água, tem-se:

$$CAC_A = FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(AC - AE)} \quad \text{eq 4.25}$$

E, para a concessionária de energia, tem-se:

$$CAC_E = FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{FC \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.26}$$

E, para a sociedade, tem-se:

$$CAC_s = FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(1 + PE \cdot FC / PA) \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.27}$$

O custo da água conservada deve ser comparado à tarifa de água para o setor residencial, no caso dos consumidores; com o preço de produção da água, no caso da concessionária de água; com o preço de geração, transmissão e distribuição de energia, no caso da concessionária de energia; e com o preço de produção da água, no caso da sociedade. Observa-se ainda que o CAC guarda uma grande semelhança com a TRD conforme as duas equações abaixo, para consumidores residenciais:

$$CAC_c = FRC(d,n) \cdot \frac{CE - CC}{AC - AE} \quad \text{eq 4.28}$$

$$TRD = n \cdot FRC(d,n) \cdot \frac{CE - CC}{TA \cdot (AC - AE)} \quad \text{eq 4.29}$$

Isolando os termos iguais ao CAC na equação do TRD, tem-se uma relação deste (TRD) com o número de anos (n), multiplicado pela tarifa (TA):

$$TA \cdot \frac{TRD}{n} = FRC(d,n) \cdot \frac{CE - CC}{(AC - AE)} \quad \text{eq 4.30}$$

$$TA \cdot \frac{TRD}{n} = CAC_c \quad \text{eq 4.31}$$

A taxa de retorno descontada fornece a resposta em anos, sendo que, geralmente,  $n > TRD$ ; e, portanto,  $TRD/n < 1$ . Isto é, o custo da água conservada pode ser compreendido como uma fração da tarifa paga pelo consumidor. Analogamente, o CAC para a concessionária de água é uma fração dos custos de produção da água. E, para a concessionária de energia uma fração dos custos de geração. Assim, observa-se que o custo da água conservada é um importante indicador do custo pago para promover conservação. O CAC deve ser comparado com a tarifa praticada para o ponto de vista do consumidor. Já a concessionária de energia deve compará-lo com o custo de geração de energia. E, a concessionária de água, deve compará-lo com o custo de produção de água.

#### *Taxa Interna de Retorno*

É o valor da taxa de desconto<sup>8</sup> para a qual dois investimentos alternativos têm o mesmo valor presente. Assim, no caso da possibilidade de investimento de um consumidor residencial entre uma alternativa convencional e outra eficiente, o valor da taxa interna de retorno (d) é tal que torna a seguinte equação válida:

<sup>8</sup> O cálculo da taxa interna de retorno é feito com base no fluxo de caixa dos investimentos durante a vida útil do mesmo. No ano zero o único dispêndio realizado é a compra do equipamento. Nos anos seguintes, os equipamentos convencionais e eficientes apresentam dispêndios diferentes conforme o consumo do recurso.

$$CC + TA * AC * \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} = CE + TA * AE * \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} \quad \text{eq 4.32}$$

Isto é equivalente à igualdade entre o valor presente da economia de energia com a diferença do investimento inicial.

$$TA * (AC - AE) * \sum_{k=1}^n \frac{1}{(1+d)^k} = (CE - CC) \quad \text{eq 4.33}$$

Adicionando a definição de fator de recuperação de capital pode-se reescrever a equação anterior na forma:

$$(CE - CC) * FRC(d, n) = TA * (AC - AE) \quad \text{eq 4.34}$$

$$FRC(d, n)_c = \frac{TA * (AC - AE)}{(CE - CC)} \quad \text{eq 4.35}$$

onde  $d$  é a taxa interna de retorno do investimento adicional em eficiência no uso de água. Esta equação não é linear e sua solução é mais facilmente encontrada por um método iterativo. Analogamente, para a concessionária de água, tem-se:

$$FRC(d, n)_A = \frac{PA * (AC - AE)}{(CE - CC) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.36}$$

E, para a concessionária de energia, tem-se:

$$FRC(d, n)_E = \frac{PE * FC * (AC - AE)}{(CE - CC) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.37}$$

E, para a sociedade, tem-se:

$$FRC(d, n)_S = \frac{(PA + PE * FC) * (AC - AE)}{(CE - CC) * (1 - r)} \quad \text{eq 4.38}$$

Uma vantagem do método TIR é que a taxa de desconto não precisa ser especificada e o resultado é equivalente à taxa de retorno deste investimento. Entretanto, uma limitação é a comparação de alternativas com diferente vida útil. Isso pode ser contornado comparando

tantos investimentos, da alternativa de menor vida útil, quantos forem necessários para igualar a vida da alternativa de vida mais longa. No caso da taxa interna de retorno, deve-se procurar os investimentos que forneçam um retorno maior que a taxa de desconto do mercado, aqui adotado como 12% ao ano.

#### *Financiamento do investimento e parcelamento junto à conta*

Outra possibilidade estudada para investimentos feitos na compra de equipamentos eficientes foi o parcelamento do investimento pela concessionária, que atuaria como financiadora. O pagamento deste financiamento poderia ser cobrado, junto com a conta de água, ao longo da vida útil do equipamento, ou qualquer prazo previamente estipulado. Neste estudo, optou-se pelo primeiro, a comparação dos dispêndios extras faz-se através da comparação da conta de energia convencional com a conta eficiente.

Supôs-se para o cálculo uma conta anual. No caso do equipamento convencional, a conta convencional ( $Conta_{cv}$ ) será dada pelo produto do consumo anual pela tarifa adotada para a classe.

$$Conta_{cv} = AC \cdot TA \quad \text{eq 4.39}$$

A conta eficiente ( $Conta_e$ ) é dada pelo produto do consumo anual eficiente pela tarifa mais o parcelamento do investimento que é dado pelo investimento total multiplicado pelo fator de recuperação de capital. Assim:

$$Conta_e = AE \cdot TA + CE \cdot FRC(d, n) \quad \text{eq 4.40}$$

#### *Conclusões do resumo metodológico*

A tabela 4.11 abaixo compila os principais resultados estabelecidos no resumo metodológico.

Tabela 4.11 - Resumo Metodológico adotado para a avaliação econômica.

	TRS	TRD
Consumidor	$\frac{CE - CC}{TA \cdot (AC - AE)}$	$n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_c$
Concessionária de Água	$\frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{PA \cdot (AC - AE)}$	$n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_A$
Concessionária de Energia	$\frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{PE \cdot FC \cdot (AC - AE)}$	$n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_E$
Sociedade	$\frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(PA + PE \cdot FC) \cdot (AC - AE)}$	$n \cdot FRC(d, n) \cdot TRS_s$

	CCV	CCVA
Consumidor	$C + \frac{TA \cdot A}{FRC(d, n)}$	$FRC(d, n) \cdot C + TA \cdot A$
Concessionária de Água	$C + \frac{PA \cdot A}{FRC(d, n) \cdot (1 - r)}$	$FRC(d, n) \cdot C + \frac{PA \cdot A}{(1 - r)}$
Concessionária de Energia	$C + \frac{PE \cdot FC \cdot A}{FRC(d, n) \cdot (1 - r)}$	$FRC(d, n) \cdot C + \frac{PE \cdot FC \cdot A}{(1 - r)}$
Sociedade	$C + \frac{(PA + PE \cdot FC) \cdot A}{FRC(d, n) \cdot (1 - r)}$	$FRC(d, n) \cdot C + \frac{(PA + PE \cdot FC) \cdot A}{(1 - r)}$

	CAC	TIR
Consumidor	$FRC(d, n) \cdot \frac{CE - CC}{AC - AE}$	$FRC(d, n)_c = \frac{TA \cdot (AC - AE)}{(CE - CC)}$
Concessionária de Água	$FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(AC - AE)}$	$FRC(d, n)_A = \frac{PA \cdot (AC - AE)}{(CE - CC) \cdot (1 - r)}$
Concessionária de Energia	$FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{FC \cdot (AC - AE)}$	$FRC(d, n)_E = \frac{PE \cdot FC \cdot (AC - AE)}{(CE - CC) \cdot (1 - r)}$
Sociedade	$FRC(d, n) \cdot \frac{(CE - CC) \cdot (1 - r)}{(1 + \frac{PE \cdot FC}{PA}) \cdot (AC - AE)}$	$FRC(d, n)_s = \frac{(PA + PE \cdot FC) \cdot (AC - AE)}{(CE - CC) \cdot (1 - r)}$



#### 4.4 Resultados da Análise Financeira

Na seção anterior, as premissas necessárias para a análise financeira foram estabelecidas. Optou-se pela análise de cada tecnologia segundo dois aspectos: escolha entre duas tecnologias ou a substituição da tecnologia convencional. Conforme visto, cada opção incorre em custos adicionais diferentes. A viabilidade econômica será analisada, dentro de cada opção, segundo o ponto de vista de cada tipo de agente responsável pelo investimento verificando o resultado das figuras de mérito apresentadas no resumo metodológico.

##### 4.4.1 Escolha da tecnologia eficiente

A avaliação financeira realizada neste item supõe um usuário, de qualquer classe de consumo, que enfrenta uma escolha de compra entre um equipamento convencional e outro eficiente. O investimento na compra do equipamento será feito de qualquer maneira e a escolha jaz no sobre-preço<sup>9</sup> do equipamento eficiente e nas características de performance ao longo da vida útil do mesmo.

As análises para as concessionárias de água, energia e para a sociedade baseiam-se na proposta de subsídio destes investimentos aos consumidores para a adoção de equipamentos eficientes. As análises são feitas supondo que as concessionárias ou a municipalidade arquem com o diferencial de preço entre o equipamento convencional e o eficiente.

Supõe-se também que o consumidor tenha a possibilidade de escolha entre todas as tecnologias eficientes e convencionais disponíveis. Esta situação é ideal já que existem uma série de barreiras de mercado distribuição e fabricação de tais bens de consumo

##### *Bacias Sanitárias*

A tabela 4.12 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a escolha de uma bacia sanitária com caixa acoplada, com volume de funcionamento de 6

<sup>9</sup> É importante ressaltar que no caso de metais sanitários muitas vezes o equipamento eficiente não apresenta este sobre-preço, já que as características estéticas influenciam mais o preço do que sua eficiência. Neste caso, a avaliação considera que estejam disponíveis equipamentos da mesma linha com características convencionais e eficientes.

litros por descarga. Esta alternativa foi avaliada segundo consumidores de diferentes faixas de consumo, concessionária de água e de energia.

Tabela 4.12 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv	TIR
Classe C	0.5	1.4	0.09	458	764	95%
Classe D	0.2	0.5	0.06	1113	2074	552%
Classe E	0.1	0.3	0.04	1621	3091	837%
Classe F	0.1	0.2	0.02	2402	4653	1274%
Classe G	0.0	0.1	0.02	4723	9293	2575%
Conc. água	0.2	0.5	0.07	1167	2182	582%
Conc. energia	13.4	35.9	0.11	142	131	4%
Sociedade	0.2	0.5	0.0	1157	2209	590%

A avaliação segundo o tempo de retorno simples (TRS) mostra que para todos os consumidores (D, E, F e G) e para a concessionária de água este investimento se paga em menos de seis meses. Observa-se que o tempo de retorno dobra considerando-se uma taxa de desconto associada ao investimento (TRD); entretanto, ainda mantém-se viável para aqueles investidores. O mesmo não acontece com a concessionária de energia, cujos investimentos retornam num horizonte muito amplo.

Observa-se também que o custo da água conservada é bem menor que as tarifas para os consumidores (US\$ 1,27 - C; US\$ 2,31 - D, E, F; e US\$ 3,51 - G) e que o custo de produção (US\$ 2,93) para a concessionária. Toma-se evidente, portanto, que, considerando apenas os aspectos econômicos, é preferível investir em conservação a manter o atual consumo de água, no caso dos consumidores residenciais, e a investir em produção, no caso da concessionária de água.

Analogamente, os resultados obtidos para a taxa interna de retorno dos investimentos confirmam as conclusões anteriores, já que ela é muito maior que a taxa de juros do mercado. De uma forma geral tem-se que os investimentos mais rentáveis são aqueles feitos pelos consumidores das classes G e F, respectivamente. Isso é devido ao alto consumo de água destas classes, condição que favorece o retorno dos investimentos feitos em conservação de água.

Em todos os casos analisados o investimento da concessionária de energia em conservação de água não se justifica economicamente. Foi observado também que o custo

do ciclo de vida da tecnologia eficiente é menor que o da tecnologia convencional, em todos os casos, com exceção da concessionária de energia.

No caso da escolha de uma bacia sanitária com caixa acoplada a ser colocada onde anteriormente havia uma instalação para válvula de descarga, incorre-se num custo de instalação maior que a convencional, adotada anteriormente. Isto gera implicações sobre o retorno do investimento, aumentando-o para todos os consumidores, que da classe C e D, por exemplo, retornam o investimento em cerca de 1,7 e 0,6 anos. As conclusões anteriores permanecem válidas para todos os diferentes agentes, isso pode ser confirmado na tabela 4.13, que apresenta o resumo das avaliações feitas para o caso.

Tabela 4.13 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente para instalação com válvula de descarga

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv	TIR
Classe C	1.7	4.6	0.29	510	764	58%
Classe D	0.6	1.5	0.18	1165	2074	175%
Classe E	0.4	1.0	0.12	1673	3091	265%
Classe F	0.2	0.7	0.08	2454	4653	403%
Classe G	0.1	0.3	0.06	4774	9293	814%
Conc. água	0.5	1.5	0.21	1219	2182	184%
Conc. energia	42.4	113.7	0.36	193	131	-7%
Sociedade	0.5	1.4	0.1	1157	2209	186%

### Chuveiros

A tabela 4.14 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a escolha de um chuveiro com vazão de funcionamento a baixa pressão de 0,08 litros por segundo. A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo e para a concessionária de água mostrou este investimento se paga em menos de um ano e meio, com exceção dos consumidores da classe C, sendo necessários mais de quatro anos para se obter o retorno. Traçando-se o perfil da classe C de consumidores tem-se as condições mais adversas, sendo que o investimento não é viável para a concessionária de energia.

Tabela 4.14 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de chuveiro eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv	TIR
Classe C	4.2	11.1	0.71	481	555	24%
Classe D	1.4	3.7	0.43	1148	1556	72%
Classe E	0.9	2.5	0.28	1665	2331	109%
Classe F	0.6	1.6	0.19	2460	3523	166%
Classe G	0.3	0.8	0.14	4821	7065	335%
Conc. água	1.3	3.5	0.52	1203	1638	76%
Conc. energia	103.2	276.3	0.86	159	73	-13%
Sociedade	1.3	3.5	0.2	1123	1658	77%

O custo da água conservada com o uso deste chuveiro é sempre menor que as tarifas para os consumidores (US\$ 1,27 - C; US\$ 2,31 - D, E, F; e US\$ 3,51 - G), sendo constantemente menores que a metade das mesmas, com exceção da tarifa média; também é menor que o custo de produção (US\$ 2,93/m<sup>3</sup>) para a concessionária de água. Entretanto, isso não se verifica para a concessionária de energia, onde o CAC é várias vezes superior aos custos de geração, transmissão e distribuição. Os custos para a sociedade representam apenas cerca de 7% do custo de produção de água, portanto, observa-se ser preferível investimentos em conservação à manutenção do consumo atual ou investimentos em maior produção de água.

Analogamente, os resultados obtidos para a taxa interna de retorno dos investimentos confirmam as maiores taxas para aqueles consumidores de classes G e F, caracterizando-os como sendo os melhores investimentos possíveis.

Observa-se também no caso de chuveiros que para todas as avaliações realizadas o investimento da concessionária de energia em conservação de água não se justifica economicamente.

### Lavatórios

A tabela 4.15 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a escolha de um lavatório com vazão de funcionamento a baixa pressão de 0,05 litros por segundo. A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo e para a concessionária de água mostrou que este investimento se paga em pouco mais de um ano, com exceção dos consumidores da classe C e D, sendo necessários mais de sete anos para se obter o retorno (C); observa-se, que o investimento não é viável para a concessionária de energia, já que o horizonte de retorno é muito amplo.

Tabela 4.15 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de lavatório eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv	TIR
Classe C	7.2	19.3	1.22	169	171	12%
Classe D	2.4	6.4	0.74	212	344	41%
Classe E	1.6	4.3	0.49	245	477	63%
Classe F	1.0	2.8	0.32	297	683	96%
Classe G	0.5	1.4	0.24	449	1294	194%
Conc. água	2.3	6.1	0.90	215	358	44%
Conc. energia	178.4	477.6	1.49	148	88	-16%
Sociedade	2.3	6.0	0.3	154	361	44%

O custo da água conservada (CAC) com o uso deste lavatório é sempre menor que as tarifas para os consumidores (US\$ 1,27 - C; US\$ 2,31 - D, E, F; e US\$ 3,51 - G), no caso de consumidores da classe C o CAC se aproxima da tarifa; para a concessionária de água e para a sociedade este custo também é menor que o custo de produção (US\$ 2,93/m<sup>3</sup>). Entretanto, isso não se verifica para a concessionária de energia, onde o CAC é várias vezes superior aos custos de geração e transmissão (US\$ 0,0625/kWh). Aqui também observa-se ser preferível investimentos em conservação à manutenção do consumo atual ou a investimentos em maior produção de água, conforme os resultados observados para a concessionária de energia e para a sociedade. Entretanto, os investimentos em geração de energia e sua transmissão são preferíveis economicamente aos investimentos em conservação de água e seus impactos na conservação de energia.

Da mesma forma, os resultados obtidos para a taxa interna de retorno dos investimentos confirmam as maiores taxas para aqueles consumidores de classes G e F, caracterizando-os como sendo os melhores investimentos possíveis. No caso da concessionária de energia as taxas de retorno do investimento são negativas. Observa-se ainda que todas as avaliações realizadas sobre o investimento da concessionária de energia em conservação de água utilizando lavatórios eficientes mostraram-se economicamente inviáveis.

#### *Lavadora de roupa*

A tabela 4.16 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a escolha de uma lavadora de roupa eficiente, com um volume de 70 litros por ciclo, a uma lavadora, cujo consumo é de 170 litros por ciclo.

A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo e para a concessionária de água mostrou que este investimento se paga em cerca de dois anos para a concessionária de água e para os consumidores da classe D; consumidores das classes E, F e G obtêm o retorno em menos tempo, um ano ou menos; consumidores da classe C recebem o retorno depois de mais de cinco anos. Para a concessionária de energia o investimento não é viável.

Tabela 4.16 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de lavadora de roupa eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv	TIR
Classe C	5.5	14.8	0.94	1106	1150	17%
Classe D	1.9	5.0	0.57	1350	1737	54%
Classe E	1.2	3.3	0.38	1538	2192	82%
Classe F	0.8	2.1	0.25	1829	2890	125%
Classe G	0.4	1.1	0.19	2692	4966	252%
Conc. água	1.8	4.7	0.69	1370	1785	57%
Conc. energia	137.3	367.6	1.15	988	867	-15%
Sociedade	1.7	4.6	0.2	1247	1797	58%

Considerando-se o valor temporal do dinheiro no TRD, observa-se que os prazos para o retorno do investimento aumentam, dificultando-o sensivelmente para um consumidor da classe C, que talvez nem investisse devido à demora do retorno. Entretanto, os prazos ainda são razoáveis para consumidores da classe E, F e G. O mesmo vale para a concessionária de água que obtém seu retorno em quase cinco anos.

O custo da água conservada para esta lavadora de roupa é menor que as tarifas para os consumidores apresentando grandes diferenças com as tarifas dos consumidores de todas as classes, com exceção da classe C. O CAC também é menor que o custo de produção para a concessionária de água para a sociedade. Aqui também, isso não se verifica para a concessionária de energia, onde o CAC é várias vezes superior aos custos de geração e transmissão.

Consumidores de classes G e F apresentam as maiores taxas de retorno conforme os resultados obtidos para a TIR. Os investimentos da classe C se aproximam da taxa de juros adotada (12%) esbarrando em 17%. As taxas de retorno para a concessionária de água e para a sociedade são de 57 e 58%, respectivamente, demonstrando a viabilidade do investimento; as taxas de retorno do investimento feito pela concessionária de energia são negativas.

Foi observado que o investimento adicional feito pela concessionária de energia na escolha de uma lavadora de roupa eficiente para conservação de água mostra-se economicamente inviável para todas as avaliações realizadas.

### *Torneira da pia de cozinha*

A tabela 4.17 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a escolha de uma torneira de pia de cozinha eficiente, com uma vazão de funcionamento a baixa pressão (inferior a 0,1 atm) de 0,05 litros por segundo (L/s), a uma torneira convencional de vazão de 0,2 L/s.

A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo, para a concessionária de água e para a sociedade mostrou que este investimento se paga em menos de seis meses, com exceção de consumidores da classe C, que recebem o retorno depois de 1,7 anos. Este investimento também não é viável para a concessionária de energia.

Tabela 4.17 - Resultados da avaliação econômica de investimento na escolha de pia de cozinha eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVef.	CCVconv.	TIR
Classe C	1.7	4.5	0.28	164	265	60%
Classe D	0.6	1.5	0.17	250	610	178%
Classe E	0.4	1.0	0.11	317	877	270%
Classe F	0.2	0.7	0.08	420	1288	411%
Classe G	0.1	0.3	0.06	725	2509	831%
Conc. água	0.5	1.4	0.21	257	638	188%
Conc. energia	41.6	111.4	0.35	122	98	-7%
Sociedade	0.5	1.4	0.1	230	645	190%

Considerando-se o valor temporal do dinheiro no TRD, observa-se que os prazos para o retorno do investimento aumentam, dificultando-o para um consumidor da classe C, que passa a receber o retorno em quatro anos e meio. A concessionária de água e a sociedade obtêm seu retorno em pouco mais de um ano.

O custo da água conservada para esta torneira é ainda menor que o CAC encontrado para as bacias sanitárias com instalação de válvula de descarga. Os CACs encontrados são sensivelmente menores que as tarifas praticadas para os consumidores e o custo de produção

para a concessionária de água e para a sociedade. Isso não acontece com a concessionária de energia, onde o CAC é maior que os custos de geração, transmissão e distribuição.

Foram observados custos do ciclo de vida eficientes inferiores aos convencionais para todos os consumidores, concessionária de água e sociedade. Tal relação se inverte apenas para a concessionária de energia.

Consumidores de classes G e F apresentam as maiores taxas de retorno conforme os resultados obtidos para a TIR. Os investimentos para os consumidores, concessionária de água e sociedade foram maiores que a taxa de juros.

O investimento adicional feito pela concessionária de energia na escolha de uma torneira de pia eficiente para conservação de água mostra-se economicamente inviável para todas as avaliações realizadas.

#### *Conclusões da escolha de equipamentos*

Considerando-se a escolha entre equipamentos eficientes e convencionais a análise financeira mostra que os investimentos em bacias sanitárias, chuveiros, lavatórios, lavadoras de roupa e torneiras de pia são economicamente viáveis para os consumidores em geral e para a concessionária de água, e inviáveis para a concessionária de energia.

Observa-se que tanto para lavatórios quanto para lavadoras de roupa os investimentos feitos por consumidores da classe C apresentam condições não muito favoráveis, como uma taxa interna de retorno próxima à taxa de juros do mercado e tempos de retorno do investimento muito demorado.

Hierarquizando os investimentos feitos em conservação em termos dos melhores resultados obtidos, considerando as hipóteses para cada tipo de equipamento e condições de uso, para as figuras de mérito têm-se: 1) bacias sanitárias, 2) torneiras de pia de cozinha, 3) bacias sanitárias com instalação para válvulas de descarga, 4) chuveiros, 5) lavadoras de roupa; e 6) lavatórios.

Portanto, no caso de um programa de conservação, deve-se ter em mente quais equipamentos fornecerão maior retorno dos investimentos feitos para priorizar atividade e cronograma de implantação e desembolso. Neste sentido, os dados acima são essenciais.



#### 4.4.2 Substituição de equipamento convencional por eficiente

Na seção seguinte serão avaliados financeiramente os investimentos de um usuário, de qualquer classe de consumo, feitos na compra de equipamentos eficientes. A compra do equipamento será feita para a substituição de um equipamento convencional. O investimento na compra pode ser compensado ao longo da vida útil pela redução no consumo de água verificado em cada ponto de uso avaliado.

As análises para as concessionárias de água e energia e para a sociedade baseiam-se na proposta de programas de conservação que forneceriam os equipamentos eficientes para os consumidores residenciais. As análises supõem o custo total advindo da compra do equipamento.

##### *bacias sanitárias*

A tabela 4.18 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a substituição de uma bacia sanitária com caixa de descarga convencional, com um volume de descarga de aproximadamente 12 litros, por uma bacia sanitária com caixa acoplada, com volume de funcionamento de 6 litros por descarga.

A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo e para a concessionária de água mostrou que este investimento se paga em menos de um ano, com exceção de consumidores da classe C, que recebem o retorno depois de três anos. Este investimento não é viável para a concessionária de energia.

Tabela 4.18 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de bacia sanitária com caixa acoplada eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVA ef.	CCVA conv.	TIR	Cont. conv.	Cont. efic. + emp.
Classe C	2.9	7.8	0.49	61	102	34%	88.2	61.3
Classe D	1.0	2.6	0.30	149	278	103%	263.7	149.1
Classe E	0.6	1.7	0.20	217	414	156%	399.8	217.1
Classe F	0.4	1.1	0.13	322	623	237%	608.9	321.6
Classe G	0.2	0.6	0.06	632	1244	479%	1230.2	632.3
Conc. água	0.9	2.5	0.36	156	292	108%		
Conc. energia	72.1	193.1	0.60	19	18	-11%		
Sociedade	0.9	2.4	0.12	155	296	110%		

Considerando-se o valor temporal do dinheiro no TRD, observa-se que os prazos para o retorno do investimento aumentam, dificultando-o sensivelmente para um consumidor da classe C. Entretanto, os prazos ainda são razoáveis para consumidores das classes D, E, F e G, e para a concessionária de água e para a sociedade que obtêm seu retorno em dois anos e meio.

O ciclo de vida analisado do investimento feito em equipamentos eficientes pelos diversos agentes são sempre menores que os CCVAs dos equipamentos convencionais, exceção feita à concessionária de energia. Para a concessionária de água, sociedade e os consumidores das classes D, E, F e G a diferença entre os CCVAs eficientes e convencionais igualam os custos de substituição e instalação. Isto já era esperado dado que o TRS é menor que um ano nestes casos.

O custo da água conservada para esta bacia sanitária é bem inferior às tarifas para todas as classes de consumidores. No caso da concessionária de água, o CAC é inferior ao custo de produção de água, sendo apenas cerca de 12% deste. No caso da sociedade, O CAC atinge apenas cerca de 4% do valor do custo de produção. O mesmo não se verifica para a concessionária de energia, onde o CAC é superior aos custos de geração, transmissão e distribuição.

Consumidores de classes G e F apresentam as maiores taxas de retorno conforme os resultados obtidos para a TIR. Entretanto, os investimentos das demais classes se mantiveram altas. Para a concessionária de energia a TIR foi de 108%, para a sociedade 110%, enquanto a concessionária de energia obteve uma TIR negativa para o investimento feito.

Observa-se que o investimento feito pela concessionária de energia em substituição de uma hacinha sanitária eficiente mostra-se economicamente inviável para todas as avaliações realizadas. Este resultado já era esperado uma vez que os investimentos feitos em substituição são ainda maiores que os feitos na escolha da tecnologia, e todas as análises anteriores se mostraram inviáveis. Portanto, as análises das próximas tecnologias devem apenas confirmar este resultado, de onde conclui-se que não há interesse da concessionária de energia em investir em conservação de água, quando recebe apenas o retorno da energia economizada.

Obteve-se, para todos as classes de consumidores que financiaram o investimento através da concessionária de água e parcelaram a dívida junto com a conta, uma conta anual eficiente menor que a convencional<sup>10</sup>. Os ganhos tornam-se mais significativos quanto maior

<sup>10</sup> Este é um indicador importante para avaliar a possibilidade de financiamentos em programas de conservação, atuando sobre a barreira do custo inicial da tecnologia eficiente.

o consumo realizado, ou seja, os consumidores das classes F e G. Nota-se ainda que o CCVA eficiente e a conta anual eficiente mais o empréstimo são conceitos equivalentes.

Tabela 4.19 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de bacia sanitária com válvula de descarga convencional por outra com caixa acoplada eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVA ef.	CCVA conv.	TIR	Cont.co ny.	Cont.efic. -emp..
Classe C	4.1	10.9	0.69	68	102	24%	88.2	68.2
Classe D	1.4	3.7	0.42	156	278	73%	263.7	156.0
Classe E	0.9	2.4	0.28	224	414	111%	399.8	224.0
Classe F	0.6	1.6	0.18	329	627	169%	608.9	328.5
Classe G	0.3	0.8	0.09	639	1244	342%	1230.2	639.2
Conc. água	1.3	3.5	0.51	163	292	77%		
Conc. energia	101.1	270.8	0.85	26	18	-13%		
Sociedade	1.3	3.4	0.17	155	296	78%		

No caso da substituição de uma bacia sanitária com válvula de descarga por uma bacia sanitária com caixa acoplada, os custos de instalação e das tecnologias são diferenciados. Entretanto, as conclusões anteriores permanecem válidas para todos os diferentes agentes, isso pode ser confirmado na tabela 4.19, que apresenta o resumo das avaliações feitas para este caso. A principal mudança ocorre no incremento dos preços gerando implicações sobre o retorno dos investimentos.

### Chuveiros

A tabela 4.20 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a substituição de um chuveiro convencional, com uma vazão de mistura de 0,12 L/s, por um chuveiro com vazão de funcionamento a baixa pressão (menos de 0,1 atm) de 0,08 litros por segundo.

A avaliação do tempo de retorno simples (TRS) segundo consumidores de diferentes faixas de consumo, concessionária de água e sociedade mostrou que este investimento se paga em prazos de meio ano (Classe G) a pouco mais de dois anos (classe D, E e F, concessionária de água e sociedade); consumidores da classe C necessitam 6,5 anos para se obter o retorno. O investimento não é viável para a concessionária de energia.

Tabela 4.20 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de chuveiro convencional pelo eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVA ef.	CCVA conv.	TIR	Cont.co inv.	Cont.efic. temp.
Classe C	6,5	17,4	1,10	23	74	14%	67,3	64,4
Classe D	2,2	5,8	0,67	28	208	46%	201,3	153,7
Classe E	1,4	3,8	0,44	33	312	70%	305,1	222,9
Classe F	0,9	2,5	0,29	40	472	106%	464,7	329,3
Classe G	0,5	1,25	0,14	60	946	215%	938,8	645,4
Conc. água	2,1	5,5	0,81	29	219	49%		
Conc. energia	160,9	430,7	1,35	20	10	-16%		
Sociedade	2,0	5,4	0,28	150	222	49%		

Considerando-se o valor temporal do dinheiro no TRD, observa-se que os prazos para o retorno do investimento aumentam, dificultando-o os consumidores da classe D e E com prazos de 5,8 e 3,8 anos para o retorno. O retorno da concessionária de água também aumenta passando para 5,5 anos, para a sociedade o tempo passa a 5,4 anos, entretanto, estes valores são ainda razoáveis já que investimentos do setor público em conservação não são regidos pela mesma dinâmica de investimentos particulares. Entretanto, os prazos ainda são razoáveis para consumidores das classes F e G.

O custo da água conservada (CAC) obtido é inferior às tarifas para todas as classes de consumidores e inferior ao custo de produção de água no caso da concessionária de água e sociedade. Entretanto, o CAC para consumidores da classe C aproxima-se da tarifa sendo apenas 13% inferior a ela. Para a concessionária de energia o CAC é superior aos custos de geração e transmissão.

Também aqui o ciclo de vida anualizado eficiente (CCVA) é sempre menor que os CCVAs dos equipamentos convencionais, exceção feita à concessionária de energia. Apesar disso, os custos de substituição e instalação são maiores que a diferença entre os CCVAs eficientes e convencionais, levando, portanto, mais de um ano para compensá-los.

A TIR a concessionária de energia foi negativa (-16%) e os consumidores da classe C apresentaram uma taxa pouco maior que a taxa de juros (14%) demonstrando um pequeno retorno esperado pelo investimento. Os demais consumidores apresentaram taxas altas refletindo um bom retorno para seus investimentos.

O parcelamento do investimento com a conta anual também mostrou-se mais rentável que a conta atualmente paga com os equipamentos convencionais para todas as classes de consumidores.

### Lavatórios

A tabela 4.21 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a substituição de um lavatório convencional de vazão 0,20 litros por segundo (L/s) por outro eficiente, cuja vazão de funcionamento, a baixa pressão (< 0,1 atm), é de 0,05 L/s.

Considerando a avaliação do tempo de retorno simples (TRS) observa-se um tempo muito grande para os consumidores da classe C. Consumidores da classe D, a concessionária de água e a sociedade retomam o investimento em mais de cinco anos. Apenas consumidores das classes E, F e G recebem o retorno num prazo curto, ainda que no melhor caso ultrapasse um ano e no pior chega a quase quatro.

Quando aplicado o tempo de retorno descontado (TRD) apenas consumidores da classe G retomam o investimento em um prazo considerável (3,2 anos). Outras classes de consumidores possuem tempos bem maiores para o retorno. Para a concessionária de água e para a sociedade este tempo é de mais de 14 anos.

Tabela 4.21 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de lavatório convencional pelo eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVA ef.	CCVA conv.	TIR	Conte. inv.	Conte.éf. temp.
Classe C	16.9	45.2	2.87	23	23	1%	11.6	22.6
Classe D	5.7	15.1	1.75	28	46	17%	34.7	28.4
Classe E	3.7	10.0	1.15	33	64	27%	52.6	32.8
Classe F	2.4	6.6	0.76	40	91	41%	80.1	39.7
Classe G	1.2	3.2	0.37	60	173	83%	161.9	60.2
Conc. água	5.4	14.4	2.10	29	48	18%		
Conc. energia	418.8	1121.2	3.50	20	12	-21%		
Sociedade	5.3	14.2	0.72	21	48	18%		

Os resultados do custo da água conservada (CAC) refletem as análises os anteriores, através de custos altos. No caso da classe C, os custos excedem a tarifa; para a concessionária de energia os custos inviabilizam investimentos em conservação. Nos outros casos, os custos são altos, porém inferiores às tarifas. Assim, apesar do elevado tempo de retorno destes investimentos eles se mostram, a longo prazo, como uma alternativa.

Isto pode ser confirmado pela comparação dos ciclos de vida anualizados das alternativas (CCVAs). Apesar da diferença entre os CCVAs serem pequenas observa-se que o CCVA dos equipamentos eficientes é menor que o CCVA dos convencionais, exceção feita à concessionária de energia. Isto implica basicamente sobre o impacto do custo inicial

de substituição e instalação. Deste modo, observa-se que o pagamento da conta adicionado do parcelamento do investimento é menor que a conta atualmente paga com os equipamentos convencionais para todas as classes de consumidores, com exceção da C.

A TIR confirma o resultado anterior indicando taxa de 1% para o investimento de consumidores da classe C. Os investimentos da concessionária de água e da sociedade ficam com uma taxa de 18%. Os demais consumidores apresentaram taxas mais altas e bons retornos para seus investimentos.

### *Lavadora de roupa*

A tabela 4.22 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a substituição de uma lavadora, cujo consumo é de 170 litros por ciclo por outra eficiente, cujo volume de operação é de 70 litros por ciclo.

Os elevados investimentos iniciais para esta tecnologia implicam em altos tempos de retorno para todas as classes de consumidores e concessionárias. Apenas a classe G apresenta um retorno em um tempo razoável, 3,1 anos. Um investidor que avalia o dispêndio utilizando o tempo descontado percebe prazos muito elevados para a substituição.

A taxa interna de retorno projetada é maior que as de juros apenas para consumidores das classes F e G, de 15 e 33%, respectivamente. A TIR para a concessionária de água ou para a sociedade é de apenas 4%. Refletindo, portanto, a inviabilidade econômica deste investimento.

Tabela 4.22 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de lavadora de roupa convencional pela eficiente.

	TR5	TRD	CAC	CCVA ef.	CCV Acouv	TIR	Con.Le- onv.	Con.efic +emp.
Classe C	42.6	114.1	7.23	148	154	-7%	39.5	148.1
Classe D	14.3	38.2	4.41	181	233	3%	118.0	180.7
Classe E	9.4	25.2	2.91	206	293	8%	178.9	206.0
Classe F	6.2	16.5	1.91	245	387	15%	272.4	344.8
Classe G	3.1	8.2	0.95	360	665	33%	550.4	360.4
Conc. água	13.5	36.2	5.30	183	239	4%		
Conc. energia	1056,5	2828,8	8.84	132	116	-26%		
Sociedade	13.4	35.7	1.81	167	241	4%		

Isto pode ser constatado pelo custo da água conservada (CAC) para a concessionária, 5,30  $\text{US\$}/\text{m}^3$ , maior que os custos de produção, 2,93  $\text{US\$}/\text{m}^3$ . Da mesma forma, apenas os CACs para classes F e G e para a sociedade são menores que as tarifas.

Finalmente, observa-se que o pagamento da conta adicionado do parcelamento do investimento é maior que a conta atualmente paga com os equipamentos convencionais para as outras classes de consumidores (C, D, E e concessionárias).

### *Torneira da pia de cozinha*

A tabela 4.23 apresenta os resultados da avaliação econômica considerando a substituição de uma torneira de pia de cozinha convencional, de vazão de 0,2 litros por segundo (L/s) por outra eficiente, com uma vazão de operação a baixa pressão ( $< 0,1 \text{ atm}$ ) de 0,05 (L/s).

Considerando a avaliação do tempo de retorno simples (TRS) observa-se um tempo muito grande, de quase sete anos, para os consumidores da classe C. Consumidores de outras classes, a concessionária de água e a sociedade recebem o retorno do investimento em cerca de dois anos ou menos. Aplicando-se o tempo de retorno descontado (TRD), consumidores das classes E, F e G retornam o investimento em um prazos razoáveis, menores de quatro anos. Para a concessionária de água e para a sociedade este tempo é de quase seis anos.

Tabela 4.23 - Resultado da avaliação econômica de investimento na substituição de torneira de pia convencional pela eficiente.

	TRS	TRD	CAC	CCVA ef.	CCVA conv.	TIR	Cont.co- ns.	Cont.efic. temp.
Classe C	6.9	18.5	1.17	22	35	13%	23.2	21.9
Classe D	2.3	6.2	0.72	33	82	43%	69.4	33.5
Classe E	1.5	4.1	0.47	42	117	66%	105.2	42.4
Classe F	1.0	2.7	0.31	56	172	100%	160.2	56.2
Classe G	0.5	1.3	0.15	97	336	202%	323.7	97.0
Conc. água	2.2	5.9	0.86	34	85	46%		
Conc. energia	171.3	458.6	1.43	16	13	-16%		
Sociedade	2.2	5.8	0.29	31	86	46%		

Os resultados do custo da água conservada (CAC) refletem custos menores que as tarifas mesmo para consumidores da classe C, evidenciando condições favoráveis para

investimentos em conservação. Outra evidência são as taxas internas de retorno (TIR) obtidas.

Finalmente, a comparação da conta anual convencional e eficiente mais o parcelamento do investimento mostra que pode-se utilizar esta forma para o financiamento deste investimento com resultados satisfatórios.

### *Conclusões da substituição de equipamentos*

Considerando-se a substituição de equipamentos convencionais por eficientes, a análise financeira mostra que apenas os investimentos em bacias sanitárias, chuveiros, lavatórios e torneiras de pia são economicamente viáveis para os consumidores em geral, para a concessionária de água e para a sociedade, e inviáveis para a concessionária de energia. Investimentos de grande porte como em lavadoras de roupa se mostraram economicamente inviáveis para todos os consumidores com exceção das classes F e G. Observa-se também que os investimentos feitos por consumidores da classe C em lavatórios não são economicamente viáveis.

Hierarquizando os investimentos feitos em conservação em termos dos melhores resultados obtidos, considerando as hipóteses para cada tipo de equipamento e condições de uso, para as figuras de mérito têm-se: 1) bacias sanitárias, 2) bacias sanitárias com instalação para válvulas de descarga, 3) chuveiros, 4) torneiras de pia de cozinha e 5) lavatórios.

Programas de conservação visando substituição de equipamentos devem focar os equipamentos acima priorizando a troca na ordem em que aparecem. Eventuais investimentos feitos pela concessionária de água devem deixar de lado as contribuições possíveis da utilização de lavadoras de roupa, caso as hipóteses adotadas permanecerem.

### **4.5 Conclusões**

Foram avaliadas as condições de operação de tecnologias eficientes de uso interno de água. Observou-se que algumas tecnologias eficientes estão disponíveis no Brasil, entretanto, o mercado para este tipo de tecnologia é ainda pequeno. A falta de competição também pode provocar desvios nos preços adotados.



Observou-se que os equipamentos sanitários apresentaram variações de preço que estavam mais ligadas à estética do que à eficiência embutida nos produtos. Para uma mesma marca foram encontrados equipamentos eficientes com preços menores que outros convencionais de uma linha mais elaborada esteticamente. Consta-se daí que a adoção de equipamentos eficientes não deve ser limitada pelo preço. Regulamentação e incentivos fiscais neste sentido devem aumentar o número das tecnologias eficientes disponíveis, bem como seus níveis de performance e trazer os preços para baixo.

A avaliação financeira dos investimentos feitos pela concessionária de energia, visando a substituição de tecnologias convencionais por eficientes, de menor consumo de água, ou apenas a escolha destas últimas, no setor residencial mostrou que os investimentos feitos obtendo como retorno apenas a redução na energia consumida, são inviáveis para todas as tecnologias avaliadas.(tabela 4.24)

Tabela 4.24 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de energia.

	TRS	TRD	CAC	CCVAef.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac.	72.1	193.1	0.60	19	18	-10.8%
WC - válvula	101.1	270.8	0.85	26	18	-13.0%
chuveiro	160.9	430.7	1.35	21	10	-15.8%
lavatório	418.8	1121.2	3.50	20	12	-21.0%
lava roupa	1056.5	2828.8	8.84	132	116	-25.5%
pia/louça/cocção	171.3	458.6	1.43	16	13	-16.2%

Analogamente, observou-se que os investimentos feitos pela concessionária de água são viáveis, segundo todas as figuras de mérito, para todas as tecnologias, com exceção feita à substituição de máquinas de lavar roupas e lavatórios, em alguns casos. A tabela 4.25 mostra os resultados das avaliações feitas para a concessionária de água.

Tabela 4.25 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de água

	TRS	TRD	CAC	CCVAef.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac.	0.9	2.5	0.36	156	292	108.4%
WC - válvula	1.3	3.5	0.51	163	292	77.3%
chuveiro	2.1	5.5	0.81	161	219	48.5%
lavatorio	5.4	14.4	2.10	29	48	17.8%
lava roupa	13.5	36.2	5.30	183	239	3.7%
pia/louça/cocção	2.2	5.9	0.86	34	85	45.6%

Os benefícios são acumulados para a sociedade como um todo. O reflexo das ações em conservação de água engloba tanto os benefícios observados para a concessionária de água quanto os benefícios para a concessionária de energia. A avaliação financeira do benefício para a sociedade foi calculada aqui e os resultados obtidos são mostrados na tabela 4.26. O capítulo seguinte aborda a questão dos benefícios para a sociedade avaliando os benefícios advindos dos programas propostos em comparação à metodologia convencional adotada.

Tabela 4.26 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela sociedade.

	TRS	TRD	CAC	CCVAef.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac.	0.9	2.4	0.12	155	296	109.8%
WC - válvula	1.3	3.4	0.17	155	296	78.3%
chuveiro	2.0	5.4	0.28	150	222	49.2%
lavatorio	5.3	14.2	0.72	21	48	18.1%
lava roupa	13.4	35.7	1.81	167	241	3.8%
pia/louça/cocção	2.2	5.8	0.29	31	86	46.2%

Com base nos resultados apresentados foi observado que todos os equipamentos, com exceção feita à lavadora de roupas, apresentam resultados positivos para a substituição, isto é, altas taxas internas de retorno, baixos custos de água conservada, pequenos tempos de retorno e custos do ciclo de vida eficiente inferiores aos custos convencionais.

A viabilidade econômica da substituição de um equipamento convencional por outro eficiente, ou da escolha deste último, varia para consumidores em faixas de consumo diferentes. Os consumidores das faixas de consumo mais altas apresentam melhores condições econômicas para realizar uma troca de equipamento

As avaliações foram realizadas dentro de dois contextos diferentes: da escolha entre um equipamento eficiente e outro convencional, caso típico de adoção deste em uma nova economia; e da substituição de um equipamento convencional pelo equivalente eficiente, caso típico de uma medida de conservação onde incentivos são fornecidos aos usuários para que a troca seja efetivada. Os resultados da avaliação financeira mostram que a escolha tem condições mais favoráveis que a substituição, devido ao investimento inicial necessário.

Investimentos na escolha mostraram-se economicamente viáveis para todos os consumidores e para a concessionária de água, conforme a hierarquia seguinte: bacias sanitárias, torneiras de pia, chuveiros, lavatórios e lavadoras de roupa. Os investimentos de consumidores da classe C são inviáveis para lavatórios e lavadoras de roupa.

Investimentos na substituição de equipamentos que não lavadoras de roupa mostraram-se economicamente viáveis para os consumidores, em geral, e para a concessionária de água, conforme a hierarquia seguinte: bacias sanitárias, chuveiros, torneiras de pia, lavatórios e lavadoras de roupa. Sendo que consumidores da classe C não têm bons argumentos econômicos para o investimento em lavadoras de roupa, lavatórios e chuveiro.

As figuras 4.4, 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8, a seguir, mostram os resultados obtidos para algumas das figuras de mérito avaliadas para os consumidores, concessionárias e sociedade.

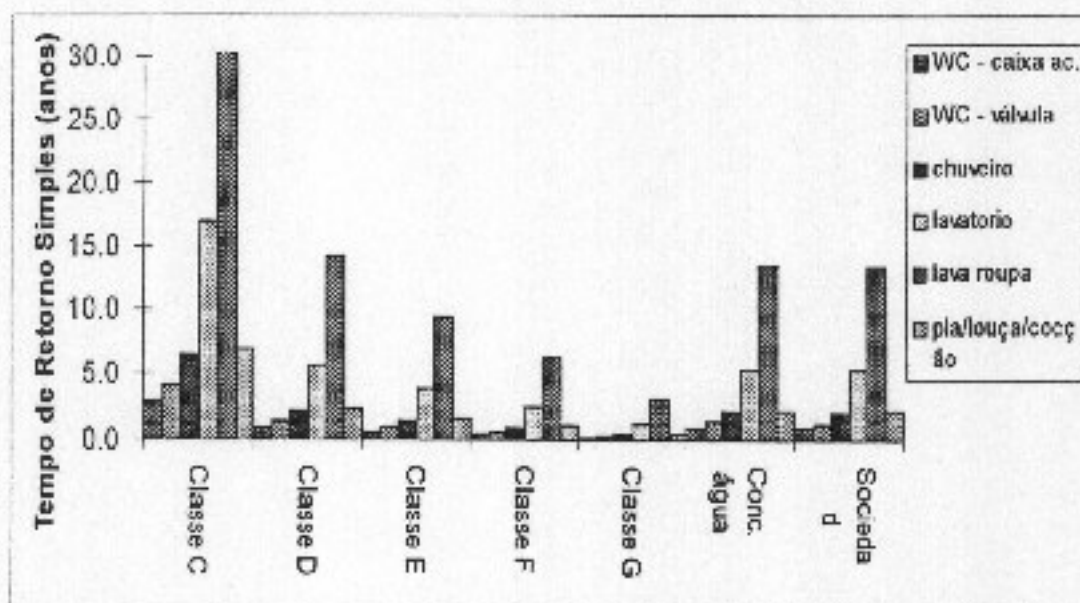


Figura 4.4 - Tempo de retorno simples dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.

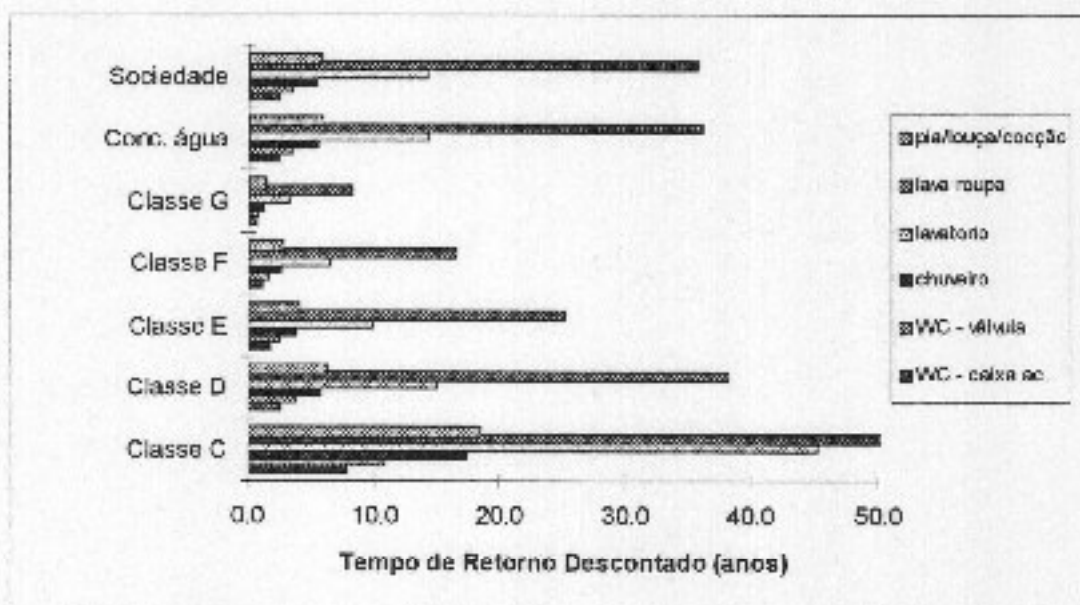


Figura 4.5 - Tempo de retorno descontado dos investimentos na substituição de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.

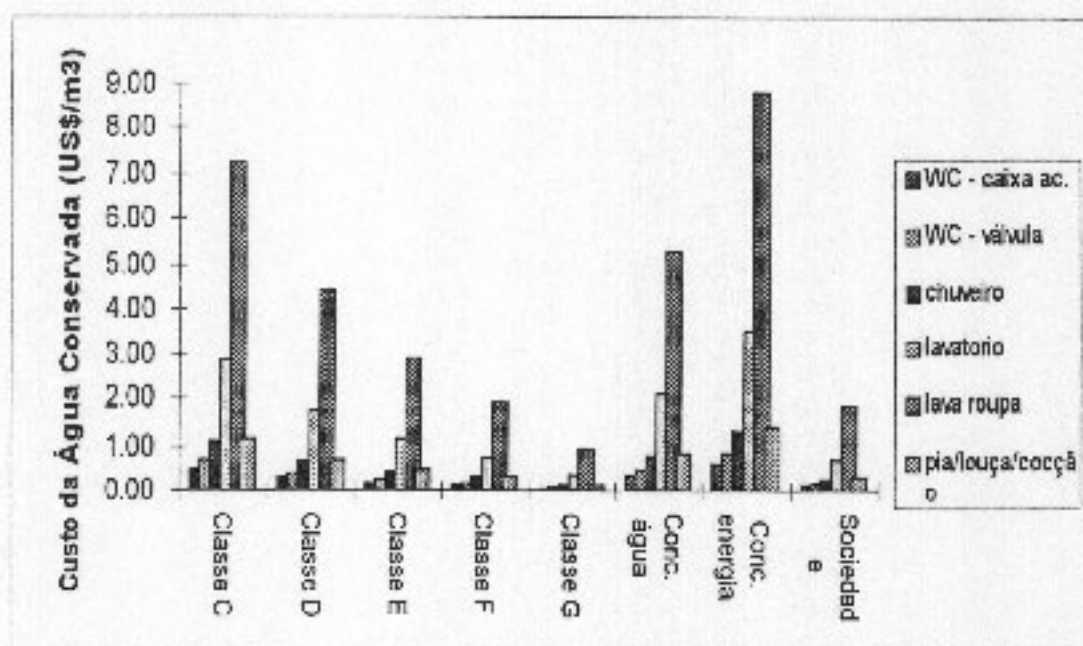


Figura 4.6 - Custo da água conservada para consumidores e concessionárias.

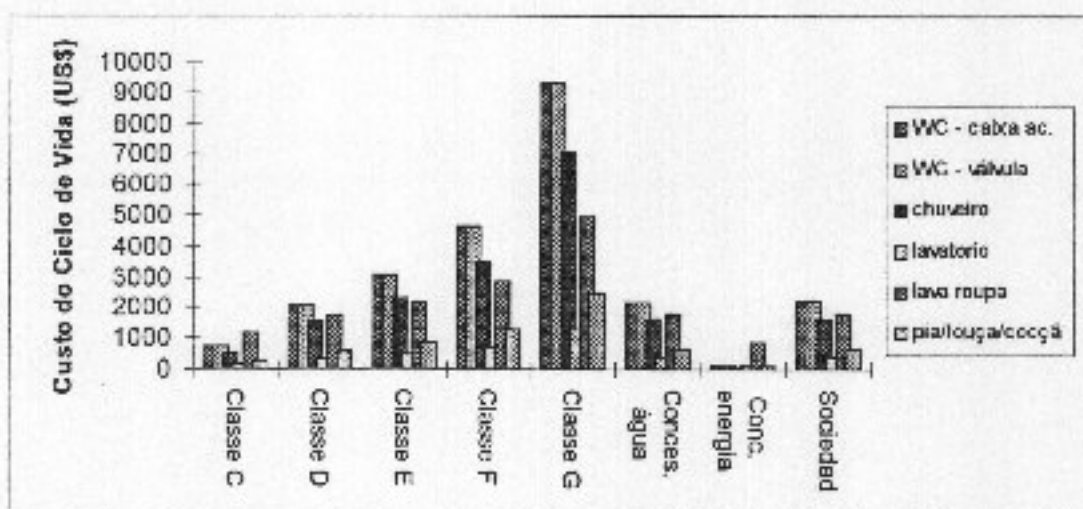


Figura 4.7 - Custo do ciclo de vida dos investimentos em substituição para consumidores e concessionárias.

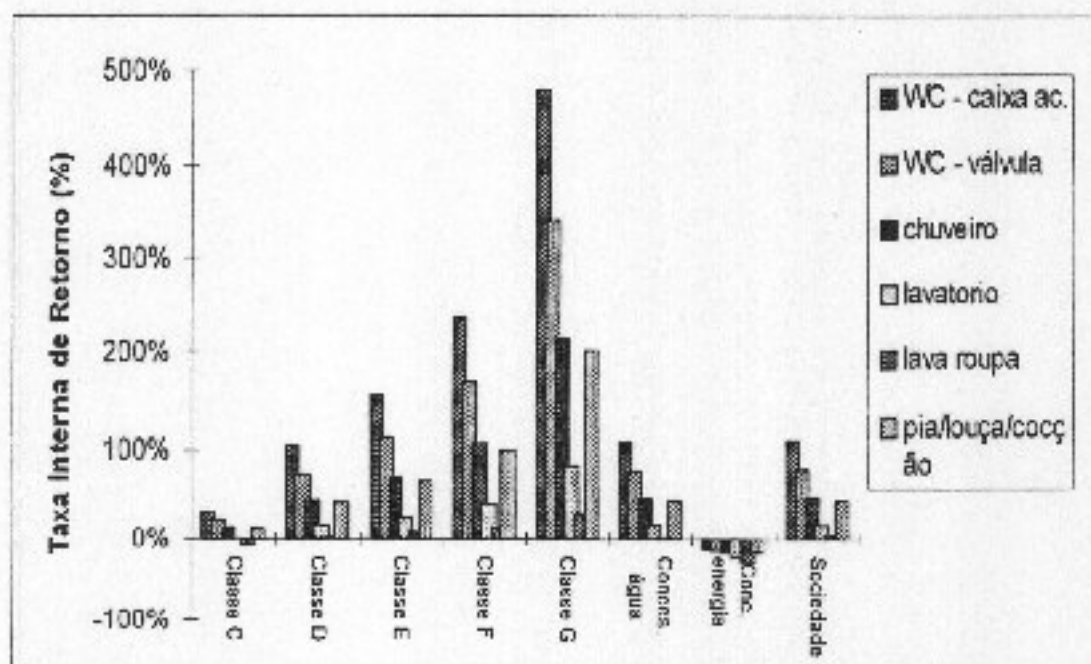


Figura 4.8 - Taxa interna de retorno dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários

## **CAPÍTULO 5 - ELABORAÇÃO DE CENÁRIOS**

### **5.1 Introdução**

Planejar implica antecipar o futuro, isso incorre em incertezas. O que, entretanto não deve inviabilizar uma antecipação. Pode-se minimizar o impacto causado por incertezas, por exemplo, compreendendo melhor o funcionamento da realidade. Aqui serão expostas duas abordagens para a redução ou delimitação da incerteza: a previsão clássica e a prospectiva.

A previsão clássica supõe que o sistema possui um comportamento identificável. A incerteza é vista como uma variável extrínseca ao sistema. A previsão prospectiva difere da previsão clássica quanto à concepção da incerteza, vista como inerente ao processo na primeira e fator exógeno na segunda. A dinâmica da previsão clássica é determinística, é obtida através de regressões e, neste caso, a incerteza é considerada como sendo um resíduo aleatório. Neste sentido, a previsão clássica comporta variações nas relações e parâmetros desde que estas sejam lentas (Araújo, 1988).

A previsão prospectiva traça projeções diferentes, segundo hipóteses de base distintas. Considera, portanto, a possibilidade de mudanças estruturais significativas no horizonte de planejamento. O que não ocorre na anterior.

A previsão prospectiva pode ser entendida como uma criação do futuro atingível através da adoção de um elenco de evoluções alternativas. Partindo do princípio que existem vários futuros viáveis e qualitativamente distintos, um cenário reflete uma projeção condicional da evolução do sistema.

O estudo de cenários procura organizar a incerteza afim de investigar alternativas de políticas em distintos contextos e/ou avaliar estratégias em contexto incerto.

Num cenário distinguem-se as hipóteses de base e suas consequências. As hipóteses podem referir-se a elementos de controle do decisor (políticas) ou elementos fora do controle do decisor (contextuais). Assim, visualiza-se três componentes num cenário: políticas, contextos e consequências de políticas num contexto (Araújo, 1988). No desenvolvimento realizado a seguir, supôs-se que o contexto permanece inalterado, estabelecem-se algumas políticas de conservação de água e avaliam-se os impactos destas em termos de fornecimento/consumo de água e energia, além dos custos associados.

## 5.2 Metodologia baseada em usos-finais

Uma análise das projeções de demanda futura de água supõem sempre que o consumo percapita futuro é maior que o consumo atual. Essa idéia advém do vínculo entre bem-estar e consumo de água, de forma que a melhoria do bem-estar está diretamente ligada ao incremento do consumo percapita. Ainda que não explicitamente, tal concepção perdurou no passado e ainda permanece nos dias de hoje.

Isso pode ser observado claramente nas hipóteses adotadas para a projeção de consumo realizada no Sistema Adutor Metropolitano (SAM 75), que supõem que o consumo percapita é crescente. Nota-se ainda que as hipóteses de crescimento são feitas com relação ao consumo por economia, escolhido como parâmetro explicativo, e o crescimento ocorre até patamares específicos, de 25 m<sup>3</sup>/mês nas zonas centrais e 22 m<sup>3</sup>/mês nas periféricas. O trabalho avalia que tal consumo é suficiente atender a demanda das classes com maiores faixas de renda e que futuras campanhas de conservação deverão contribuir para a redução deste consumo, para as faixas de menor renda o estudo cita que o realismo tarifário responda pela inibição do consumo. Entretanto, o estudo não entra em maiores detalhes sobre usos finais; observa-se que os comentários elaborados são utilizados para



estabelecer os patamares superiores, a serem alcançados durante a evolução dos consumos específicos.

O consumo de água entretanto não depende apenas do nível sócio-econômico de um povo e do bem-estar associado, mas também da eficiência das tecnologias e processos que a consomem. Desta forma, a metodologia de usos finais permite um detalhamento maior sobre o modo como a água está sendo consumida e as possíveis ações no sentido de minimizá-la. Este foi o procedimento adotado para a construção de cenários. Parte-se do consumo no ano base desagregado por uso final e observa-se quais impactos derivam das atuações em pontos de uso específicos.

Os cenários propostos serão estudados mais adiante neste capítulo, logo após a revisão das demandas previstas nas projeções elaboradas pela SABESP. Dois casos particulares serão analisados, a Revisão do Sistema Adutor Metropolitano de 1986 e a Revisão de 1995, ambas variam enormemente na forma e nos resultados conforme os comentários traçados no capítulo 2. Aqui são apresentados as principais hipóteses de projeção e resultados atingidos. Ao final deste capítulo os resultados gerais dos cenários da SABESP e dos aqui propostos serão comparados.

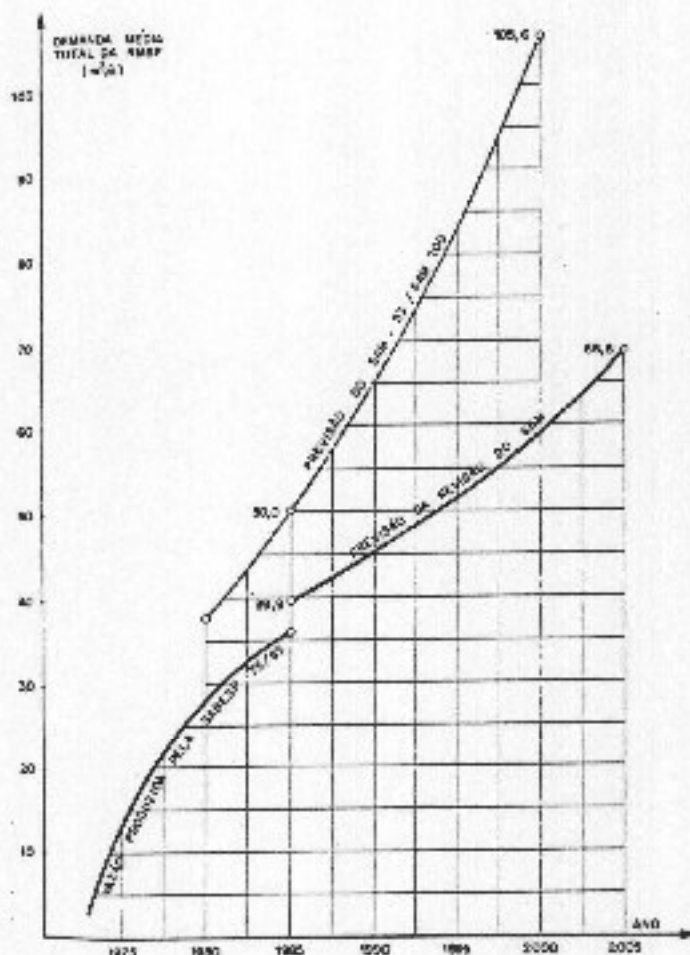
### 5.3 Demandas Previstas em Estudos da SABESP

No capítulo 2, citou-se o estudo de planejamento do Sistema Adutor Metropolitano, com horizonte de 20 anos, até 2005 (SAM, 1986). Este estudo revisava e atualizava dois outros estudos: o SAM-53, correspondente à implantação da Etapa Jaguari do Sistema Cantareira; e o SAM-100, elaborado na mesma época em que as diretrizes do SAM-53 foram estabelecidas. Seus horizontes de planejamento se estendiam a 1987 e 2000, respectivamente.

As demandas previstas pelos estudos SAM-53 e SAM-100 foram superiores em 30% às efetivamente entregues pela SABESP em 1985, tornando claro o super-dimensionamento dos parâmetros utilizados. A justificativa apresentada pela SABESP condicionava o erro à indisponibilidade dos dados censitários de 1980, contornada com a utilização da projeção populacional de meados da década de 70. As projeções de 70 indicavam um crescimento populacional da capital maior, enquanto os dados censitários, mais apropriados, indicavam um crescimento menor da capital e maior dos municípios.

Entretanto, deve-se inferir que o paradigma vigente na época era o de incremento do fornecimento de água atendendo a demanda que se apresentasse. Esse paradigma penaliza menos o super-dimensionamento da oferta do que o sub-dimensionamento.

As demandas médias totais das previsões feitas nos estudos SAM-53/SAM-100, as previsões da revisão SAM de 86 e as demandas efetivamente entregues pela SABESP aparecem na figura 5.1. A diferença entre a previsão revisada para 85 e o consumo faturado deve-se à inclusão de municípios com fornecimento de sistemas próprios, com previsão de atendimento futuro pela revisão.



Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e Atualização - Síntese, 1986.

Figura 5.1 - Configuração do Atendimento de Água da RMSP

A revisão do SAM de 1995 elaborou projeções a partir do ano 1995 até o ano 2015, em períodos de cinco anos.

Diferentemente, da revisão anterior, um estudo demográfico detalhado foi elaborado para a obtenção de maior confiabilidade nos dados censitários, extraídos do Censo Demográfico de 1991. Tal estudo concluiu uma omissão de cerca de 10% na população estimada pelo Censo. Desta forma, a projeção populacional foi realizada com base nos resultados obtidos.

Uma análise do estudo evidência a ocorrência de uma grande mudança na metodologia de projeção. O parâmetro explicativo, consumo por economia, identificado como parâmetro guardando maior correlação com o consumo residencial, foi utilizado em substituição ao consumo percapita diário. Os resultados obtidos para o SAM 75, como é conhecido, foram bem inferiores aos projetados anteriormente. Em vários pontos do texto encontram-se referências à utilização racional da água e programas de conservação, no setor residencial e comercial; reciclagem, reuso e recirculação da água em indústrias.

Não se pode ainda inferir a ocorrência de uma mudança paradigmática, já que o estudo de 95 ainda não detalha o consumo por usos finais, nem justifica o aumento do consumo específico para certos setores - assume-se apenas que seja o patamar adotado seja o mais adequado, sem base substancial para tal alegação -, conforme as colocações feitas no item anterior.

#### *Projeção dos consumos da RMSP*

O parâmetro explicativo utilizado como base para a projeção dos consumos da RMSP foi o consumo específico por economia. Para tal, a SABESP levou em conta os fatores afetando o consumo, tais como: tarifa, renda e clima. Com relação à tarifa, admite-se que os consumos dos consumidores residenciais de baixa renda devam permanecer limitados quer seja pela realidade tarifária quer seja pelo tipo de estrutura tarifária adotado. Assume-se que as necessidades de abastecimento das faixas de maior renda já estejam atendidas e futuras campanhas de racionalização devem minimizar, ou estabilizar estes consumos. O mesmo é assumido para o setor comercial. No setor industrial assume-se que a política tarifária, o programa de despoluição do Tietê, obrigarão as indústrias a efetuar o tratamento de seus efluentes, optando pela reciclagem, recirculação e reuso da água, aliado ao avanço demográfico, conclui-se que os consumos específicos mantêm-se inalterados.

Com relação à renda, assume-se que o consumo por economia não deva crescer devido à aumento de renda, mesmo porque os consumos por economia entre 20 e 30

m<sup>3</sup>/mês já são considerados elevados, e "por força de uma melhor utilização da água" deverá promover uma diminuição do consumo (SAM 75, 1995).

Os contrastes entre as temperaturas médias de inverno e verão, com amplitudes entre 15 e 20 °C, "não têm resultado em variações expressivas dos consumos por economia". De modo que o dimensionamento de adutoras e reservatórios não será feito com base na sazonalidade climática (SAM 75, 1995).

As hipóteses de consumo adotadas devido à influência da tarifa, renda ou clima para todos os tipos de consumidores adotam que os consumos permanecerão inalterados de uma maneira geral. Esta é uma prática incomum nas projeções clássicas, entretanto, outros setores da SABESP identificaram tal tendência pela necessidade política de obtenção de valores baixos para a demanda futura. A isso alia-se a atual condição de abastecimento, a produção mensal vem atingindo os valores máximos de extração caracterizando uma condição de operação crítica já que utiliza a capacidade de reserva dos períodos secos futuros. Esta atitude baseia-se na hipótese de que a precipitação será suficiente para a reposição da capacidade de reserva.

Os critérios gerais de evolução do consumo específico estabelecem sua manutenção para as áreas consolidadas, correspondentes às zonas centrais da Capital e principais municípios da RMSP. Na periferia, assume-se um crescimento dos consumos específicos, que atinja, até 2015, um patamar de 25 m<sup>3</sup>/mês na Capital e 22 m<sup>3</sup>/mês nos demais municípios.

Os consumos médios mensais por economia, para pequenos consumidores do Município de São Paulo foram avaliados durante o período de fevereiro de 1993 a abril de 1994. Nos demais municípios a informação foi obtida no relatório de dados operacionais, para os sistemas operados pela SABESP, nos não operados os dados vieram dos Serviços de água das prefeituras. A projeção do número de economias, assumindo que o número de habitantes por economia permaneceu constante durante o período de projeção, foi feita proporcionalmente à população atendida. O produto dos consumos pelo número de economias fornece o consumo mensal por setor de planejamento. Um resumo dos resultados globais para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP são apresentados na tabela 5.1.

Tabela 5.1 - Projeção do número de economias abastecidas para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (nº de economias)

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
MSP	2893794	3083646	3135316	3196317	3231634
Outros	1318953	1454484	1555950	1631147	1682201
RMSP	4212747	4538130	4691266	4827464	4913835

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75).

A projeção de consumo para grandes consumidores<sup>1</sup> foi elaborada proporcionalmente às populações atendidas, de forma similar à projeção anterior. Para aqueles consumidores com consumos acima de 45000 m<sup>3</sup>/mês, estabelecidos industriais e públicos, a projeção considerou o consumo crescendo proporcionalmente à população atendida. Um resumo é apresentado na tabela 5.2 e o consumo total do Município de São Paulo é dado pela soma dos consumos de pequenos e grandes consumidores, na tabela

Tabela 5.2 - Projeção do consumo total para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (m<sup>3</sup>/mês)

		Ano				
		1995	2000	2005	2010	2015
MSP	Pequenos Cons	63606974	70205505	76080818	81371062	86182192
	Grandes Cons	4533596	4700177	4801218	4863105	487692
	total	68140570	74905682	80882037	86234167	91079884
Outros		24374420	28277930	31703251	34722753	3732691
RMSP		92514990	103183612	112585288	120956920	94812575

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75).

#### *Projeção de perdas*

Os índices de perdas do ano de 1995 foram baseados nos índices atuais, tendo fixado 40%, como limite máximo e 30% como limite mínimo. O valor de 21% foi fixado como

<sup>1</sup> A partir de julho de 1993, a categoria de grandes consumidores passou a incluir comércio e indústrias médios, edifícios residenciais e consumidores especiais.

meta para o ano horizonte, 2015. A proposta de evolução do índice global de perdas segue a tabela 5.3. Esta evolução deve-se a um programa de redução de perdas, onde as maiores reduções ocorrem nos primeiros períodos de projeção.

Tabela 5.3 - Evolução do índice global de perdas proposto.

Ano	Índice de Perdas Global (%)
1995	30
2000	28
2005	25
2010	23
2015	21

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75).

Adota-se um critério similar para os demais municípios, partindo de um índice de perdas com limites de 55% e 30% para o ano de 1995, e atingindo os mesmos 21% para os municípios operados pela SABESP e 25% para os não operados.

#### *Projeção das demandas diárias*

As demandas médias diárias são calculadas a partir dos consumos totais multiplicados pelos índices de perdas correspondentes. Adicionalmente, agregaram-se as estimativas das demandas reprimidas para alguns setores e municípios. Na tabela 5.4 encontram-se as demandas médias para a Capital, demais municípios e total.

Tabela 5.4 - Projeção das demandas médias diárias para o Município de São Paulo, demais municípios e para a RMSP (m<sup>3</sup>/s)

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
MSP	42.35	42.05	42.37	43.26	44.74
Outros	16.66	17.04	17.69	18.46	19.37
RMSP	59.01	59.09	60.06	61.72	64.11

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75).

Estes resultados podem ser vistos na figura seguinte comparados às demandas de outros dois estudos da SABESP: a revisão do SAM e o plano diretor.

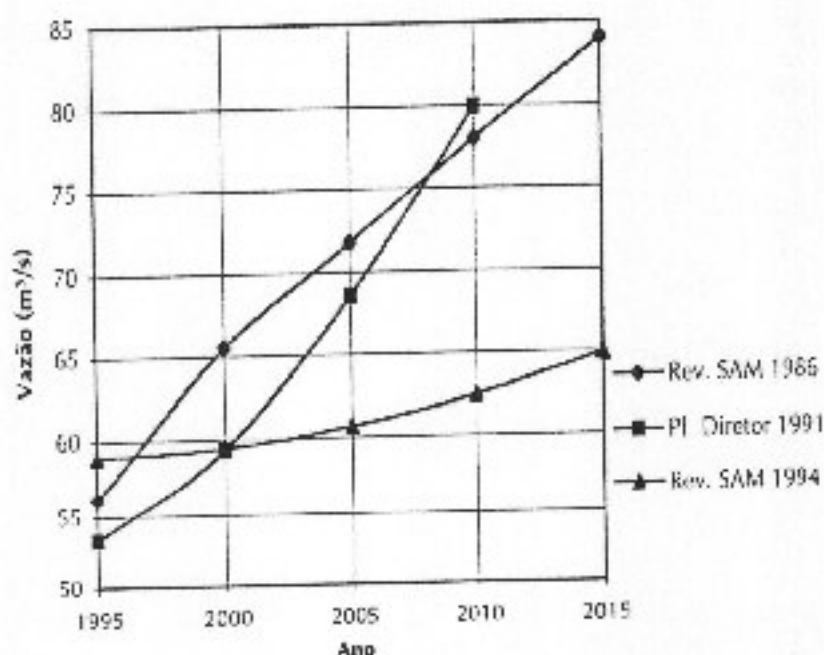


Figura 5.2 - Comparação das demandas médias diárias projetadas em estudos da SABESP.

### 5.3.1 Evolução dos déficits de produção projetados

A limitação no fornecimento de água dos mananciais e as deficiências na adução existente são fatores responsáveis pelos déficits locais e regionais no Sistema Adução Metropolitano. Adicionalmente, dentre as deficitárias estão as áreas periféricas - que precisam de obras complementares de adução - da mancha de atendimento dos sistemas produtores.

Um diagnóstico foi realizado com o intuito de avaliar a capacidade e deficiências do Sistema Adução existente, a determinação dos déficits setoriais futuros, em suas áreas de influência, e os locais mais propícios para a entrada dos novos sistemas produtores. A metodologia adotada no estudo determinava, inicialmente, as áreas de influência de cada sistema produtor, a partir das demandas máximas de cada setor e da capacidade dos sistemas produtores; em seguida, considerando a área de influência inalterada, realiza-se uma análise hidráulica, levando em conta: a evolução das demandas setoriais, as características do SAM existente e das obras programadas e em andamento.

Uma perspectiva dos déficits de demanda projetados até o ano 2005, supondo a configuração atual de atendimento, pode ser vista na tabela 5.5. Estes dados servirão de

base comparativa para a projeção de demanda realizada pelo autor. A demanda total será fragmentada nos consumos de seus quatro grupos constituintes, destes apenas o consumo do setor residencial será projetado. Os déficits setoriais serão analisados mantendo-se a porcentagem distribuída projetada pela SABESP.

Tabela 5.5 - Evolução dos déficits de demanda na RMSP por área de influência.

sistema produtor existente	Capac. Máxima (m <sup>3</sup> /s)	Evolução das demandas máximas (m <sup>3</sup> /s)					Saldo dos déficits de produção (m <sup>3</sup> /s)				
		1985	1990	1995	2000	2005	1985	1990	1995	2000	2005
Cantareira	33,0	24,5	26,8	30,3	34,0	38,8	8,5	6,2	2,7	-1,0	-5,80
Guarapiranga	11,0	11,8	13,2	14,8	16,8	18,9	-0,8	-2,2	-3,8	-5,80	-7,90
Rio Grande	4,2	3,8	4,4	4,9	5,7	6,7	0,4	-0,2	-0,7	-1,50	-2,50
Rio Claro	4,0	4,4	5,2	6,4	8,1	10,2	-0,4	-1,2	-2,4	-4,10	-6,20
Alto Cotia	0,85	0,8	1,0	1,2	1,6	2,2	0,05	-0,15	-0,35	-0,75	-1,35
Baixo Cotia	0,50	0,7	1,1	1,4	1,9	2,5	-0,2	-0,6	-0,90	-1,4	-2,00
Totais	53,55	46,0	51,7	59,0	68,1	79,3	7,55	1,85	-5,45	-14,55	-25,75

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, Revisão e síntese 1986 (SAM revisado)

Uma comparação mais atual seria obtida se o SAM 75 também apresentasse uma tabela equivalente de dados, entretanto, isso não acontece. Observa-se que em 1985 a capacidade máxima de produção é inferior a 54 m<sup>3</sup>/s, em 1995 este valor atinge pouco mais de 59 m<sup>3</sup>/s. Para atender a tal demanda algumas obras de adução já foram concretizadas, como, por exemplo, parte do sistema Alto Tietê. Mesmo assim, a título de ilustração, serão comparados os volumes totais para avaliar a condição de abastecimento de cada sistema adutor frente às projeções feitas.

#### 5.4 Cenário Base

O cenário base funciona como um ano de referência para as projeções seguintes realizadas. Neste estudo foi adotado o ano de 1995 como referência. A estrutura de consumo avaliada neste ano permanece constante para as demais projeções ao longo do período de planejamento, entretanto, alguns parâmetros como o índice de perdas e o índice de abastecimento variaram durante o período conforme a evolução proposta pelo estudo da SABESP. Outros parâmetros, como normas de eficiência e participação de tecnologias eficientes variaram conforme os cenários projetados.



Apesar da referência datar de 1995, a maioria dos dados utilizados porém, são de datas anteriores, a exemplo dos dados de consumo utilizados, do período de 1993 a 1994. A projeção populacional utilizou inicialmente os dados demográficos extraídos do Censo demográfico de 1991 (IBGE, 1991), devido à discrepância verificada com a projeção realizada no estudo do Sistema Adutor Metropolitano de 1995 (SAM 75) foram adotados os valores deste último.

#### 5.4.1 Dados e hipóteses

A construção do cenário básico parte de hipóteses do consumo percapita anual, da taxa de crescimento populacional, do número de economias no período analisado, da projeção do número de economias para o ano base, da estratificação das economias por faixa de consumo e da distribuição do consumo interno de água.

A projeção populacional foi feita inicialmente a partir da adoção de uma taxa de crescimento populacional aproximada que correspondesse ao crescimento de São Paulo. Para tal, escolheram-se a taxa de 1,5% ao ano para os primeiros 10 anos projetados e 1% ao ano para os últimos 10 anos. A aquisição posterior do SAM 75 identificou taxas de crescimento variando de 1,33 % para o primeiro quinquênio até, 0,23% para o último quinquênio. Os resultados dos métodos projeção mostram uma redução para a aproximação geométrica que atinge 8,1% em 1995, passando para um incremento populacional de 2,8% no ano 2015. Observando, portanto, que a hipótese feita superdimensionava o crescimento populacional.

A obtenção do SAM 75 com dados diferentes de projeção populacional, número de economias atendidas e o objetivo de comparar equitativamente metodologias de projeção de consumo distintas orientou a utilização dos dados da SAM 75, abandonando as hipóteses inicialmente traçadas.

A projeção do número de economias partiu das economias abastecidas em 1994, ano de obtenção dos dados, projetando a expansão para 1995 através da inclusão de índices de abastecimento, crescimento populacional, conforme o valor do SAM 75.

A estratificação das economias por faixa de consumo foi feita a partir de dados da diretoria comercial de agosto de 1994. Como estes diferem quantitativamente dos dados adotados para o consumo básico em 1995, as diferenças são propagadas para o consumo estratificado. Entretanto, manteve-se a estratificação devido às hipóteses adotadas do consumo interno de água, disponíveis na literatura para a cidade de São Paulo.

(Montenegro, 1987). Adicionalmente, a distribuição do consumo interno de água é fornecida apenas em litros percapita diário, fator que orientou a utilização deste parâmetro para as projeções realizadas. Esta questão é tratada no item seguinte.

#### 5.4.2 Parâmetros explicativos do Cenário Base/SABESP

Duas escolhas eram possíveis para os parâmetros explicativos. Supor que o consumo mantinha melhor correlação com a população e, portanto, partir de dados de consumo percapita. Ou supor que o consumo guardava maior correlação com a área construída, projetando assim o crescimento da área construída para estimar a demanda futura de água.

Neste trabalho optou-se pela primeira forma; a projeção foi feita com base no crescimento populacional. A SABESP utilizou o mesmo parâmetro explicativo para o SAM 53/100, para a revisão do SAM e para o plano diretor; a projeção populacional foi calculada pelo método das componentes. Diferentemente dos cenários projetados pela SABESP optou-se por uma projeção populacional por uma aproximação matemática, isso foi feito pelo método geométrico; devendo-se basicamente à complexidade inerente ao método das componentes.

Adicionalmente, a escolha pelo consumo percapita deveu-se basicamente ao acesso a literaturas que avaliassem o consumo percapita. O estudo não avaliou qual dos parâmetros explicativos é efetivamente o mais adequado, sendo que isso deve ser estudado com maior cautela futuramente. Quando da apresentação do SAM 75, a SABESP passou a utilizar um outro parâmetro explicativo, mencionado acima, o consumo por economia. Esta possibilidade aparece como uma alternativa interessante para a projeção de consumo. A evolução da penetração de tecnologias eficientes deve caracterizar diferentemente economias com uso de água eficiente das de uso convencional<sup>2</sup>, facilitando a determinação de áreas e classes de atuação futura para programas de conservação.

<sup>2</sup> Não esquecendo de levar em conta outros parâmetros relevantes como número de habitantes por economia e área externa, por exemplo. Uma análise multivariável pode verificar a influência destes parâmetros no consumo por economia, identificar clusters de economias com consumos, áreas externas construídas e número de ocupantes similares

### 5.4.3 Consumo total de água e energia

A planilha utilizada realizou o cálculo desagregado para cada uso final conforme a distribuição adotada. Estes resultados foram agregados fornecendo volumes totais de água consumidos por uso final e estratificados por faixa de consumo para o ano base. Estes resultados são apresentados na tabela 5.6.

Tabela 5.6 - Distribuição do consumo de água por uso final (Milhões m<sup>3</sup>/ano)

	A	B	C	D	E	F	G	total uso final
bacia sanitária	8.7	37.2	119.7	64.2	39.4	9.5	7.6	286.3
chuveiro	6.6	28.4	91.4	49.0	30.1	7.2	5.8	218.5
lavatório	1.1	4.9	15.8	8.4	5.2	1.2	1.0	37.7
lavar roupa	3.9	16.6	53.6	28.7	17.6	4.2	3.4	128.1
pia/louça	2.3	9.8	31.5	16.9	10.4	2.5	2.0	75.3
total/classe	22.7	96.8	312.0	167.2	102.7	24.6	19.8	745.8

A partir dos resultados anteriores aplicou-se o fator de conversão para encontrar as estimativas dos consumos de energia equivalentes aos volumes de água utilizados. Estes valores foram calculados em formato equivalente aos anteriores, conforme mostrado pela tabela 5.7.

Tabela 5.7 - Distribuição do consumo de energia por uso final (Gwh/ano)

	A	B	C	D	E	F	G	total
bacia sanitária	5.2	22.3	71.8	38.5	23.6	5.7	4.6	171.8
chuveiro	4.0	17.0	54.8	29.4	18.0	4.3	3.5	131.1
lavatório	0.7	2.9	9.5	5.1	3.1	0.7	0.6	22.6
lavar roupa	2.3	10.0	32.1	17.2	10.6	2.5	2.0	76.8
pia/louça	1.4	5.9	18.9	10.1	6.2	1.5	1.2	45.2
total/classe	13.6	58.1	187.2	100.3	61.6	14.8	11.9	447.5

A projeção dos demais cenários se faz a partir do perfil traçado por este ano base. Outros cenários terão hipóteses próprias e contemplarão futuros distintos, entretanto, assume-se que o consumo per capita a distribuição das economias por classe de consumo e a distribuição do consumo interno permanecem inalteradas. Isto é, assume-se aqui que tais variáveis se comportem como variáveis de contexto, de forma que o decisor não exerça controle algum sobre elas.

Um estudo mais detalhado pode mostrar tendências de crescimento no número de economias de certa classe. A introdução de novas tecnologias, ou tecnologias eficientes pode alterar a distribuição de consumo estabelecida, e os perfis de consumo percapita podem se alterar ao longo do horizonte de planejamento. Todos estes pontos merecem ser estudados com maior detalhamento em uma projeção mais elaborada. Entretanto, para o escopo deste trabalho isso não foi necessário.

A seguir dois tipos de cenários serão projetados: cenários evolutivos e antecipatórios eles diferem entre si em termos das trajetórias, uma é resultado dos critérios outra das políticas requeridas.

### 5.5 Cenários evolutivos

"Os cenários evolutivos descrevem as trajetórias do sistema em estudo desde o presente até um horizonte dado ... Tipicamente, cenários evolutivos são utilizados para orientar a análise de decisões no curto e médio prazos com efeitos no médio e longo prazos, a ênfase é dada na viabilidade do processo, e por conseguinte na continuidade: 'rupturas' e mudanças estruturais são para estes inflexões de rumo, não descontinuidade." (Araújo, 1988).

Os cenários evolutivos identificam um encadeamento viável de decisões a serem tomadas para se atingir um futuro projetado. As decisões refletem as políticas estabelecidas em cada cenário. Assim, neste trabalho, políticas de conservação do consumo de água, através da implementação de normas de eficiência e da substituição de equipamentos convencionais por eficientes, foram formuladas, seus impactos foram avaliados em quatro cenários evolutivos propostos: eficiência congelada, implantação de normas, substituição, combinado (normas e substituições). A escolha de tais cenários deve-se, principalmente, à viabilidade de sua implementação. Colocados à parte os desvios possíveis na adoção de regulamentação apropriada, o cenário de implementação de normas, avalia quais os impactos da regulamentação de tecnologias eficientes no consumo de água do setor residencial. Analogamente, o cenário substituição analisa o impacto de um programa de conservação que atinge 5% das economias, servindo como bom exemplo para uma avaliação de um programa de substituição de tecnologias convencionais. O cenário combinado avalia os impactos gerados por ambos os anteriores, realidade possível com o trabalho da concessionária voltado para a conservação de água. Nos próximos tópicos estes cenários serão analisados mais detalhadamente.

### 5.5.1 Cenário Eficiência Congelada

O cenário "Eficiência Congelada" projeta os níveis de demanda de água considerando que as características dos usos finais tais como eficiência das tecnologias, distribuição do número de economias e distribuição do consumo por uso final fiquem iguais às do ano base.

A projeção é feita estendendo a taxa de projeção populacional para a projeção do número de economias. Os dados efetivamente utilizados foram os projetados pelo SAM 75. A partir dos dados de consumo da concessionária de água, SABESP, obtém-se a distribuição do número de economias<sup>3</sup> por faixa de consumo (SABESP, agosto 1994).

Dados do custo de produção e preço de eletricidade para as concessionárias de água e de energia, respectivamente, são utilizados para o cálculo da projeção do custo destes serviços, a partir dos consumos totais de água e energia elétrica. A tabela 5.8 apresenta os consumos de água e energia para o cenário de eficiência congelada até o ano 2015.

Tabela 5.8 - Resumo do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) no cenário de congelado

	Água (M m <sup>3</sup> /ano)				Energia (GWh/ano)			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
banharelaria	308	319	328	334	185	191	197	200
chuveiro	235	243	250	255	141	146	150	153
lavatório	41	42	43	44	24	25	26	26
lavar roupa	138	143	147	149	83	86	88	90
pia/louça	81	84	86	88	49	50	52	53
total (99%)	803	831	855	870	482	498	513	522

### 5.5.2 Cenário Substituição

O "Cenário Substituição" calcula o impacto da substituição de um pacote com cada tecnologia eficiente, cuja avaliação econômica mostrou-se economicamente viável (bacias sanitárias, chuveiros, lavatórios e torneiras de pia), em 10% das economias de classe C e D.

<sup>3</sup> Um cálculo equivalente utiliza os dados da população para os anos projetados multiplicado pelo índice de hab/econ para a determinação do número de economias para os anos projetados

Economias destas classes foram escolhidas devido aos resultados das análises econômicas, que evidenciaram condições precárias para os investimentos em substituição para consumidores da classe C; consumidores da classe D obtêm melhores resultados, entretanto, ainda susceptíveis à não adoção. Os consumidores de outras classes podem ser incluídos em programas de conservação que os incentivem na adoção destes equipamentos, isto torna-se mais fácil na medida que as taxas de retorno dos investimentos são maiores.

Adicionalmente, as classes C e D representam cerca de 52% do número total de economias e 57% do consumo total de água do setor residencial. Uma substituição de 10% nestas economias implica uma atuação em aproximadamente 5% do total de economias, ou cerca de 170 mil (1995) até 210 mil economias (2015). Apesar da aparente magnitude do número de economias, as substituições podem ser planejadas ao longo do período de projeção causando menor impacto. Ao longo de 20 anos, pode-se projetar uma substituição de 10 mil pacotes por ano o que não é muito. Por outro lado, pode-se ainda propor uma substituição maior nos primeiros anos. Como o consumo destas classes atinge 57% a substituição proposta abrange 5,7% do consumo. As hipóteses de redução de consumo com o uso de equipamentos eficientes chega a 40%, portanto, o impacto no consumo pode chegar a 2,3% do volume total, ou cerca de 0,6 m<sup>3</sup>/s (1995).

#### *Dados e hipóteses*

Os dados e hipóteses utilizados para a projeção do cenário seguem os moldes adotados para a projeção do cenário eficiência congelada com exceção de 10% das economias de classe C e D cujos equipamentos foram substituídos. A projeção é feita avaliando 90% de economias com consumo convencional e 10% de economias cujo consumo é eficiente, a partir da projeção do número de economias, aliado à participação distribuição do número de economias por faixa de consumo e da participação do consumo por uso final.

#### *Resultados*

O cálculo da demanda por uso final para estas economias é feito utilizando os índices de eficiência estabelecidos para cada equipamento, exceção feita à lavadora de roupa, para a qual não se verificou a viabilidade econômica para a substituição. Os resultados estão na tabela 5.9.

Tabela 5.9 - Resumo do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) no cenário substituição

	Água (M m <sup>3</sup> /ano)				Energia (GWh/ano)			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
bacia sanitária	298	309	318	323	179	185	191	194
chuveiro	230	238	245	249	138	143	147	150
lavatório	39	40	41	42	23	24	25	25
lavar roupa	138	143	147	149	83	86	88	90
pia/leuça	77	80	82	84	46	48	49	50
total (99%)	783	809	832	847	470	485	499	508

### 5.5.3 Cenário Implementação de Normas

O "cenário implementação de normas" avalia os impactos da introdução de normas de eficiência para a utilização de água nos seus pontos de uso.

#### *Dados e hipóteses*

Para tal assume-se que apenas as economias construídas após o ano base estarão submetidas às normas de eficiência. Assim, estima-se o número de economias construídas a partir da taxa de crescimento adotada. A distribuição das economias por classe é adotada como sendo a mesma do ano base, podendo-se, desta forma, obter a distribuição do número de economias por classe. Adota-se também a mesma distribuição por uso final.

#### *Resultados*

A estimativa do consumo das novas economias, entretanto, utiliza as características de consumo dos equipamentos eficientes. Assim, o consumo convencional verificado para cada economia é multiplicado por um fator de eficiência da performance destes novos equipamentos (tabela 5.10)

Tabela 5.10 - Resumo do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) no cenário implementação de normas

	Água (M m <sup>3</sup> /ano)				Energia (GWh/ano)			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
banha sanitária	297	303	307	310	178	182	184	186
chuveiro	230	235	240	243	138	141	144	146
lavatório	38	39	39	39	23	23	23	24
lavar roupa	132	134	136	137	79	80	82	82
pia/louça	77	77	78	78	46	46	47	47
total (99%)	774	788	800	807	465	473	480	484

#### 5.5.4 Cenário Combinado

Outro cenário elaborado foi o "Cenário Combinado". Neste caso, assume-se que tanto as reduções obtidas com a adoção de normas, quanto as obtidas por um programa de substituições são consideradas. Assume-se que 10% das economias de classe C e D anteriores a 1995 recebam pacotes de equipamentos eficientes para a substituição dos equipamentos convencionais, e todas as novas economias das classes estudadas, a partir de 1995, são dotadas de equipamentos eficientes, em conformidade com as normas vigentes. O cálculo da demanda engloba a metodologia elaborada anteriormente.

Tabela 5.11 - Resumo do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) no cenário combinado

	Água (M m <sup>3</sup> /ano)				Energia (GWh/ano)			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
banha sanitária	288	293	298	301	173	176	179	181
chuveiro	225	230	235	238	135	138	141	143
lavatório	37	37	37	37	22	22	22	22
lavar roupa	127	129	131	132	76	78	79	79
pia/louça	73	74	74	75	44	44	45	45
total (99%)	750	764	776	783	450	458	465	470



### 5.5.5 Consumo total de água e energia por cenário

A seguir são fornecidos os resultados gerais de consumo de água e energia dos cenários evolutivos (Tabelas 5.12 e 5.13). O tópico seguinte avalia quais decisões devem ser tomadas para consecução de um cenário antecipatório proposto.

Tabela 5.12 - Consumo total de água para os cenários evolutivos (M m<sup>3</sup>/ano)

	1995	2000	2005	2010	2015
Congelado	746	803	831	855	870
Substituição	746	783	809	832	847
Efic. Novas	746	774	788	800	807
Combinado	746	750	764	776	783

Tabela 5.13 - Consumo total de energia para os cenários evolutivos (GWh/ano)

	1995	2000	2005	2010	2015
Congelado	447	482	498	513	522
Substituição	447	470	485	499	508
Efic. Novas	447	465	473	480	484
Combinado	447	450	458	465	470

### 5.6 Cenários antecipatórios

Os cenários antecipatórios, ao contrário dos evolutivos, "descrevem um estado futuro do sistema, plausível em si mesmo, omitindo considerações sobre a existência de uma trajetória viável ligando o estado presente com o futuro... cenários antecipatórios se colocam no futuro muito distante, supondo implicitamente que esse horizonte é suficiente para vencer as dificuldades - seja através de processos contínuos seja de rupturas." (Araújo, 1988)

Assim, tem-se para os cenários antecipatórios uma projeção futura estabelecida por uma meta que deverá ser atingida, despreocupada com a trajetória a ser seguida, entretanto, sua consecução deve-se à implantação de medidas alternativas. Pode-se inferir que estes cenários buscam mostrar a existência de uma alternativa a longo prazo; estudos devem ser feitos para demonstrar a viabilidade de concretização a partir de mudanças de decisões, ou medidas e políticas necessárias.

De qualquer forma, adotou-se o mesmo horizonte de planejamento tanto para cenários evolutivos quanto antecipatórios, sendo que para este último estabeleceu-se previsões razoáveis de conservação. Estas são basicamente a substituição de equipamentos convencionais por eficientes através de programas de conservação geridos pela concessionária de água.

### 5.6.1 Consumo almejado

O cenário antecipatório almejou uma redução global de 5% na demanda de água residencial, ao longo de 20 anos. Esta redução foi atingida colocando-se metas de redução para cada quinquênio, de tal forma que para os dois quinquênios iniciais propôs-se uma redução de 1% (redução acumulada de 2%), para os dois quinquênios finais propôs-se uma redução de 1,5% (redução acumulada de 3%). Portanto, a partir do volume congelado projetado para o setor residencial obtêm-se o consumo almejado e a redução necessária em cada período (tabela 5.14)

Tabela 5.14 - Resumo da evolução do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) proposto para o cenário antecipatório

	1995	2000	2005	2010	2015
Volume projetado congelado	745.8	803.4	830.5	854.6	869.9
Reduções propostas p/ano base		1.0%	2.0%	3.5%	5.0%
Consumo Almejado		738.3	730.9	719.7	708.5
Redução acumulada		65.1	99.6	134.9	161.4
Redução quinquenal		65.1	34.6	35.3	26.5

Aplicando-se a distribuição de consumo por uso final obtêm-se o consumo final de cada tecnologia e a energia equivalente consumida (tabela 5.15) e resumido para água e energia (tabela 5.16).

Tabela 5.15 - Resumo do consumo de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) no cenário antecipatório

	Água (M m <sup>3</sup> /ano)				Energia (GWh/ano)			
	2000	2005	2010	2015	2000	2005	2010	2015
becia sanitária	281	278	273	269	168	167	164	162
chuveiro	214	212	209	205	128	127	125	123
lavatório	37	37	36	35	22	22	22	21
lavar roupa	126	124	122	120	75	75	73	72
pia/louça	74	73	72	71	44	44	43	43
total (99%)	738	731	720	709	439	434	428	421

Tabela 5.16 - Consumo total de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (Gwh/ano) para o cenário antecipatório

	1995	2000	2005	2010	2015	1995	2000	2005	2010	2015
Congelado	746	803	831	855	870	447	482	498	513	522
Antecipatório		738	731	720	709		439	434	428	421

### 5.6.2 Medidas necessárias

A redução de consumo almejada no cenário antecipatório foi estudada a partir da hipótese de substituição de equipamentos, isto é, avaliou-se quantos equipamentos devem ser trocados efetivamente para que uma redução de 5% ao longo de 20 anos possa ser alcançada. Deve-se levar em conta que o valor é aproximado, supondo que a substituição de apenas um equipamento em cada ponto de uso será suficiente para modificar todo o consumo da economia estudada. Esta hipótese é justificada pela ponderação sobre o número de banheiros construídos nos lançamentos recentes de apartamentos. Entretanto, observou-se também que os apartamentos representam apenas 20% dos domicílios do setor residencial. Em se tratando de casas, esta tendência pode não se verificar; o censo comum indica que maiores residências contam com suítes, e um número maior de banheiros que apartamentos.

Adicionalmente, ainda que não tenha sido feita uma correlação entre economias de consumo elevado e renda, supõe-se que deva haver uma correlação positiva entre ambas. Isso influencia o tamanho da área externa, e, portanto, influencia o volume de água utilizado para rega de jardins, por exemplo. Outro ponto é a inexistência de micromedição em edifícios residenciais, o que seguramente determina que alguns destes sejam cadastrados entre as economias consumidoras de classe F ou G (até 90 m<sup>3</sup>/mês), quando, de fato, a

adoção de um pacote eficiente não surtiria efeito de redução proporcional de consumo. Deste modo, ainda que o cenário admita a adoção de um pacote eficiente, ocorrem distorções da projeção. De maneira análoga aos demais cenários, o antecipatório sobrepassou estas questões admitindo que o consumo interno representasse o consumo total; e também foi suposto que as distorções devido a problemas de micromedição não incorporassem grandes imprecisões.

A análise da redução de consumo avaliou inicialmente o número de equipamentos que deveriam ser trocados em cada faixa de consumo, de modo a atingir o consumo desejado. Na maioria das faixas de consumo, o número de economias que deveriam adotar o pacote substituição era maior que o número de economias existentes na classe. Uma substituição homogênea era apenas possível nas classes C e D. Uma substituição homogênea foi buscada no sentido de minimizar as dificuldades de adaptação de um programa de conservação atingindo diferentes tipos de consumidores, economias com características diferentes, etc. Estas questões serão analisadas detalhadamente no capítulo seguinte.

Como a substituição homogênea não foi possível nas demais classes, avaliou-se a substituição composta pela atuação nas economias de maior consumo (classes E, F e G). A característica de maior consumo nestas economias reflete um número menor de economias a serem abordadas pelo programa. Isso foi feito no cenário antecipatório, compondo substituições nas classes de maior consumo até atingir a redução desejada, isto é, o atendimento das metas de consumo propostas.

### 5.7 Hipóteses e medidas de conservação propostas

Observa-se que os cenários analisados acima foram baseados em hipóteses que não correspondem fielmente à realidade, são apenas uma aproximação. Foram analisados o pior caso de consumo, dado pelo cenário de eficiência congelada, e cenários de consumo intermediário, considerando programas de conservação de água devido à substituições, implementação de normas de eficiência e uma combinação de ambos. Os programas de substituição propostos estabeleceram metas conservadoras de atuação em cerca de apenas 5% das economias. A bibliografia mostra programas bem mais agressivos em localidades onde a escassez de água é um problema constante, entretanto, apenas a título de demonstração dos benefícios da conservação optou-se por programas de pequena magnitude.

Os efeitos de programas de conservação diferentes são distintos com relação ao consumo. No exercício de projeção anterior analisou-se os impactos quantitativos aproximados<sup>4</sup>, descreve-se agora brevemente alguns efeitos qualitativos dos programas de conservação de água.

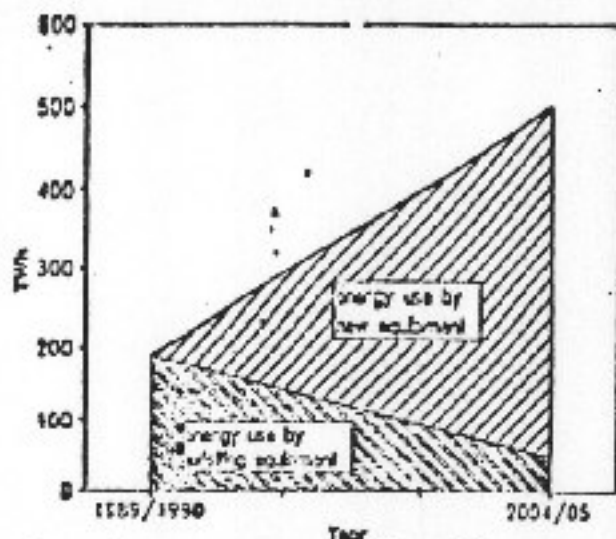


Figura 5.3 - Participação de equipamentos convencionais e eficientes no consumo de água.

De uma forma geral, pode-se ilustrar esquematicamente a participação no consumo de energia das tecnologias eficientes e convencionais através da figura 5.3. A ilustração projeta o consumo para um horizonte de 15 anos considerando a vida útil dos equipamentos como sendo de 20 anos. Supõe-se também que no momento inicial a distribuição das idades dos equipamentos é uniforme, e assim, após 15 anos, 75% dos equipamentos serão substituídos. Adicionalmente, as características dos equipamentos eficientes guardam relação com os programas e medidas de conservação que forem implementados (Sauer, 1994).

Deste modo, supondo-se um programa de padrão de eficiência mínima alguns equipamentos, embora legalmente excluídos do mercado pelas normas de eficiência, conseguem manter sua presença através de mecanismos excusos. Sendo assim, o ponto mínimo da curva da eficiência média, referente aos equipamentos de mínima eficiência, permanece em posição semelhante ao da situação anterior, com a inexistência de normas. Consequência de um tal programa é o aumento médio da eficiência de todos os equipamentos penetrando o mercado. (Figura 5.4)

<sup>4</sup> Uma vez que a quantificação exata é uma tarefa complexa, dependente da construção e da eficácia dos programas a serem implementados.

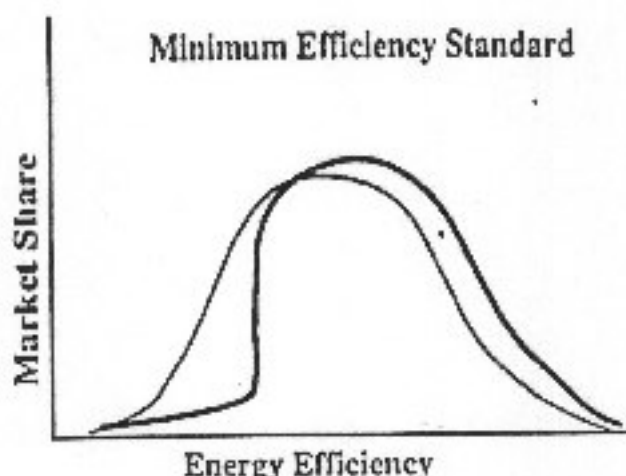


Figura 5.4 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a padrões de mínima eficiência.

Um programa alternativo seria o "programa de imposição de padrões de eficiência para a frota (conjunto de equipamentos vendidos por fabricantes, ou pelo conjunto da indústria.) a média de equipamentos vendidos pelo fabricante deve cumprir um certo mínimo. Neste caso ocorre um deslocamento positivo de eficiência mínima, máxima e média, conforme a figura 5.5. Enfim, há um deslocamento positivo de toda a curva de distribuição das eficiências" (Sauer, 1994)

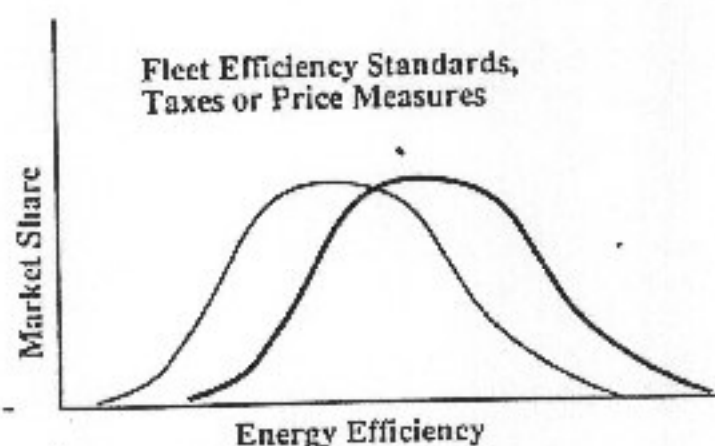


Figura 5.5 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de imposição de padrões de eficiência para a frota.

O programa de incentivos, subsídios e bônus, inclui medidas que incentivam o consumidor a adquirir equipamentos mais eficientes. Há um deslocamento positivo da média, devido à utilização de equipamentos mais eficientes por parte dos consumidores que visam os benefícios dos incentivos oferecidos. A oferta de equipamentos permanece inalterada e, portanto, as eficiências mínimas e máximas dos produtos oferecidos no mercado se mantêm similares às anteriores. (Figura 5.6)

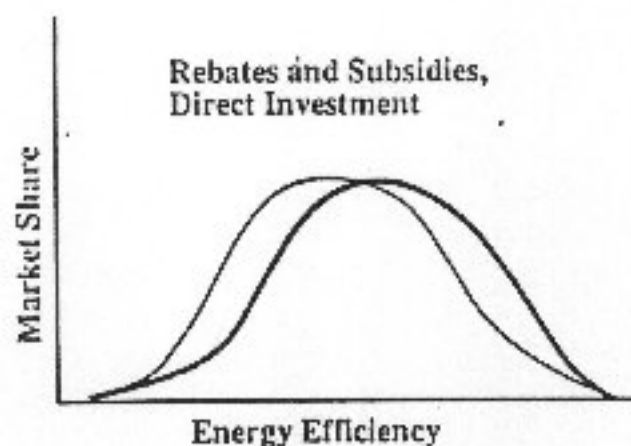


Figura 5.6 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de incentivos, subsídios e bônus.

Nos programas de incentivo tecnológico há um estímulo para o desenvolvimento de tecnologias mais eficientes, neste sentido observa-se um deslocamento para níveis de maior eficiência do ponto máximo e da média, conforme observado na figura 5.7. O ponto da eficiência mínima se mantém similar ao do anterior, pelo fato que a adesão é voluntária e não há exclusão compulsória de nenhum produto.

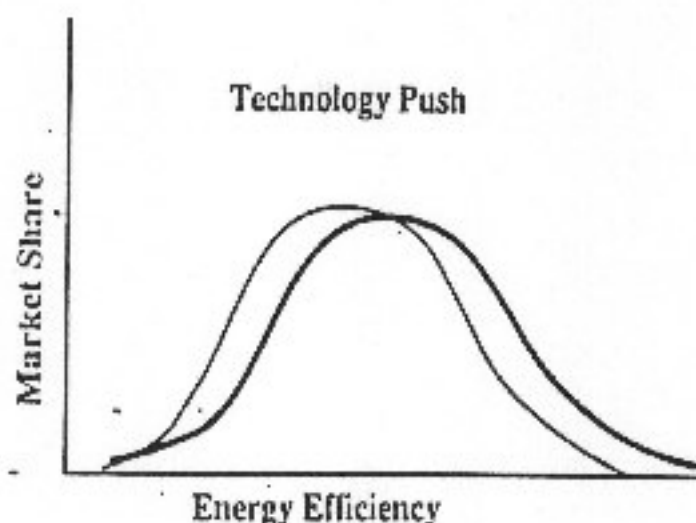


Figura 5.7 - Distribuição da eficiência tecnológica do mercado devido a um programa de incentivo tecnológico.

Nas projeções realizadas avaliaram-se somente os efeitos de programas de eficiência mínima e de incentivo à substituição. Entretanto, supôs-se que todas as tecnologias cujo consumo é maior do que o estabelecido por norma foram excluídos do mercado. Conforme a colocação anterior sabe-se que este fato não ocorre realmente. Adicionalmente, supõe-se que os índices de substituição atingem a meta estabelecida de 10% das economias classe C e D; o que se verifica na prática é que apenas uma parcela da população alvo é efetivamente atingida pelo programa. Obviamente, os índices de penetração de um programa dependem de vários fatores: culturais, sociais, econômicos, de marketing e concepção dos programas, etc.

#### *Padrões de Eficiência de Equipamentos*

Requerimentos de mínima eficiência podem ser adotados para uma variedade de produtos. Estas regulamentações são úteis em situações onde o mercado não progride satisfatoriamente em investimentos de eficiência nas áreas econômica e social. Adicionalmente, sobrepõem-se à sensibilidade de custo inicial, fator inibidor da compra em larga escala de produtos mais eficientes, e, geralmente, mais caros.

Os padrões de eficiência de equipamentos asseguram a ocorrência de redução dos consumos e promovem uma maior uniformidade do consumo por ponto de uso, auxiliando decisores na limitação de incertezas ao processo de planejamento resultando em melhores previsões da futura demanda de água. A acuracidade na previsão é sempre desejável, já que



projetos de captação e adução levam muitos anos para se concretizarem e estimativas excessivas de demanda são muito custosas.

Além de estabelecer os padrões, os decisores/regulamentadores devem também desenvolver programas para educação e auxílio dos construtores, bem como encontrar métodos para reforçar os padrões estabelecidos.

### *"Rebates"*

Muitas concessionárias nos Estados Unidos oferecem contribuições em dinheiro para consumidores que adquirem equipamentos eficientes, substituindo-os pelos convencionais. Programas semelhantes foram propostos no Brasil para o setor elétrico, principalmente, substituindo lâmpadas fluorescentes compactas por incandescentes.

### *Outras Regulamentações*

A utilização da água como bem intermediário na produção de outros bens cria uma dependência da indústria das possibilidades de cortes no abastecimento. O impacto de racionamentos causa reduções na produção industrial, apresentando uma outra oportunidade para promoção de conservação de eletricidade.

Desta forma, as indústrias atendendo a certos padrões de eficiência, altos fatores de carga, maior regularidade no uso, e podem receber tratamento preferencial em caso de racionamentos; podendo ser excluídas do racionamento ou ainda obter maior prioridade para carga total.

## **5.8 Balanço de resultados**

Neste item serão abordados os resultados quantitativos das projeções realizadas no trabalho e as projeções da SABESP. Um dos objetivos é a comparação quantitativa entre a previsão clássica e prospectiva. Algumas inferências de ordem qualitativa serão também feitas através da análise da trajetória seguida em cada caso.

Uma avaliação econômica dos investimentos realizados em cada tipo de cenário será apresentada. Traçando paralelos entre as possibilidades de evolução propostas. Será apresentada também uma macro avaliação da evolução dos déficits futuros de produção enfrentados, conforme as colocações feitas na revisão do SAM.

O balanço de resultados fornece também cenários diferenciais conforme o índice de perdas verificado efetivamente, possibilitando uma análise adicional sobre o impacto e a incerteza inerente a adoção de valores para este parâmetro.

### 5.8.1 Potencial de conservação de recursos

Os resultados calculados anteriormente levam apenas em conta as reduções obtidas no consumo junto ao setor residencial; para se obter a redução na demanda de água e energia deve-se levar em conta as perdas de água na rede de distribuição. Deste modo, obtém-se os valores da água e da energia conservados efetivamente.

Como os índices de perdas para a RMSP são elevados sua consideração é extremamente representativa quanto aos resultados finais obtidos. Adicionalmente, as hipóteses da redução do índice de perdas adotadas para o SAM 75 têm uma influência enorme sobre os resultados finais da demanda. Sendo assim, foram traçados cenários com duas hipóteses diferentes para os índices de perdas. Isto permitirá uma análise de sensibilidade sobre a influência deste parâmetro.

No primeiro caso, supôs-se que o índice permanecia constante (30%) conforme adotado nos cálculos do capítulo anterior e próximos das perdas físicas verificadas para o sistema metropolitano. No segundo, projetou-se as demandas adotando a evolução do índice de perdas do SAM 75. Os resultados dos cenários de ambas as trajetórias foram comparados aos resultados extraídos da revisão do SAM (1986), do plano diretor (1991) e do SAM 75 (1995).

Os cenários projetados levaram em conta as hipóteses de índices de abastecimento do SAM 75 utilizando os valores encontrados para a projeção das economias abastecidas para a RMSP. A tabela 5.17 mostra as hipóteses adotadas na revisão do SAM e no SAM 75.

Tabela 5.17 - Projeção dos índices de abastecimento global projetados para a RMSP

Índice (%)	Ano						
	1985	1990	1995	2000	2005	2010	2015
SAM Revisado	87.2%	89.3%	91.6%	94.1%	97.0%		
SAM 75			95.1%	95.7%	96.4%	97.2%	98.1%

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

As hipóteses estabelecidas em ambos os estudos para os índices de perdas adotados também divergem. A revisão do SAM estabelece que o índice de perdas deva diminuir

gradativamente até atingir o limite mínimo de 25% no ano de 2005. Entretanto, a evolução do índice de perdas não é apresentada. A verificação da evolução do índice de perdas apresentada no capítulo 2 mostra que este índice aumentou nos últimos anos. O SAM 75 estabelece a seguinte evolução para a redução do índice de perdas. Observa-se que o índice de perdas em junho de 1995 é efetivamente de 37,5%, de forma que a redução para os 30% representa uma meta ambiciosa. Entretanto, tal redução foi considerada para a projeção da demanda total no ponto de partida do ano base do SAM 75 (tabela 5.18).

Tabela 5.18 - Índices de perdas adotados para o horizonte de projeção

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
Índice (%)	30%	28%	25%	23%	21%

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Com base nas observações apresentadas acima, e partindo da composição do consumo total (incluindo as demais faixas de consumo, outros setores, venda por atacado e as perdas) pode-se passar da parcela de consumo residencial analisada para as demandas totais projetadas para o atendimento da população. Os dados de consumo adotados no SAM servem de base para a determinação destas hipóteses. Supõe-se que estes parâmetros permanecem constantes durante o período de projeção. Assim, assumem-se as seguintes hipóteses:

- o consumo de água para fins de cocção e bebida é de apenas 1%, portanto, o consumo avaliado é 99% do consumo interno (não foi considerado o consumo externo);
- o consumo residencial avaliado é de 89% do consumo residencial total;
- o consumo do setor residencial corresponde a 84,5% do consumo total operado;
- o consumo total setorial operado é de 85,1% do consumo total operado mais as vendas por atacado; e
- os índices de perdas variam conforme a tabela anterior (exceção feita a 1995, cujo índice de perdas é 37,5%).

A partir da multiplicação das porcentagens adotadas para cada hipótese, pelo consumo residencial avaliado neste estudo obtém-se a demanda total de água necessária para atender a população, conforme as duas trajetórias propostas:

*trajetória 1: índice de perdas constante (30%)*

Os resultados da projeção das demandas obtidas mantendo-se o índice de perdas constantes é mostrado na tabela 5.19. As figuras 5.8 e 5.9 mostram a evolução da demanda de água e o consumo de energia equivalente para cada cenário a cada cinco anos.

Tabela 5.19- Demanda total de água ( $M m^3/ano$ ) e energia (GWh/ano) por cenário - índice de perdas constante.

	Base	Ano Projetado				Base	Ano Projetado			
	1995	2000	2005	2010	2015	1995	2000	2005	2010	2015
Congelado	1065	1148	1186	1221	1243	639	689	712	733	746
Substituição	1065	1118	1156	1189	1211	639	671	693	714	726
Efic. Novas	1065	1106	1126	1143	1153	639	664	675	686	692
Combinado	1065	1072	1091	1108	1119	639	643	655	665	671
Antecipatório	1065	1055	1044	1028	1012	639	633	626	617	607

A análise das curvas de projeção indicam que o comportamento da demanda é crescente, entretanto as taxas de crescimento decrescem ao longo do tempo. A primeira derivada é positiva porém tende a zero. Isso se deve às hipóteses de crescimento populacional adotadas.

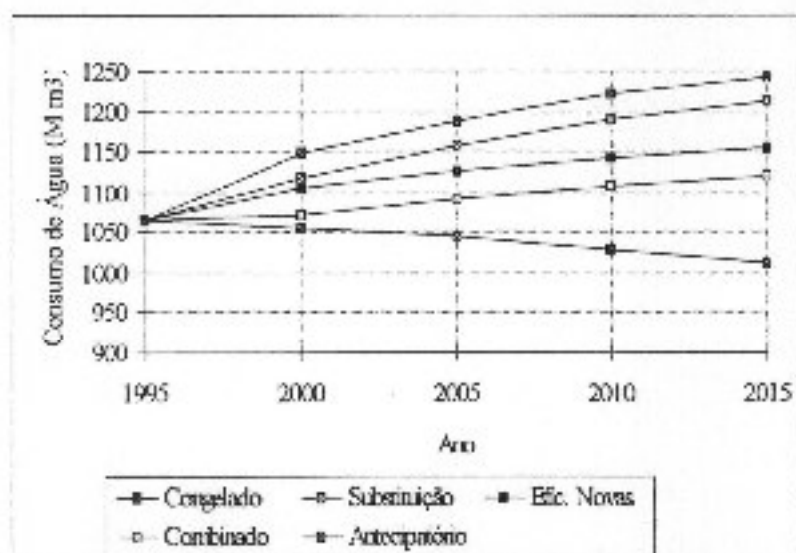


Figura 5.8 - Demanda total de água ( $M m^3/ano$ ) por cenário - índice de perdas constante.

Ainda que um crescimento do índice de abastecimento tenha acontecido, observa-se que este crescimento é insuficiente para que a segunda derivada seja positiva, isto é, atue sobre a tendência de redução da taxa de crescimento.

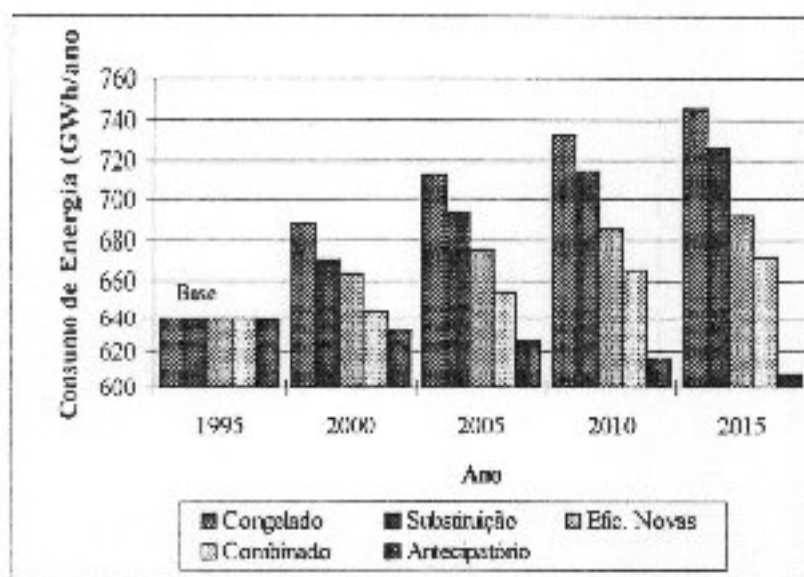


Figura 5.9 - Demanda total de energia (GWh/ano) por cenário - índice de perdas constante.

Os resultados das demandas projetadas na revisão do SAM (1986), do plano diretor (1991) e do SAM 75 (1995) apresentam estes resultados em termos da vazão fornecida (metros cúbicos por segundo), portanto, fez-se uma transformação de variáveis passando de milhões de metros cúbicos por ano ( $M m^3/ano$ ) para metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) que é apresentada na tabela 5.20, a seguir.

Tabela 5.20 - Demanda Total de água ( $m^3/s$ ) por cenário - índice de perdas constante.

	Base	Ano projetado				
	1995	2000	2005	2010	2015	
Revisão do SAM	57	66	72	78	84	
Plano Diretor	54	60	69	80		
SAM 75	59	60	61	63	65	
Congelado	53.4	57.5	59.4	61.1	62.2	
Substituição	53.4	56.0	57.9	59.6	60.6	
Efic. Novas	53.4	55.4	56.4	57.2	57.8	
Combinado	53.4	53.7	54.6	55.5	56.0	
Antecipatório	53.4	52.8	52.3	51.5	50.7	

Esta comparação pode também ser melhor visualizada na figura 5.10. Observa-se que há uma diferença sensível entre as projeções realizadas dos estudos da SABESP. A revisão do SAM é caracterizada por uma curva de demanda com taxa de crescimento decrescente ao longo do tempo, ainda que suas projeções tenham sido as maiores (com exceção à projeção do plano diretor posterior ao ano 2008). O plano diretor assume que as taxas de crescimento da demanda aumentem ao longo dos anos, o que é percebido pelo sinal da segunda derivada ao longo da curva de projeção.

Os resultados de ambos os estudos são sensivelmente superiores aos projetados pelo SAM 75. Entretanto, este último estudo supõe um aumento da taxa de crescimento da demanda. Considerando as hipóteses adotadas de: redução no índice de perdas, que atua no sentido de redução das demandas futuras; redução da taxa de crescimento populacional; aumento na porcentagem de população abastecida; e aumento nos índices de consumo específico, observa-se que os dois primeiros são superados pelos dois últimos no cálculo geral. Nota-se, entretanto, uma curva mais próxima de um crescimento linear. Uma peculiaridade do estudo é sem dúvida a evolução de demanda projetada de 1995 ao ano 2000. Nota-se que o consumo quase não varia. Isso deve-se às hipóteses adotadas de redução do índice de perdas atual apresentado no estudo como 37,5% para os 30% apresentado pela Lyonnaise. Esta hipótese produz efeitos significativos sobre o consumo podendo gerar uma sinalização errônea caso a redução proposta não se verifique. Deve-se ressaltar também que a capacidade de atendimento atual já opera em condições extremas de produção, comprometendo a hidráulidade futura. A manutenção desta situação pode gerar problemas sérios de atendimento futuro.

Tomando-se a curva de demanda projetada no cenário de eficiência congelada observa-se o acompanhamento quase perfeito da projeção realizada pela SABESP. Diferenças são encontradas no primeiro período de projeção e o motivo foi comentado acima. No período de 2010 a 2015, a diferença deve-se às hipóteses de aumento no consumo específico. O valor inicial de projeção também é diferente devido ao índice de perdas adotado no ponto inicial, que foi de 30% ao invés dos 37,5% do SAM 75.

A comparação destas metodologias expõe a tendência dos estudos de superdimensionarem o sistema de adução e corrigi-lo em estudos posteriores. Tal condição, entretanto, causa problemas graves de planejamento uma vez que a duração de implementação destas obras pode ser de vários anos. Deste modo, o superdimensionamento é responsável por investimentos em obras desnecessárias e extemporâneas.

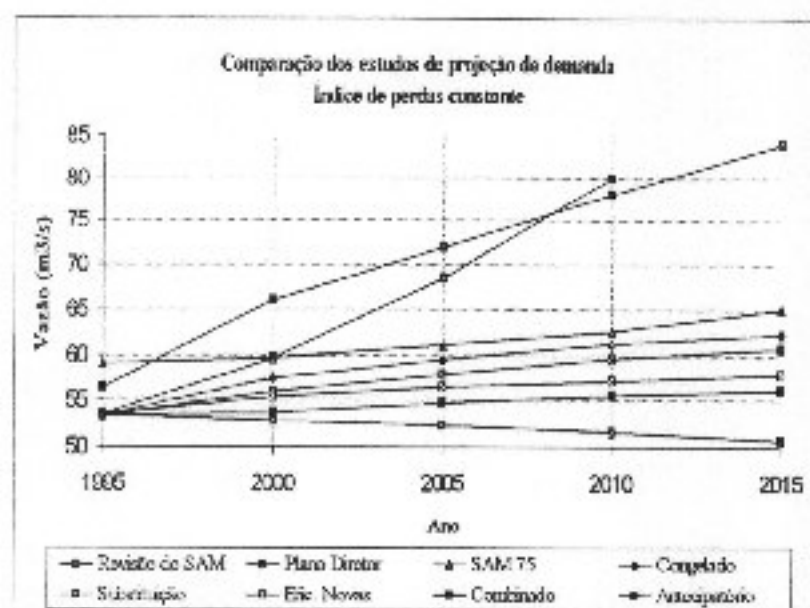


Figura 5.10 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas constante.

Observa-se também o impacto da adoção de medidas de conservação nos demais cenários projetados. Como é o caso da redução possível com a implementação de normas de eficiência de equipamentos ou de programas de substituição de equipamentos em cerca de 5% dos domicílios residenciais (10% de todas as economias de classe C e D).

A partir dos cenários anteriores fez-se uma comparação das reduções no consumo de água e energia nos anos de corte. Utilizou-se como referência o cenário de eficiência congelada, já que ele guarda uma certa correlação com a projeção feita pela SABESP e mantém a metodologia de projeção dos demais cenários. As quantidades de água e energia conservados são apresentados nas tabelas 5.21 e 5.22, a seguir.

Tabela 5.21 - Quantidade de Água Conservada ( $M m^3/ano$ ) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	70	41	76	93
2005	31	61	95	142
2010	32	78	113	193
2015	32	89	124	231

Tabela 5.22 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada (Gwh/ano) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	18	25	46	56
2005	18	37	57	85
2010	19	47	68	116
2015	19	54	74	138

Levando-se em conta tarifas de energia praticadas para a concessionária de água (0,0625 US\$/kWh) e os custos de produção de água adotados (2,93 US\$/m<sup>3</sup>) pode-se estimar os custos de água e energia evitados com a conservação, conforme as tabelas 5.23, 5.24 e 5.25 apresentadas abaixo. A tabela 5.23 fornece os resultados dos custos evitados quinquenais para cada cenário projetado.

Tabela 5.23 - Custo evitado anual devido à conservação de água (M US\$/ano) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	87	121	222	272
2005	90	179	280	417
2010	93	229	330	565
2015	94	262	363	676

Tabela 5.24 - Custo evitado anual devido à conservação de energia (M US\$/ano) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	1	2	3	3
2005	1	2	4	5
2010	1	3	4	7
2015	1	3	5	9

Tabela 5.25 - Custo quinquenal total evitado devido à conservação de água e energia (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	441	615	1126	1379
2005	456	904	1416	2112
2010	469	1162	1673	2860
2015	478	1325	1836	3421



Em contrapartida aos custos evitados devido a conservação, deve-se considerar os investimentos realizados em cada programa. Assim, para o programa de substituição, considera-se que os gastos são custeados pela concessionária e debitados dos custos por ela evitados. Observa-se que os gastos no primeiro período de projeção são bem maiores que os demais devido à substituição de 10% de todas as economias de classes C e D, conforme a hipótese inicial. Com o passar dos anos, apenas as novas economias nesta faixa são alvo de substituições.

No cenário de implantação de normas de eficiência, os investimentos estariam mais associados à publicidade e marketing. Outros custos associados estão ligados a procedimentos de fiscalização das instalações hidráulicas, testes de performance, implementação de multas a fabricantes e comerciantes que desrespeitam as normas, etc. : Todos estes custos são de difícil contabilização, e sendo assim, não foram considerados aqui.

No cenário combinado, tem-se a substituição das economias antigas das classes C e D. Também não são associados custos à parte de implementação de normas de eficiência. Entretanto, supõe-se que as novas economias das classes C e D estarão de acordo com as normas vigentes não necessitando ser custeadas pela concessionária.

No cenário antecipatório, optou-se pela substituição das economias das classes de maior consumo, de modo a aumentar a efetividade da troca realizada. Conforme já foi colocado, o número de economias foi complementado com economias de faixas de consumo sucessivamente menores.

Para todos os cenários, o número de economias foi multiplicado pelo preço do pacote eficiente - contendo com uma bacia sanitária de caixa acoplada, uma torneira de cozinha e outra de lavatório e um chuveiro - implantado. Os resultados finais dos investimentos estão na tabela 5.26.

Tabela 5.26 - Investimentos realizados quinquenalmente em conservação (M US\$ / 5 anos) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic.Normas combinado	Antecipatório
2000	127	127	163
2005	4		74
2010	4		76
2015	2		50

Observa-se que ainda que os preços dos equipamentos apresentados sejam muito superiores aos demais preços de mercado<sup>5</sup> e ainda que os investimentos feitos nos primeiros períodos sejam mais altos que os demais, todos os cenários resultaram em ganhos de economia variando de cerca de 290 milhões a 1,1 bilhão, no ano 2000, e 430 milhões a 3,1 bilhões, no ano 2015, conforme a tabela 5.27 e a figura 5.11.

Tabela 5.27 - Benefícios quinzenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	315	615	1000	1216
2005	452	904	1416	2037
2010	465	1162	1673	2784
2015	475	1325	1836	3371

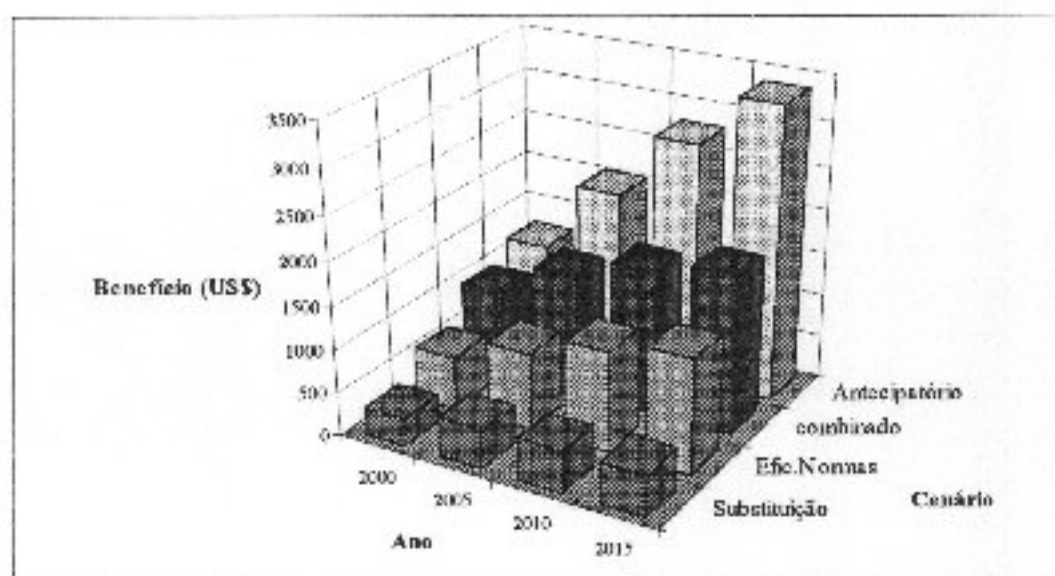


Figura 5.11 - Benefícios quinzenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante.

<sup>5</sup> Nota-se que a diferença de preço de linhas diferentes de uma mesma marca não é tão grande quanto a diferença de preço entre marcas diferentes. As marcas analisadas vendem seus produtos eficientes por preços bem superiores aos demais equipamentos, talvez isso se deva a imperfeições de mercado como por exemplo a precariedade da competição neste segmento.

*trajetória 2: variação do índice de perdas*

Os resultados da projeção das demandas obtidas variando-se o índice de perdas é mostrado na tabela abaixo. As figuras 5.12 e 5.13 mostram a evolução da demanda de água e o consumo de energia equivalente para cada cenário a cada cinco anos.

Tabela 5.28- Demanda total de água (M m<sup>3</sup>/ano) e energia (GWh/ano) por cenário

	Base	Ano Projetado				Base	Ano Projetado			
	1995	2000	2005	2010	2015	1995	2000	2005	2010	2015
Congelado	1193	1116	1107	1110	1101	716	670	664	666	661
Substituição	1193	1087	1079	1081	1073	716	652	647	649	644
Eficiência Novas	1193	1076	1050	1039	1022	716	645	630	623	613
Combinado	1193	1042	1018	1007	992	716	625	611	604	595
Antecipatório	1193	1025	975	935	897	716	615	585	561	538

A análise das curvas de projeção utilizando uma variação substancial dos índices de perdas modificam completamente o comportamento da curva de demanda projetado. Observa-se uma declividade decrescente acentuada inicialmente seguida por uma estabilização. Isso deve-se à hipótese adotada para a redução do índice de perdas no período inicial. Observa-se também que mesmo para o cenário de eficiência congelada a demanda projetada permanece quase inalterada, com pequenas oscilações, nos demais períodos. Isso porque as hipóteses de crescimento populacional e aumento no índice de abastecimento são contrabalançadas pelos efeitos da redução no índice de perdas. Os demais cenários acentuam ainda mais o comportamento verificado no cenário congelado. Contrariamente à trajetória anterior, observa-se que a primeira derivada é negativa, e, portanto, não há em nenhum momento aumento do consumo. Portanto, apesar da eficiência congelada das tecnologias o cenário apresenta uma redução do consumo devido à enorme redução no índice de perdas projetado.

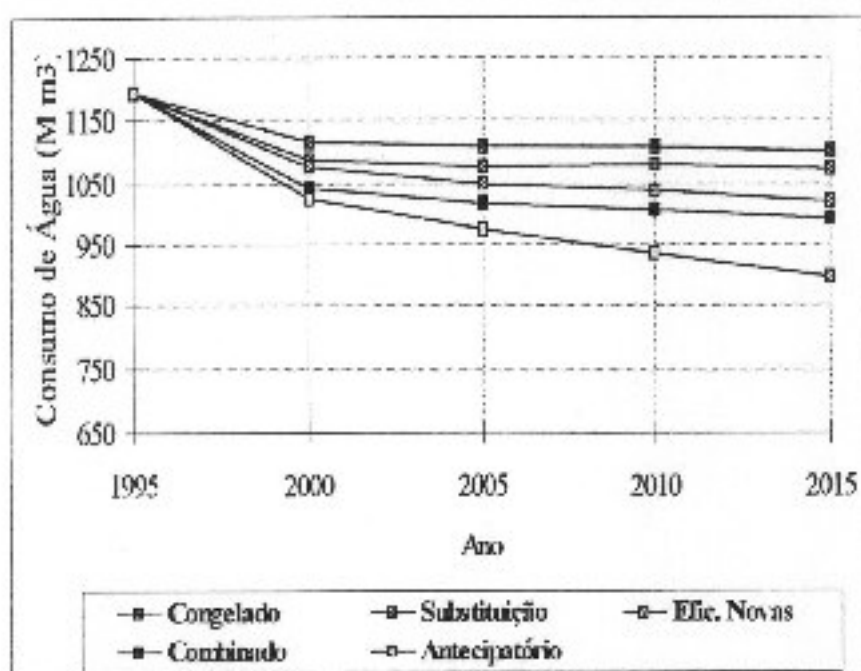


Figura 5.12 - Demanda total de água ( $M m^3/ano$ ) por cenário - índice de perdas variável.

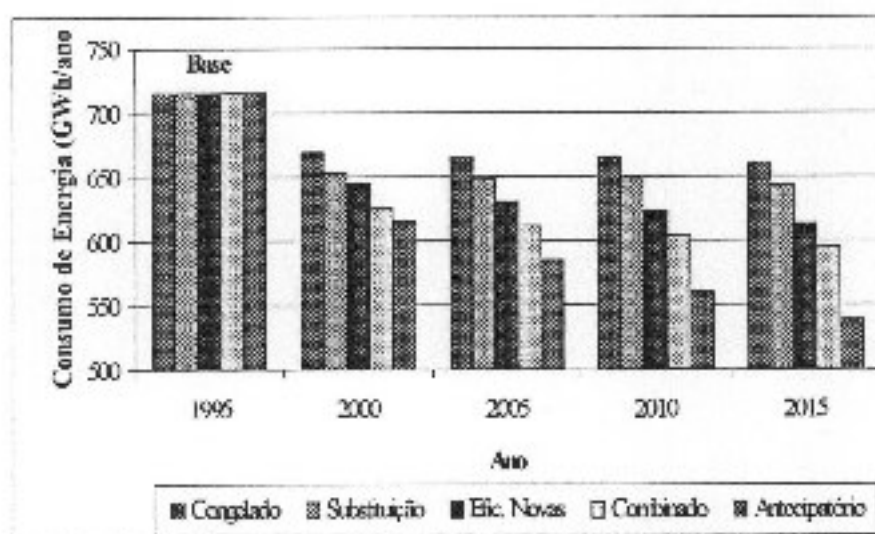


Figura 5.13 - Demanda total de energia ( $GWh/ano$ ) por cenário - índice de perdas variável.

Analogamente, na tabela 5.29, são apresentados os resultados das demandas projetadas na revisão do SAM (1986), do plano diretor (1991) e do SAM 75 (1995) e o dos cenários projetados segundo a trajetória 2 em termos da vazão fornecida em metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ).

Tabela 5.29 - Demanda Total de água (m<sup>3</sup>/s) por cenário - índice de perdas variável.

	Base	Ano projetado				
	1995	2000	2005	2010	2015	
Revisão do SAM	57	66	72	78	84	
Plano Diretor	54	60	69	80		
SAM 75	59	60	61	63	65	
Congelado	59.7	55.9	55.4	55.6	55.1	
Substituição	59.7	54.4	54.0	54.1	53.7	
Efic. Novas	59.7	53.9	52.6	52.0	51.2	
Combinado	59.7	52.2	51.0	50.4	49.6	
Antecipatório	59.7	51.3	48.8	46.8	44.9	

A figura 5.14 apresenta a comparação dos resultados destes estudos. Após a projeção do cenário de eficiência congelada, incluindo as hipóteses adotadas para a redução no índice de perdas adotados no SAM 75, pode-se compreender melhor o crescimento próximo do linear da curva de demanda obtida na projeção do estudo SAM 75. A declividade acentuada no cenário congelado, que desconsidera o aumento do consumo específico das economias ao longo do horizonte de planejamento, devida à hipótese de redução do índice de perdas de 37,5%, em 1995, para os 28%, em 2000, é também o fator responsável, no resultado do SAM 75, pela estagnação do consumo no período de 1995 a 2000. O mesmo não acontece nos demais anos onde o índice de perdas é reduzido em apenas dois pontos percentuais (2%).

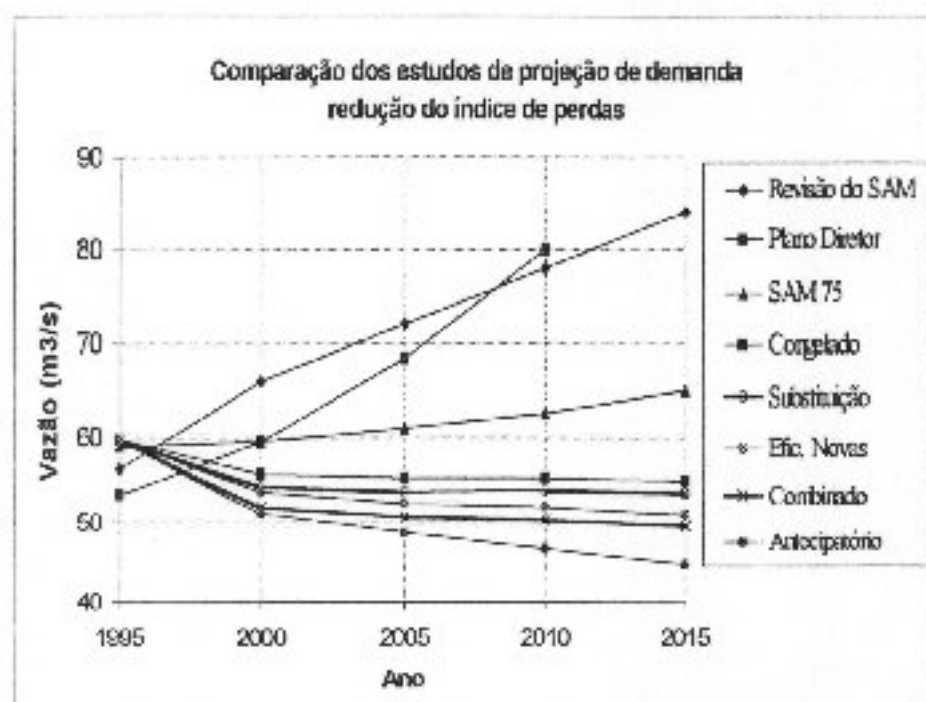


Figura 5.14 - Comparação das demandas de água ( $m^3/s$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável.

Ajustando-se o valor inicial do índice de perdas obtém-se o ajuste da demanda inicial adotada no SAM 75, entretanto, observa-se que a curva de demanda projetada no cenário de eficiência congelada não acompanha mais a projeção realizada pela SABESP. Ao invés disso, observa-se o distanciamento entre as projeções. Isso se deve à crença no vínculo entre o aumento do nível de desenvolvimento na área de saneamento (bem-estar) e o aumento do consumo percapita de água. Supondo que isso não seja verdade, observa-se que as metodologias convencionais de projeção superdimensionam a demanda necessária no futuro. As consequências de uma tal metodologia em termos do planejamento da expansão e dos investimentos a serem realizados foram comentadas na trajetória anterior. Supondo que seja verdade, então deve-se obter uma outra explicação para as frequentes correções nas previsões feitas anteriormente. Nota-se que, estas correções trazem sempre os valores de demanda para baixo.

Com as recentes inovações tecnológicas apresentadas no sentido da redução do consumo de água em aparelhos sanitários, a afirmação que o aumento do bem-estar está necessariamente relacionado com o aumento do consumo percapita é questionável. Isso pode ser referenciado também pela experiência de outros países. Pode-se inferir, conforme observado nos capítulos anteriores, que o aumento do bem-estar deve estar associado à redução do consumo de água, em termos da utilização racional do recurso escasso e da

diminuição do volume de esgotos gerados. Entretanto, este conceito não deve ser aplicado indevidamente de forma a negligenciar as necessidades básicas da população ainda marginalizada pelo abastecimento básico.

Analogamente, partiu-se dos cenários anteriores para traçar uma comparação das reduções no consumo de água e energia devido aos programas de conservação em cada cenário frente ao consumo do cenário de eficiência congelada. As quantidades de água e energia conservados são apresentados nas tabelas 5.30 e 5.31, a seguir.

Tabela 5.30 - Quantidade de Água Conservada ( $M m^3$ /ano) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	29	40	74	90
2005	29	57	89	133
2010	29	71	103	175
2015	29	79	110	204

Tabela 5.31 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada (Gwh/ano) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	17	24	44	54
2005	17	34	53	80
2010	17	43	62	105
2015	17	47	66	123

As tabelas seguintes 5.32, 5.33 e 5.34 fornecem os resultados dos custos evitados quinquenais de água e energia para cada cenário projetado, considerando as tarifas de energia praticadas para a concessionária de água e os custos de produção de água adotados.

Tabela 5.32 - Custo evitado anual devido à conservação de água (M US\$/ano) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	85	113	216	265
2005	84	167	261	389
2010	84	209	300	513
2015	84	232	321	599

Tabela 5.33 - Custo evitado anual devido à conservação de energia (M R\$/ano) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	1	2	3	3
2005	1	2	3	5
2010	1	3	4	7
2015	1	3	4	8

Tabela 5.34 - Custo quinquenal total evitado devido à conservação de água e energia (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	429	598	1095	1341
2005	426	844	1321	1971
2010	427	1056	1521	2600
2015	423	1174	1627	3032

Considera-se também os investimentos realizados em cada programa aliado aos custos evitados devido a conservação. As hipóteses consideradas na trajetória anterior para cada cenário são as mesmas aplicadas nesta trajetória. Os resultados finais dos investimentos são mostrados na tabela 5.35.

Tabela 5.35 - Investimentos realizados quinquenalmente em conservação (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	127		127	163
2005	4			74
2010	4			76
2015	2			50

Os resultados da subtração das duas tabelas anteriores fornece os benefícios gerais quinquenais obtidos em cada cenário. Estes resultados mostram ganhos de economia variando de cerca de 280 milhões a 1,1 bilhão, no ano 2000, e 380 milhões a 2,7 bilhões, no ano 2015, conforme a tabela 5.36 e a figura 5.15.



Tabela 5.36 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M R\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	302	598	968	1177
2005	421	844	1321	1897
2010	423	1056	1521	2524
2015	421	1174	1627	2981

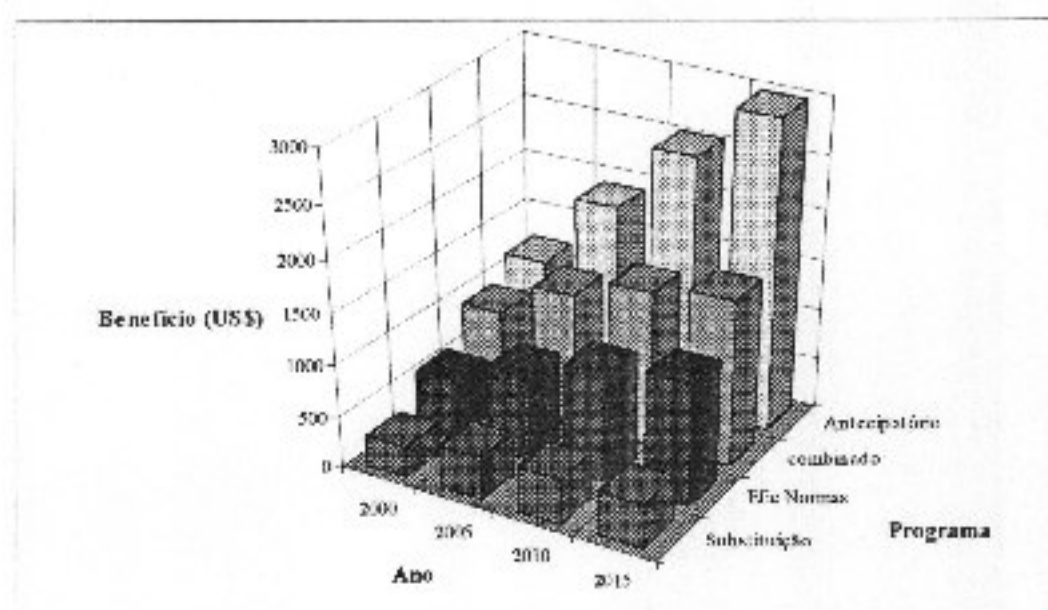


Figura 5.15 - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

### 5.8.2 Evolução dos déficits de produção segundo os cenários propostos

A partir dos dados apresentados nas tabelas 5.20 e 5.29, de demanda total de água por cenário para índices de perdas constantes e variáveis, e da tabela 5.5 dos déficits de produção projetados pela revisão do SAM, pode-se comparar os déficits projetados por setor de abastecimento para os demais cenários. Estes resultados são apresentados, para o ano de 2005, nas duas tabelas abaixo, 5.37 e 5.38, conforme as hipóteses dos índices de perdas adotados.

Tabela 5.37 - Evolução dos déficits de produção projetados em vários estudos (2005) - índice de perdas constante.

	Revisão do SAM	Plano Diretor	SAM 75	Congelado	Substituição	Efic. Novas	Combinado	Antecipatório
Cantareira	-5.8	-0.5	3.2	3.9	4.7	5.4	6.3	7.4
Guarapiranga	-7.9	-5.3	-3.5	-3.2	-2.8	-2.4	-2.0	-1.5
Rio Grande	-2.5	-1.6	-1.0	-0.8	-0.7	-0.6	-0.4	-0.2
Rio Claro	-6.2	-4.8	-3.8	-3.6	-3.4	-3.3	-3.0	-2.7
Alto Cotia	-1.35	-1.1	-0.8	-0.8	-0.8	-0.7	-0.7	-0.6
Baixo Cotia	-2	-1.7	-1.4	-1.4	-1.3	-1.3	-1.2	-1.1
Totais	-25.75	-15.0	-7.5	-5.9	-4.4	-2.9	-1.1	1.3

Tabela 5.38 - Evolução dos déficits de produção projetados em vários estudos (2005) - índice de perdas variável.

	Revisão do SAM	Plano Diretor	SAM 75	Congelado	Substituição	Efic. Novas	Combinado	Antecipatório
Cantareira	-5.8	-0.5	3.2	5.9	6.6	7.3	8.0	9.1
Guarapiranga	-7.9	-5.3	-3.5	-2.2	-1.9	-1.5	-1.2	-0.6
Rio Grande	-2.5	-1.6	-1.0	-0.5	-0.4	-0.2	-0.1	0.1
Rio Claro	-6.2	-4.8	-3.8	-3.1	-2.9	-2.8	-2.6	-2.3
Alto Cotia	-1.35	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.6	-0.5
Baixo Cotia	-2	-1.7	-1.4	-1.2	-1.2	-1.2	-1.1	-1.0
Totais	-25.75	-15.0	-7.5	-1.9	-0.5	0.9	2.6	4.8

A partir dos resultados obtidos, observa-se que os cenários projetados pela SABESP corrigem para baixo os valores de demanda projetados, conforme a comparação da revisão do SAM, com o Plano diretor e o SAM 75. A isso adiciona-se os resultados do SAM 53/100 que foram ainda maiores que os projetados pela sua revisão. Outra constatação é que os déficits podem ser evitados a partir de programas de conservação. Um exemplo é o cenário de implantação de normas de eficiência que traz o valor da demanda acima em 0,9 m<sup>3</sup>/s à disponibilidade existente em 1986, na época da revisão do SAM. Hoje a disponibilidade é bem superior contando com a entrada parcial do sistema de adução do Alto Tietê. Melhores resultados podem ser obtidos conforme os programas de conservação almejados.

Entretanto, uma análise por região de influência da disponibilidade do manancial mostra escassez localizada do recurso. Isto pode ser sanado através da interligação de alguns sistemas, muitas das quais estão efetivamente previstas. Conclui-se, portanto, que investimentos em programas de conservação podem minimizar os problemas de déficit na produção. Podem minimizar problemas localizados quando implementados em uma região

específica. O resultado geral indica que obras adicionais de captação podem ser postergadas e mesmo obras de adução e reservação, entretanto, obras complementares podem ser avaliadas no sentido de interligar o sistema.

### 5.8.3 Investimentos necessários

Conforme os resultados apresentados no SAM 75 os investimentos necessários se devem principalmente às obras de adução e reservação. Os consumos devidos à energia e potência elétrica das novas bombas e motores não foram contabilizados. Três alternativas foram propostas para o cronograma de investimentos que atendessem as demandas projetadas no estudo, conforme a tabela 5.39.

Tabela 5.39 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos.

	Alternativa A	Alternativa B	Alternativa C	Valor Presente A	Valor Presente B	Valor Presente C
1995						
1996						
1997	4360	6275	4360	3475.8	5002.4	3475.8
1998	8564	12326	12771	6095.7	8773.4	9090.1
1999	20851	23909	26222	13251.2	15194.6	16664.6
2000	28612	27801	34716	16235.2	15775.0	19698.8
2001						
2002						
2003	2025		1807	817.9		729.8
2004	2025		1120	730.2		403.9
2005	52056		1120	16760.6		360.6
2006						
2007			2491			639.4
2008	15261		4516	3497.4		1035.0
2009	10616	12318	5636	2172.2	2520.5	1153.2
2010	4166		5636	761.1		1029.7
2011						
2012		9289			1352.9	
2013	2920	29495		379.7	3835.5	
2014						
2015						
total				64177.1	52454.3	54280.8

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano (SAM 75).

Portanto, uma escolha baseada somente na hipótese de minimização dos dispêndios optaria pela alternativa B de cronograma de investimentos. O dispêndio equivalente a valor presente seria aproximadamente de 52,5 milhões de dólares (58,3 milhões de reais).

Comparativamente, são apresentados nas tabelas seguintes, 5.40 e 5.41, os benefícios, em valor presente dos cenários projetados admitindo programas de conservação, sob as duas trajetórias possíveis para a evolução do índice de perdas.

Tabela 5.40 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas constante.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	178,5	348,9	567,3	689,8
2005	145,5	291,1	455,8	656,0
2010	85,0	212,2	305,7	508,7
2015	49,3	137,3	190,4	349,4
total	458,3	989,6	1519,1	2203,9

Tabela 5.41 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	171,5	339,2	549,5	668,1
2005	135,7	271,7	425,4	610,6
2010	77,3	192,9	277,9	461,2
2015	43,6	121,7	168,7	309,0
total	428,1	925,5	1421,5	2048,9

Segundo os resultados obtidos, observa-se que os benefícios de qualquer dos cenários projetados supera em mais de 6 vezes o dispêndio das obras projetadas pela SABESP. Considera-se que algumas obras de adução e reservação serão necessárias para ampliar o número de economias atendidas, melhorando o índice de abastecimento, bem como para estabilizar as condições de reservação. Estas obras podem ser custeadas pelas reduções nos custos de produção de água e energia obtidos. Para tal é necessário que estejam disponíveis mecanismos econômicos e legislativos que sinalizem favoravelmente aos investimentos em conservação.

## 5.9 Conclusões

A comparação da demanda prevista nos estudos da SABESP com as demandas entregues pela empresa evidenciou uma tendência clara de superdimensionamento da demanda nas projeções realizadas. Os estudos posteriores geralmente corrigem suas previsões obtendo demandas futuras menores.

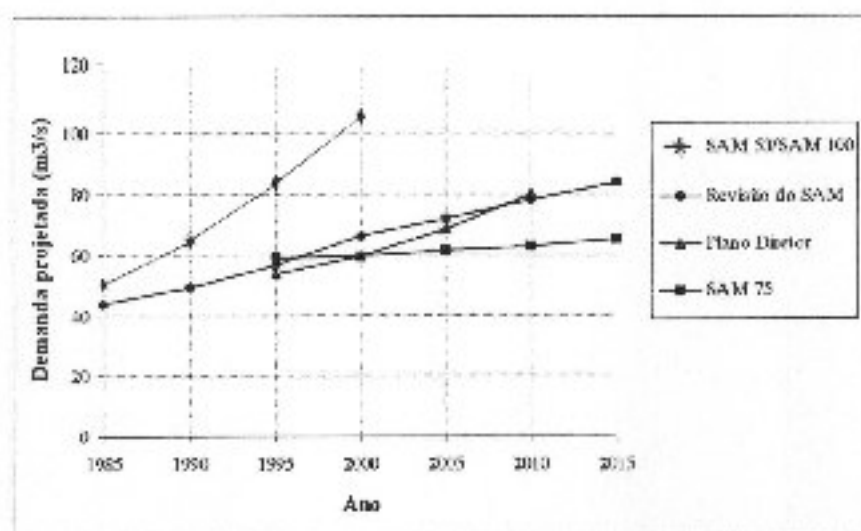


Figura 5.17 - Evolução da demanda projetada pelos estudos da SABESP.

O consumo específico por economia pode ser utilizado como uma alternativa de parâmetro explicativo frente ao consumo percapita diário ou o consumo por metro quadrado construído. Recomenda-se, entretanto, que um estudo avalie qual parâmetro é efetivamente o mais adequado para a realidade brasileira.

Nota-se dos comentários sobre programas de conservação, incentivos econômicos, implantação de normas de mínima eficiência e de eficiência da frota que existem imperfeições do mercado e desvios das hipóteses de penetração adotadas. Estes desvios influenciam as projeções realizadas sob tais hipóteses, entretanto, isto não foi avaliado nas projeções realizadas. No trabalho, foi suposto que as medidas implementadas surtiram total efeito, no caso de normas, e que efetivamente 5% das economias fossem alvo de substituições, nos cenários evolutivos.

A adoção de hipóteses semelhantes para o cenário de eficiência congelada e para a projeção feita pelo SAM 75 permitiu a comparação da evolução dos dois cenários. A avaliação da trajetória do índice de perdas constante permitiu a constatação da semelhança da evolução seguida por ambos. No caso, a hipótese de perdas constante no cenário congelado contrabalança as hipóteses de crescimento do consumo por economia e da redução das perdas no SAM 75. Avaliando a trajetória do índice de perdas variável pode-se fazer inferências sobre o impacto de tais hipóteses sobre a evolução anterior. Pode-se também avaliar a influência do crescimento do consumo por economia na demanda projetada.

Observou-se que o índice de perdas é uma variável de extrema importância na projeção. Hipóteses de redução deste índice devem ser acompanhadas de um planejamento detalhado de como será atingido. As reduções propostas para o índice de perdas são mais representativas que algumas medidas de conservação propostas. A redução do índice de perdas deve ser a primeira atitude tomada no sentido de minimização do volume de água hombreada. Não foram feitas, entretanto, maiores estimativas dos custos associados à redução das perdas.

A projeção do SAM 75 considera o consumo por economia crescente ao longo do tempo, ainda que numa taxa mais moderada. Isso coloca em evidência o paradigma do vínculo entre o bem-estar e a quantidade de água consumida. Os cenários propostos identificam a viabilidade tecnológica e econômica de previsões onde o consumo por economia diminui.

As tabelas 5.42 e 5.43, a seguir, fornecem os resultados das quantidades de água e energia conservados a cada cinco anos para cada cenário projetado. As comparações são feitas tendo como referência o cenário de eficiência congelada.

Tabela 5.42 - Quantidade de Água Conservada (M m<sup>3</sup>/ano).

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	29	40	74	90
2005	29	57	89	133
2010	29	71	103	175
2015	29	79	110	204

Tabela 5.43 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(Gwh/ano).

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	17	24	44	54
2005	17	34	53	80
2010	17	43	62	105
2015	17	47	66	123

As demandas projetadas podem ser visualizadas na figura 5.18, para a trajetória do índice de perdas variável. No cenário de eficiência congelada atingiram  $55,1 \text{ m}^3/\text{s}$ , acompanhando, de certa forma, o crescimento projetado pelo SAM 75, de  $65 \text{ m}^3/\text{s}$ . Resultados menores são obtidos pela não consideração do crescimento da demanda per capita ao longo do período de projeção.

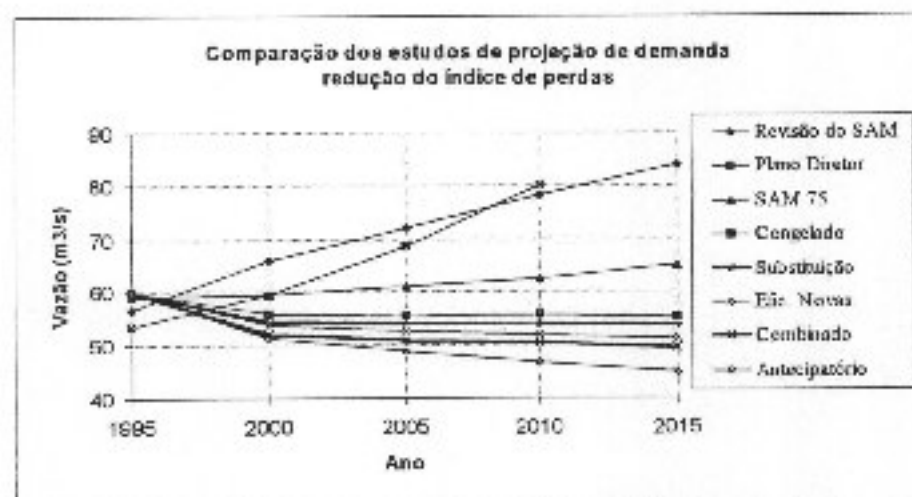


Figura 5.18 - Comparação das demandas de água ( $\text{m}^3/\text{s}$ ) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável.

O cenário de substituição avaliou a ação da utilização de tecnologias eficientes em 10% das economias das classes C e D, que representam cerca de 5,7% do consumo de água residencial, obtendo uma redução de 2,8% ( $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sobre o consumo total do setor ( $55,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ). O cenário de implantação de normas de eficiência avaliou uma redução de 7,3 % ( $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ ) sobre o consumo total do setor ( $55,1 \text{ m}^3/\text{s}$ ).

O cenário combinado obtém uma redução de  $5,5 \text{ m}^3/\text{s}$  das ações combinadas dos cenários anteriores, ou cerca de 10% de redução frente ao cenário congelado. O cenário antecipatório estima uma redução de 5% frente ao consumo atual. Este cenário obtém como

resultado uma redução de  $10,2 \text{ m}^3/\text{s}$  ou 18,5% de redução frente ao consumo congelado de 2015. Os cenários propostos verificam a viabilidade tecnológica e econômica de previsões nas quais o consumo de água por economia durante o período projetado diminui.

Os benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) são dados pela subtração dos investimentos realizados quinquenalmente em conservação do Custo quinquenal total evitado devido à conservação de água e energia (M US\$/5 anos). Os resultados obtidos no estudo são dados na tabela 5.44. Pode-se visualizar a evolução destes valores na figura 5.19.

Tabela 5.44 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	302	598	968	1177
2005	421	844	1321	1897
2010	423	1056	1521	2524
2015	421	1174	1627	2981

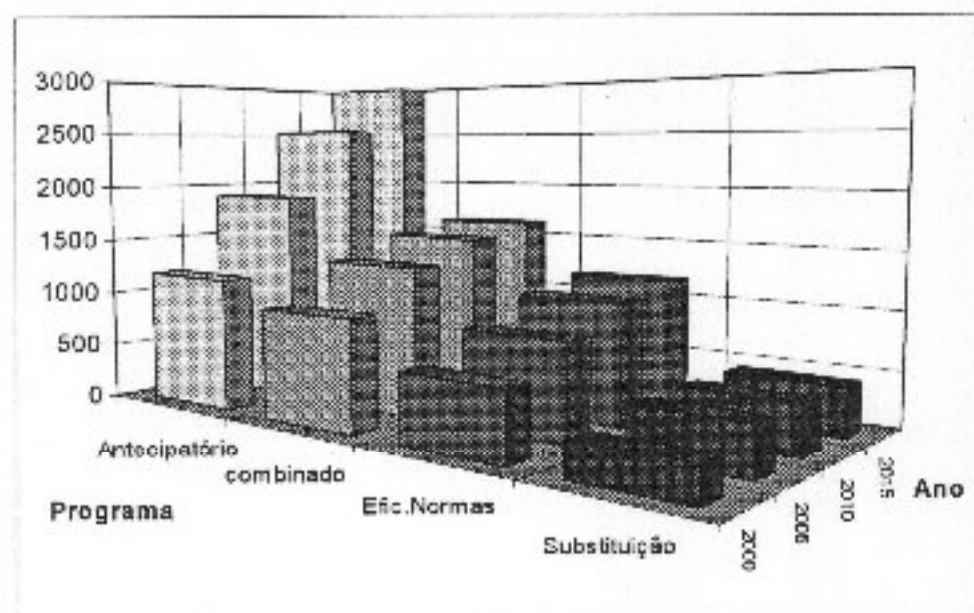


Figura 5.19. - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.



No cenário substituição de tecnologias foram promovidas reduções de cerca de 1,5 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 421 milhões a valor presente. No cenário de implantação de normas de eficiência onde atua-se sobre as novas economias construídas em todas as faixas de consumo residencial, observou-se reduções de cerca de 4,0 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de aproximadamente US\$ 925 milhões a valor presente. No cenário combinado, a composição das reduções acima promoveu reduções da ordem de 5,5 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 1421 milhões a valor presente. No cenário antecipatório promoveu-se reduções da ordem de 10,2 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 2049 milhões a valor presente. A atuação se deu em cerca de 200 a 300 mil residências a cada quinquênio. A tabela 5.45 mostra os benefícios decorrentes das projeções realizadas a valores presentes.

Tabela 5.45 - Benefícios quinquenais, a valor presente, obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	171.5	339.2	549.5	668.1
2005	135.7	271.7	425.4	610.6
2010	77.3	192.9	277.9	461.2
2015	43.6	121.7	168.7	309.0
total	428.1	925.5	1421.5	2048.9

Os resultados mostram que uma redução de 2,8% a 18,5% nos consumos totais projetados para o ano de 2015 é possível. Foi observada também a obtenção de recursos, variando de US\$ 428 milhões a US\$ 2049 milhões, a valor presente, advindos da implantação dos programas de conservação propostos e, conseqüente, da economia de água e energia.

Os valores anteriores podem ser comparados com os investimentos previstos pela SABESP, conforme a tabela 5.46. Observa-se que os recursos possíveis de obter com programas de conservação representam volume considerável para a manutenção do sistema atualmente existente, diminuindo o volume de perdas físicas, e o investimento em novas adutoras flexibilizando ainda mais o sistema de distribuição.

Tabela 5.46 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos (M US\$).

	Valor Presente A	Valor Presente B	Valor Presente C
2000	43398	49717	54366
2005	20343	0	1660
2010	7145	2801	4286
2015	422	5765	0
total	71308	58283	60312

Fonte: SAM 75.

Conclui-se a partir do que foi exposto acima que as possibilidades de conservação de recursos são significativas, além de economicamente viáveis promovem o uso racional de recursos escassos. Consequências da implementação de programas de conservação de água incorrem na postergação de grandes investimentos em expansão no sistema de captação, tratamento adução e distribuição de água, na redução do consumo de energia e de químicos, na redução dos gastos operacionais e na redução dos danos causados ao meio ambiente. Todos estes impactos evidenciam os benefícios possíveis da adoção de medidas de conservação para a sociedade e consumidores de uma forma geral.

## **CAPÍTULO 6 - COMPORTAMENTO DO CONSUMIDOR, BARREIRAS PARA IMPLEMENTAÇÃO E INCENTIVOS ECONÔMICOS PARA CONSERVAÇÃO**

### **6.1 Introdução**

Confrontadas com a questão de conservação de recursos, muitas vezes as autoridades optam por medidas de conservação de caráter restritivo, tanto com relação ao acesso a equipamentos de alto consumo, quanto aos padrões de consumo. Restrições de mercado a equipamentos ineficientes; a proibição do uso de água para o uso externo (rega de jardins, lavagem de calçadas, etc.) são exemplos de tal postura.

Entretanto, o que se nota é que medidas restritivas apresentam problemas, muitas vezes, induzindo a atitudes contrárias e falta de cooperação. Agravadas pelos altos custos de implantação e intensa fiscalização exigidas. Neste contexto, campanhas de conservação baseadas na redução de consumo voluntárias são colocadas como as mais eficazes (Hamilton, 1982 apud Cardia, 1986). Tais campanhas combinariam aspectos de mudança de hábitos e adoção de tecnologias eficientes através de educação, informação, palestras e incentivos/desincentivos econômicos, como: distribuição gratuita, parcelamento do investimento, aumento de preços para altos níveis de consumo (tarifação), restrição à venda de equipamentos de alto consumo, etc.

Assim, antes de definir as campanhas de conservação e seus mecanismos de incentivo é necessário abordar dois aspectos: de mudança de hábitos e da adoção de tecnologias eficientes, exigindo diferentes estratégias de indução de conservação (Macey et al., 1983 apud Cardia, 1986). Enquanto, as mudanças de hábito são caracterizadas por comportamentos repetitivos ao longo do tempo, do tipo uso racional de água, medidas que influenciam diretamente o comportamento dos consumidores; a adoção de tecnologias de baixo consumo caracterizam-se por um comportamento não repetitivo, definido pela ação única de desembolso num determinado momento. Por terem características distintas, estes dois tipos de comportamento devem ser enfocados de maneira adequada pelas campanhas educativas e medidas de incentivo para serem eficazes. Adicionalmente, a diversidade pessoal aponta uma predisposição para a preferência por um ou outro comportamento.

A seguir serão detalhados estes enfoques analisando: no primeiro caso, o comportamento de conservação do consumidor e os tipos de campanhas sugeridas; e no segundo caso, os obstáculos inerentes à adoção de equipamentos eficientes. Abordando, finalmente, os mecanismos e objetivos de implementação das campanhas de conservação.

## 6.2. Mudança de hábitos

Uma das características da sociedade moderna é a mudança de hábitos e padrões de consumo de água, devido à incorporação de novos equipamentos domésticos, cujos consumos superam seus antecessores; às influências de classes sociais de alta renda e diferentes culturas; e à melhoria dos padrões de edificação aumentando o número de áreas molhadas e seu status relativo.

Na busca de maior conforto, o aumento do consumo de água possivelmente está associada a uma melhor condição econômica, situação análoga ao consumo de energia elétrica nos países desenvolvidos. Assim, a busca incessante pelo incremento da utilidade pelos consumidores implicam aumento no consumo de recursos. Por outro lado, não há na sociedade mecanismos que procurem reduzir este consumo. O consumidor por sua vez não adota medidas restritivas por iniciativa própria, necessitando ser motivado para tal.

Pesquisas mostram que mudanças de hábitos requerem um esforço e compromisso contínuos, ou seja, uma mudança no estilo de vida. Apesar de serem inconvenientes "tendem a ser adotados por indivíduos com fortes atitudes, normas e valores pró-conservação que não tenham condições econômicas de arcar com os custos de adoção de equipamentos de baixo consumo, ou que estejam impedidos de fazê-lo por não serem donos da moradia (inquilinos), ou por limitações técnicas decorrentes da estrutura da moradia..." (Black, 1985 apud Cardia, 1986). E, adicionalmente, têm a vantagem de requerem pouco ou nenhum investimento financeiro.

#### 6.2.1. Comportamento de conservação

O "dilema social", ou "dilema dos commons", fornece uma explicação para a não participação espontânea dos consumidores em medidas inibidoras do consumo. O dilema surge quando há um conflito entre o interesses do grupo e dos indivíduos, ocasionando uma dispersão da responsabilidade social, isto é, quando "as demandas que um grupo fez são um conjunto de recursos comuns que excede à oferta, e a rapidez do consumo é suficientemente grande para ameaçar o funcionamento futuro desses recursos. Os consumidores se defrontam, então, com um dilema entre reduzir a velocidade de seu consumo, sacrificando seus desejos, liberdade de consumo e talvez até o bem estar pessoal, pelo futuro do grupo, ou continuar usando os recursos na mesma velocidade, colocando-os em risco" (Edney, 1980).

Portanto, o engajamento do consumidor a uma atitude de conservação deve ser atingido através de estímulos e motivação, quando da introdução de algum tipo de medida de conservação.

Entretanto, algumas condições facilitam a adoção de medidas de conservação pelos consumidores (IPT, 1986; Montenegro & Silva, 1986): a) entendimento da realidade e seriedade do problema; b) compreensão dos reflexos diretos para si mesmo; c) credibilidade na eficiência das medidas apresentadas; d) existência de normas sociais que favoreçam a conservação; e) experiência pessoal com a falta de recursos; e f) compreensão da falta de uma solução global que evite as mudanças necessárias.

Análises sobre o comportamento do consumidor em relação à conservação foram capazes de identificar grupos de componentes indicadores de participação potencial altruística dos indivíduos (Januzzi, 1992), dado que:

- a) tenham conhecimento dos fatos relevantes aos recursos;
- b) compreendam a relação entre os diversos agentes do sistema de abastecimento;
- c) incorporem a responsabilidade sobre a situação dos recursos; e
- d) aprendam sobre a conservação.

O melhor indicador isolado da propensão à ação encontrado foi o componente "responsabilidade", sendo que a "tomada de conhecimento" mostrou-se como a principal condição para que a responsabilidade fosse assumida. Os fatores mais importantes são aqueles que evidenciam a necessidade das campanhas priorizarem o conhecimento dos recursos e sua relação com a escassez (IPT, 1986).

Entre as medidas praticadas pelos países industrializados, encontram-se campanhas publicitárias e educacionais, adoção de incentivos e desincentivos econômicos e incentivos sociais.

### 6.2.2. Tipos de campanhas

*As campanhas publicitárias e educacionais* promovem basicamente uma ética de conservação através do desenvolvimento de atitudes pró-conservação - avaliações que os indivíduos fazem a respeito do tema conservação (Fishbein e Ajzen, 1975 apud Cardia, 1986) - que deveriam culminar em comportamentos de conservação (Constanzo et al., 1986 apud Cardia, 1986). Entretanto, a relação entre a atitude e o comportamento não é direta, mas sim mediada por valores culturais, crenças e normas sociais.

A crítica feita a este tipo de campanha é que ignoram a existência das atitudes pró-conservação com comportamentos de não conservação (Constanzo et al., 1986; Olsen, 1981 apud Cardia, 1986). As pesquisas sobre atitudes e comportamentos revelam apenas que: atitudes específicas podem servir de indicadores sobre as possibilidades de comportamento dos consumidores; assim, uma pesquisa sobre atitudes frente a equipamentos eficientes serve como indicador do comportamento do usuário na adoção

da tecnologia, porém não fornece dados sobre a possibilidade de adoção ou não da tecnologia.

As campanhas falham ainda em não considerar a complexidade de processos tais como o processamento de informações (Constanzo et al., 1986 apud Cardia, 1986). O êxito destas campanhas no estímulo de atitudes pró-conservação é função: a) do papel da percepção, avaliação, memória e compreensão da informação; b) da credibilidade da fonte; e, c) do veículo e forma pela qual a informação é divulgada (Cardia, 1986).

*As campanhas de incentivos e desincentivos econômicos* baseiam-se no modelo racional econômico. Elevação de preços, isenção de impostos, financiamentos, redução de juros, "rebates" são alguns exemplos de medidas econômicas destas campanhas. A *rationale* para o modelo racional-econômico é a adoção das medidas economicamente viáveis. Neste processo, produtores e consumidores tomariam suas decisões após um levantamento de todas as alternativas disponíveis; coletando e ponderando todas as informações; calculando os custos e benefícios associados a cada estratégia potencial e fazendo julgamentos sobre os riscos e incertezas associadas com a adoção de cada linha de ação; e, finalmente, selecionando as estratégias mais eficientes em termos de custos, aquelas que maximizassem as utilidades positivas e minimizassem os custos.

A crítica a este tipo de campanha abrange aspectos da aceitação das medidas: de sua adequação e propriedade; e do apelo extremamente racional. Neste contexto, as soluções tecnológicas mais eficientes nem sempre são automaticamente aceitas ou difundidas, geralmente adiciona-se a isto altos preços de investimento. Os desincentivos econômicos não são necessariamente justos podendo penalizar os mais pobres (Black, 1985). O comportamento de decisão não é necessariamente racional, baseando-se muitas vezes em modelos ingênuos, onde algumas informações são mais salientes que outras, ou uma mesma informação transmitida por fontes distintas apresentam resultados diferentes (Yates & Aronson, 1983).

Adicionalmente, tem-se que "as pesquisas sobre o poder de decisão tem indicado, contrariamente ao modelo racional econômico, que as pessoas: a) agem para maximizar o status, renda, desempenho, segurança e conforto e que estes afetam o processo de

decisão; c, b) não ponderam as informações de acordo com as leis econômicas mas fazem análises ingênuas de custos e benefícios" (Cardia, 1986).

As *campanhas de incentivos sociais* baseiam-se no valor do reconhecimento social dentro de uma sociedade. A possibilidade de aprovação por fontes respeitadas auxiliariam os consumidores a assumir a responsabilidade de economia do recurso. Estas campanhas têm demonstrado sua importância e eficiência (Elder, 1980; Cook & Berrenberger, 1981).

O êxito das campanhas de incentivo/desincentivo econômico e social está vinculado à informação dos locais e modos de economia, reduzindo as consequências negativas antecipadas e os obstáculos à adoção de equipamentos eficientes.

Finalmente, é necessário fazer uma distinção entre as campanhas publicitárias e as de incentivo e desincentivo econômico e social. "Enquanto as campanhas publicitárias chamam a atenção para o problema, informando mas não necessariamente motivando, as campanhas de incentivo/desincentivo motivam para a conservação" (Stern & Gardner, 1981 apud Cardia, 1986). O ideal é a combinação dos dois enfoques conciliando informação e motivação dos consumidores.

### 6.2.3 Experiências de programas anteriores

A partir do que se estabeleceu acima e propostas concretas de formalização e implementação de programas de conservação, observa-se que os programas propostos foram, basicamente, de cinco tipos (Jannuzzi et al., 1992):

#### *Desconto Promocional*

Programas associados a campanhas promocionais onde oferecem-se descontos para a compra ou reposição de equipamentos mais eficientes. Vários agentes, como: companhias de água, vendedores de varejo, supermercados, entidades filantrópicas e fabricantes, fornecem incentivos, reduzindo o preços dos equipamentos para os consumidores.



Dentre os mecanismos específicos estão a distribuição de brochuras com medidas de eficiência e informações sobre as tecnologias e valores de incentivos.

### *Instalação Direta*

Compreende a distribuição e instalação gratuita de equipamentos aos consumidores, podendo ser aplicado isoladamente ou em conjunto com auditorias e campanhas informativas. Um exemplo, vem sendo praticado na cidade de Nova York, onde bacias sanitárias eficientes são colocadas gratuitamente. Estes programas apresentam as maiores taxas de participação

### *Empréstimo e Leasing*

Consiste no pagamento mensal de uma pequena quantia junto com a conta de água, equivalente ao financiamento ou aluguel do equipamento.

No caso de "empréstimo", a concessionária de água financia os investimentos feitos pelo consumidor. No caso de "leasing" os equipamentos são arrendados, incluindo ou não opção de compra, e os custos dos equipamentos ressarcidos à companhia num período de tempo (aproximadamente 5 anos).

### *Ordem Postal e Bazar de Caridade*

A diferença básica entre os programas de ordem postal e bazar de caridade está na maneira de levar os equipamentos aos consumidores.

No caso da ordem postal a vantagem consiste da diminuição dos custos de distribuição, já que a compra das tecnologias eficientes diretamente do fabricante, eliminando intermediários, é viabilizada para os consumidores.

No caso do bazar de caridade, a companhia adquire equipamentos em grandes quantidades a preços reduzidos e doa às entidades filantrópicas, que os repassam aos consumidores nos seus eventos.

### *Programas de Informação*

A experiência em programas de conservação de energia elétrica mostra que concessionárias e agências investiram muito em educação, promoção e disseminação de informação e fundaram programas de educação e informação. Além disso, outros esforços foram acontecendo nas áreas de teste e etiquetagem de equipamentos, auditoria de indústrias e prédios comerciais, e manuais, feiras, seminários, e anúncios de rádio/TV. Todas estas experiências adquiridas com conservação de energia elétrica podem ser passadas para o esforço de conservação de água, beneficiando-se dos resultados anteriores de tais programas.

Os programas de informação e marketing agem como meio de divulgação inicial, ou manutenção de outros tipos de programas, compreendendo, geralmente, postagens de brochuras que devem influir no comportamento e decisão dos consumidores na opção por medidas de melhoria da eficiência.

#### **6.2.4 Políticas efetivas**

Com base nas experiências adotadas no setor elétrico aliado às experiências a nível nacional e internacional, algumas políticas se mostraram efetivas quanto aos resultados obtidos em divulgação e adoção de tecnologias eficientes. Estas políticas mostraram-se voltadas para a promoção de desenvolvimento tecnológico e testes de equipamento, bem como a divulgação através de demonstrações e etiquetagem.

#### *Desenvolvimento tecnológico e demonstração*

Concessionárias e o governo representam um papel importante no avanço do desenvolvimento de uma série de tecnologias eficientes. Neste sentido, estes agentes devem apoiar o desenvolvimento de produtos, promover demonstrações, realizar testes em laboratórios e testes de campo, que verifiquem, divulguem e certifiquem as características de desempenho desejadas.

Há evidências similares no setor elétrico, com este tipo de procedimento e equipamentos eficientes, indicando que estas atividades aceleram o processo de comercialização.

### *Teste de equipamento e etiquetagem*

O programa de teste e etiquetagem expõe fabricantes que estão fazendo produtos ineficientes, permite aos consumidores identificar os modelos eficientes e fornece condições às autoridades públicas de estabelecer requisitos mínimos de eficiência, ou de prover incentivos para estimular a compra de produtos mais eficientes.

### **6.3. Barreiras para a adoção de equipamentos eficientes pelos consumidores**

A adoção de equipamentos eficientes é caracterizada por um investimento inicial de capital. Em alguns casos, este investimento pode ser alto, entretanto é quase sempre único, não exigindo um esforço continuado.

Geralmente, estes equipamentos são adotados por consumidores inovadores, que implementam rapidamente novidades tecnológicas. Por outro lado, a atitude de conservação através da adoção de equipamentos eficientes enfrenta diversos obstáculos diferentes. O consumidor é vítima de uma situação nova, sentindo a falta de experiência prévia; dúvida da eficácia funcional e dos benefícios econômicos; sofre de ansiedade sobre os aspectos técnicos; adiam decisões que saem da rotina; e identificam como um dos maiores obstáculos a ameaça de perda de conforto (Cardia, 1986)

A seguir, são apresentadas as barreiras enfrentadas pelos consumidores e os aspectos que os influenciam no processo de tomada de decisão. A organização sistemática adotada segue a sugerida por Reddy (1991) e caracteriza as barreiras impostas aos consumidores como originárias da: ignorância, sensibilidade ao custo inicial, indiferença, desamparo, incerteza e herança da ineficiência.

### *O Ignorante*

Apesar da implementação de qualquer medida de uso eficiente de água requerer o suporte e participação do consumidor, muitos desconhecem as possibilidades de conservação de tais medidas. É necessário que o consumidor tenha conhecimento da tecnologia disponível, esteja familiarizado com as possibilidades de conservação e compreenda os custos e benefícios das diferentes opções para que possa efetivamente atuar em prol da conservação (Reddy, 1991).

No Brasil, e mesmo na RMSP, onde o nível de informação é maior, muitos consumidores desconhecem as tecnologias de conservação que estão disponíveis. Mesmo aqueles que ouviram falar de algumas tecnologias em particular não possuem informação confiável sobre sua performance ou efetividade de custo. A falta de informação a respeito das medidas de eficiência também é um problema mesmo entre arquitetos e construtores.

Maneiras de sobrepor esta barreira incluem informação, educação (como a produção de manuais e outros materiais educativos), seminários e feiras, programas informativos sobre o uso eficiente de água, e treinamento dos consumidores. A informação pode ser veiculada através de rádio, televisão, revistas, jornais e panfletagem. E, treinamento dos consumidores como um meio para educá-los sobre as vantagens de avanços em eficiência.

Apesar de alguns destes esforços já terem auxiliado na conscientização das opções de conservação, o nível geral de conscientização é ainda relativamente baixo.

### *O pobre e o sensível ao custo inicial*

Ainda que um consumidor esteja informado das vantagens da aquisição de um equipamento eficiente associado a um programa de melhoria da eficiência do uso de água, isso por si só não implica que ele irá adquiri-lo. Isso porque, geralmente, quanto maiores são os ganhos em eficiência, maiores serão os custos de investimento associados. Portanto, no caso de substituição o consumidor questiona se os ganhos obtidos com conservação justificam o investimento em tal equipamento; e, no caso de

investimento inicial questiona sobre a justificativa do incremento de investimento em melhoria da eficiência.

Afim de responder ao questionamento anterior, o consumidor deve estar disposto a investir hoje para colher os benefícios no futuro, através da redução das contas de água, isto é, o consumidor deve escolher minimizar o custo do ciclo de vida do equipamento ao invés de minimizar o investimento inicial. Um indicador desta disposição é dado pela taxa de desconto do consumidor (TDC), que fornece um reflexo da disponibilidade de capital de um consumidor, ou, em outras palavras, é aproximadamente igual ao retorno anual esperado para um longo período sobre um investimento inicial. Por exemplo, para uma TDC de 60% o consumidor estará preparado para fazer um investimento inicial de US\$ 100 somente se um benefício de, pelo menos, US\$ 60/ano for obtido pelos próximos 10 anos (Reddy A., 1991).

Uma outra maneira de investigar a situação é sob a perspectiva do tempo retorno (TR) do investimento, isto é, o tempo necessário para que o investimento fosse pago através das economias obtidas na contas de água. Altas taxas de desconto (TDC) são reflexo dos curtos tempos de retorno (TR) esperados pelos consumidores, situação mais ameaça em termos dos produtores do recurso, onde períodos mais longos de retorno podem ser tolerados. Assim, nota-se um "gap" entre os TRs dos consumidores e produtores, demonstrando casos de investimentos economicamente viáveis para os produtores e inviáveis para os consumidores.

Adicionalmente, um estudo recente (Sudhakara Reddy, 1990) mostra que à medida que a renda de um consumidor diminui, a taxa de desconto para ele cresce exponencialmente, isto é, ele espera um retorno muito maior de seus investimentos, agravando ainda mais a sensibilidade o custo inicial.

A superação desta barreira exige mecanismos de inovação financeira. Uma maneira de tornar tais equipamentos viáveis até para pessoas de baixa renda e aquelas sensíveis ao custo inicial é obtido convertendo o pagamento inicial num fluxo de pagamentos coincidentes no tempo com os ganhos em conservação. Em tal caso, observa-se a necessidade de um financiador do investimento inicial, papel exercido potencialmente pelas concessionárias ou pelo estado.

### *O indiferente*

Outros consumidores estão a par das vantagens econômicas associadas à conservação, têm condições de pagar os custos iniciais, mas não adotam tais medidas de eficiência, porque são indiferentes. Isto ocorre devido a dois fatores: a) as decisões do consumidor envolvendo a compra de um equipamento é baseada em vários fatores, dos quais a eficiência é apenas um deles; e b) os custos de energia e água para tais consumidores não são suficientemente significantes para motivá-los a obter maior eficiência, mesmo que a conservação obtida através de tais medidas seja de suma importância para a sociedade como um todo. Um agravante desta condição são os preços irrealistas das tarifas praticadas, muito abaixo dos custos marginais de oferta (Reddy, 1991).

A sobreposição desta barreira depende da intervenção governamental. Além da atuação sobre os preços o governo pode promover a conservação através da criação de regulamentação, relativo ao uso de equipamentos responsáveis pela baixa eficiência. Por exemplo, a regulamentação pode ser implementada junto aos fabricantes através de padrões que evidenciem a eficiência dos equipamentos.

É necessário também criar pressão dos consumidores e demanda de mercado por tecnologias eficientes. Isso pode ser efetivado através de etiquetagem obrigatória dos equipamentos, especificando seus níveis de performance para os consumidores e adicionando outro fator no processo de decisão de compra.

A intervenção governamental baseada nos mecanismos suplementares como a regulamentação, padrões, etiquetas, restrições no fornecimento, etc., implementadas de forma isolada ou em combinação, é uma condição necessária para suprimir a barreira da indiferença dos consumidores (Reddy, 1991).

### *O desamparado*

Apesar do Brasil produzir e comercializar localmente grande número de tecnologias de conservação de água, certos produtos eficientes simplesmente não estão disponíveis. Por exemplo, arejadores, difusores, controladores de fluxo e outros são dificilmente encontrados e raramente utilizados.

Assim, há uma classe de consumidores que compreendem os benefícios das melhorias de eficiência, e que estão motivados para mudanças, mas ficam completamente

desorientados frente a todos os problemas que devem vencer na identificação, obtenção, instalação, operação e manutenção dos dispositivos e equipamentos eficientes associados (Reddy, 1991). Muitas vezes toma-se muito mais simples adquirir equipamentos convencionais encontrados facilmente em qualquer revendedor.

Um exemplo ilustrativo dá-se pela comparação da implementação de uma bacia sanitária convencional e uma eficiente de caixa acoplada, frente às dificuldades opta-se pela convencional. Identifica-se, portanto, uma lacuna na base tecnológica constituindo uma barreira.

Neste caso, a indústria de equipamentos eficientes deve ser promovida de modo a atender as necessidades dos consumidores provendo as condições de acesso e correto uso de seus equipamentos pois, em muitos casos, os novos equipamentos são ofertados sem a informação técnica adequada. Os usuários devem também ser instruídos acerca do "know-how" dos equipamentos eficientes, proporcionando também a ajuda especializada necessária, quando requerida.

#### *O incerto*

Neste caso, a adoção das inovações é afetada pela própria percepção que os usuários têm de suas características, acerca das seguintes dimensões (Darley & Beniger, 1981):

- a) vantagem relativa dos equipamentos que forem adotar, sendo maior à medida que maior for o lucro econômico, isto é, apresente baixo custo inicial e baixo risco; reduza o desconforto: economize tempo e esforço; e, permita um retorno financeiro imediato;
- b) compatibilidade de valores, quando a inovação não é contrária à experiência anterior e se adequa às necessidades do usuário potencial;
- c) complexidade de compreensão e uso;
- d) possibilidade de experimentar o uso antes da adoção; e
- e) visibilidade dos resultados.

A estas incertezas quanto à percepção adicionam-se outras de caráter econômico. Neste sentido, os custos e benefícios das medidas de conservação dependem dos preços de energia e água, e dos preços dos equipamentos. Havendo uma incerteza em relação a

estes preços, os consumidores tendem a postergar seus investimentos adotando uma postura mais segura (Reddy, 1991).

De um modo geral, a realidade brasileira de instabilidade no cenário econômico dos últimos anos caracterizada por níveis recordes de inflação no final de 89 e início de 90 e taxas de juros reais entre 5 e 10% ao mês agravaram a incerteza de retorno dos investimentos. Neste período, preços, inflação e taxas de juros apresentaram variações extremas. Nestas condições econômicas, investimentos em eficiência foram inibidos de várias maneiras (Geller, 1989):

- a) impossibilidade de determinação do tempo de retorno de um projeto quando inflação, taxas de juros e preços sofrem grandes variações.
- b) instabilidade econômica e as altas taxas de juros do mercado financeiro implicam rápidos tempos de retorno (menores de um ano).
- c) inflação alta tornava ainda mais aviltante o preço da água, contando a diferença da ordem de 25 dias entre o consumo e seu pagamento.

Esta barreira pode ser enfrentada através de uma estabilização dos preços ou uma mudança gradativa ao longo do tempo. Além de financiamento dos investimentos e retornos a taxas garantidas.

No Brasil, a partir do segundo semestre de 1994, uma estabilização dos preços, inflação e taxas de juros promoveu um forte aquecimento da economia e do consumo de bens duráveis como eletrodomésticos.

### *Os herdeiros da ineficiência*

Há também aqueles consumidores que se tornam herdeiros de equipamentos ineficientes. Encontram-se informados, motivados e economicamente capacitados para implementar medidas de melhoria da eficiência, entretanto são incapazes de fazê-las já que não participam do processo de tomada de decisão para este fim. Um exemplo comum é o caso de inquilinos de casas ou prédios com características estruturais de ineficiência. Esta situação deve-se à existência de uma divisão de encargos: os investimentos de capital são feitos pelos locadores, expostos a apelos de minimização dos investimentos, optando, portanto, por equipamentos mais baratos e muitas vezes



ineficientes; e, em contrapartida, os pagamentos dos gastos de água são pagos pelos locatários (Reddy, 1991).

Esta barreira pode ser parcialmente vencida através da etiquetagem dos dados de performance dos equipamentos, permitindo assim que os consumidores exerçam pressão junto aos distribuidores de equipamentos.

#### **6.4. Conciliando informação e motivação para os consumidores**

O provimento de informação, através de campanhas publicitárias, e motivação, através de campanhas de incentivo/desincentivo, tanto econômico quanto social, direcionadas para a mudança de hábitos e adoção de equipamentos eficientes são ideais para a obtenção de êxito nas medidas de conservação.

As campanhas serão tão mais eficientes quanto mais próximas forem do comportamento dos usuários, principalmente no que diz respeito ao processamento de informações e a modelagem social do comportamento. Sendo portanto, necessário o conhecimento do perfil do uso de água, o processo de decisão de conservação (atitudes, valores, crenças e normas sociais), o tipo de decisão os veículos que os atingem e o conhecimento sobre os processos de fornecimento de água e tratamento de esgotos. Os dados acima, permitem o planejamento das campanhas educacionais e publicitárias atingindo o objetivo da comunicação persuasiva, essencial não só para alterar comportamentos ou facilitar a adoção de inovações tecnológicas, mas também para a manutenção destes comportamentos. Neste caso, a realimentação, ou "feedback", o fornecimento de informações sobre as consequências de terem mudado o comportamento ou adotado a inovação, serve como estratégia essencial para garantir a continuidade dos comportamentos e, portanto, dos benefícios (Cardia, 1986).

"Os estudos sobre os efeitos do feedback têm procurado estabelecer qual a forma e frequência do feedback ideal" (Kohlenberg, 1976 apud Cardia, 1986). Tem-se observado que: (a) quanto maior a frequência do feedback, maior a sua eficácia; (b) o feedback mais eficiente é aquele que estabelece uma relação direta entre consumo e

custo; (c) quando o consumidor observa o próprio consumo consegue melhores resultados do que quando a monitoração é feita por funcionários das empresas.

As contribuições sobre processamento das informações garantem que a forma (veículo) e o conteúdo das mensagens estarão adequadas ao objetivo que se pretende atingir, quando as mesmas assim se revelarem (Cardia, 1986):

as informações devem capturar a atenção do consumidor devendo ser verídicas, concretas e personalizadas, incluindo casos vividos por pessoas próximas semelhantes ao receptor da informação;

as informações têm que ser lembradas, devendo ser claras, exatas e específicas, detalhando exatamente o que espera que o consumidor faça;

as medidas devem ser percebidas como equitativas e justas;

as informações devem provir de fonte com credibilidade; e

os apelos, que procuram gerar medo sobre as consequências de não se adotarem medidas de economia, têm que ser acompanhados de mensagens sobre as soluções que a população alvo deve adotar. Caso contrário, estes apelos geram angústia e ansiedade e não resultam no comportamento desejado.

#### **6.5. A Implementação das Campanhas**

Os resultados de uma campanha depende das condições de sua implementação, sendo que sua eficácia é função do estabelecimento de metas, materiais, corpo de coordenadores e um tema a ser desenvolvido. A formulação, em geral, conta com as seguintes etapas (Maddaus, 1987 Jannuzzi et al., 1992):

a) estabelecimento dos objetivos;

b) escolha apropriada de um tema;

c) estabelecimento do público alvo;

d) seleção dos membros de um comitê de conservação;

- e) identificação dos padrões de comunicação, recursos humanos e materiais;
- f) planejamento e implementação da campanha; e
- g) avaliação dos resultados obtidos.

Os objetivos devem ser claros e persuasivos de maneira que o consumidor entenda a importância da conservação, identificando os benefícios advindos da conservação, impactos ambientais e dispêndios econômicos evitados, ou postergados através da conservação.

Após o estabelecimento dos objetivos, o tema da campanha deve ser escolhido. A participação ao consumidor deve ser feita através de imagens realistas e personagens semelhantes aos consumidores-alvo em termos de classe socio-econômica e estilo de vida. O público, ao qual a campanha deve atingir, deve ser dividido em grupos distintos, apresentando homogeneidade dentro de um mesmo grupo e heterogeneidade entre grupos (Berry & Brown, 1988).

O comitê de conservação tem como funções principais receber o retorno dos consumidores envolvidos pela campanha, solucionar problemas específicos de implementação e gerenciar o material da campanha.

A seleção do meio de comunicação é extremamente importante, devendo ser adequada ao público-alvo. Estudos mostram que as informações provenientes de fontes próximas (interpessoal) têm maior peso na decisão do que aquelas de fontes formais. Finalmente, a campanha deve ser avaliada em suas várias etapas, de forma a se obter subsídios para o processo de "feedback" e servir de base para o desenvolvimento de campanhas futuras (Jannuzzi, 1992).

#### **6.6. Outras Barreiras para o Uso Eficiente de Água**

Torna-se cada vez mais evidente o importante papel representado pelo uso eficiente de energia atuando como ponte entre oferta e demanda. Entretanto, nota-se também que, apesar de sua importância, as medidas de eficiência energética não são implementadas com a rapidez esperada. Assim sendo, nota-se também uma crescente

atenção aos fatores que determinam a implementação, aceitação e proliferação destas medidas, isto é, às barreiras ao uso eficiente de energia.

Analogamente, o uso de água apresenta características similares ao uso de energia, de modo que as considerações de uso eficiente de água são também válidas. Neste sentido, as mesmas restrições evidenciadas no uso eficiente de energia aplicam-se ao uso eficiente de água. Portanto, apesar das barreiras tratadas aqui serem encontradas na literatura de conservação de energia elétrica, pretende-se mostrar que uma metodologia similar aplica-se para a temática da água.

É importante ressaltar que os padrões de consumo de água devem-se a diversos agentes em níveis diferentes, tais quais: consumidores; fabricantes e distribuidores de equipamentos; produtores e distribuidores de água; instituições financiadoras locais e nacionais; governos; organizações multi-laterais e agências de desenvolvimento internacionais. A consecução de avanços no uso eficiente da água muitas vezes depende da atuação em vários destes níveis, sendo que as barreiras podem surgir também em cada um deles. Torna-se portanto necessário compreender tais barreiras explorando suas origens e apresentando procedimentos que poderiam sobrepor-las.

#### **6.6.1. Quanto aos fabricantes de equipamentos de uso final**

Geralmente, as vendas de equipamentos estão associadas aos custos iniciais e não à sua eficiência. Além disso, equipamentos mais baratos são também ineficientes, e as vendas podem diminuir com requisitos de eficiência. Deste modo, os fabricantes, distribuidores e revendedores tendem a responder à sensibilidade ao custo inicial dos consumidores com equipamentos baratos e ineficientes. Um resultado é que nem sempre os equipamentos eficientes estão disponíveis e, assim, os consumidores são vítimas de decisões de compra forçadas podendo apenas comprar equipamentos convencionais. Esta barreira pode ser enfrentada através de intervenção governamental impondo padrões de eficiência e etiquetagem de equipamentos.

#### **6.6.2. Os Provedores dos Equipamentos de Uso Final**

### *Cegueira aos Custos da Operação*

Mencionou-se anteriormente que os provedores dos equipamentos de uso final, tentam de minimizar os custos iniciais dos seus investimentos, independentemente dos custos do ciclo de vida, que contabilizam os custos de operação.

A intervenção do governo é necessária não só para influenciar os provedores na utilização destes equipamentos, mas também para induzir o consumidor a exercer pressão sobre as forças do mercado em favor das melhorias da eficiência. No caso de edifícios, vantagens podem ser obtidas dado que projetos de edificação envolvem um número de passos dos quais dois são susceptíveis a medidas de eficiência: (1) aprovação dos planos de edifícios e (2) financiamento do seguro na forma de empréstimos. Códigos de eficiência em edifícios podem ser implementados estressando a eficiência (no uso da água) energética e os empréstimos podem considerar o custo do ciclo de vida de um equipamento ao invés dos custos iniciais (Reddy, 1991).

Aprovações legais e financiamento que dependam da eficiência energética aliados a padrões podem contribuir para enfrentar as barreiras de provedores de equipamentos que insistem em fechar os olhos aos custos operacionais.

#### **6.6.3. Quanto aos produtores e distribuidores de energia e água**

##### *Obsessão pela oferta*

Geralmente, produtores e distribuidores de energia e água estão tão preocupados com a oferta que prestam pouca atenção à eficiência o uso do recurso. Geralmente, a conservação está fora de suas atividades principais. Além disso, a estrutura de tarifas aplicada pelas concessionárias é tal que os lucros são proporcionais às vendas, de modo que:

- a) os lucros aumentam à medida que um kWh ou m<sup>3</sup> adicional é vendido;
- b) os lucros diminuem à medida que um kWh ou m<sup>3</sup> adicional é conservado; e

c) o único incentivo financeiro para se atingir conservação economicamente viável é o risco de que os reguladores insatisfeitos não aprovem os gastos.

É comum a seguinte afirmação "estamos no negócio de vender água e não no negócio de não vender água". Considerando tais aspectos, se uma concessionária investe em programas de conservação de demanda ela não apenas perde em receita devido à diminuição das vendas, mas também perde o retorno dos investimentos feitos na redução da demanda.

O problema é agravado devido à dificuldade de marketing de medidas de eficiência comparada ao marketing de tecnologias convencionais e obras de fornecimento. Há toda uma gama de problemas de marketing envolvidos que devem ser abordados além da questão dos aparelhos eficientes. Dentre as quais pode-se citar:

- a) Diagnóstico das necessidades dos consumidores na obtenção dos serviços da maneira mais efetiva, identificando assim, as mudanças tecnológicas que se fazem necessárias;
- b) educação do consumidor como necessidade para viabilizar tais mudanças;
- c) financiamento de cada um dos aparelhos utilizados e dos serviços necessários;
- d) serviços de manutenção posteriores; e
- e) monitoramento da performance para assegurar a economia do recurso, com realimentação essencial para modificar as estratégias de conservação.

Neste sentido, as concessionárias são boas candidatas para assumir estes aspectos de marketing. Acostumadas a lidar com grandes quantias de dinheiro podem orientar parte dos recursos para investimentos na melhoria de eficiência. Adicionalmente, através do sistema de tarifação a concessionária pode financiar os investimentos dos consumidores em aparelhos eficientes, que podem ser pagos nas respectivas contas.

Entretanto, se as concessionárias estão restritas ao enfoque fornecedoras de recursos (água e energia) isso não será possível. Torna-se necessário portanto, a conversão destas concessionárias em companhias de serviços de água e energia, isto é, energia que vendem serviços de água (ou energia) como: transporte de dejetos, limpeza, bueiros, manutenção de jardins, etc.

Há casos em que as concessionárias não tem interesse de implementar programas de conservação. Um exemplo, é a disponibilidade de capacidade de fornecimento ociosa

intervindo na necessidade do uso eficiente por parte dos consumidores. Nestes casos, o governo deve estimular a criação de companhias independentes que promovam melhorias de eficiência.

Assim sendo, uma mudança no papel das concessionárias de fornecedoras para companhias de serviços de água pode contribuir para suplantar a barreira da obsessão do fornecimento e a barreira de fraqueza ou inexistência de uma companhia de marketing dos serviços energéticos.

#### **6.6.4. Quanto às Instituições Financeiras Locais e Internacionais.**

##### *Obsessão pela oferta:*

Assim como os produtores, as instituições financeiras que provêm capital podem ser obcecadas pela oferta. A origem desta barreira é o enfoque tradicional seguido por estas instituições. Dentro de tal enfoque, o propósito do sistema é o incremento do consumo, enfatizando portanto, o incremento da produção e fornecimento. A melhoria da eficiência é tratada como uma questão separada, posteriormente descartada por não aumentar o fornecimento e o consumo.

A propagação do paradigma dos níveis de serviço fornecidos ao invés da quantidade do recurso (água e energia) ofertada, oferece oposição a esta barreira. Assim, no caso de transporte de dejetos nas bacias sanitárias indicadores como a quantidade transportada por litro de água usada (kg/l) ou litros de água por descarga (l/descarga) oferecem subsídios para avaliar a eficiência dos serviços em questão.

A mudança da ênfase de fornecimento de recursos para serviços de água e energia é uma maneira de enfrentar esta barreira, incluindo as melhorias em eficiência na lista das opções de fornecimento de serviços.

##### *Injustas*

À medida que tanto opções de aumento no fornecimento quanto medidas de conservação são propostas para atender a demanda, deve-se estabelecer "regras do jogo"

iguais para cada opção que seja analisada neste planejamento. Atualmente, esta situação certamente não é justa. Particularmente, as instituições financeiras tendem a favorecer projetos de incremento do fornecimento em vez de daqueles que promovam as melhorias na eficiência de utilização. A origem desta discriminação pode dever-se ao fato de que as práticas financeiras relativas a água, tradicionalmente, cresceram associadas ao desenvolvimento do fornecimento de água (Reddy, 1991).

Esta barreira deve ser superada na promoção de justiça competitiva entre projetos, através da eliminação de subsídios no fornecimento de energia, correta estrutura de preços, mesmos termos de crédito, benefícios, incentivos, etc.

#### *Atitude de Anti-inovação*

As tecnologias para a melhoria de eficiência vem sendo desenvolvidas rapidamente, até o momento são promissoras, entretanto ainda não foram comprovadas, ou seja, encontram-se num estágio intermediário de sua cadeia evolutiva. Tecnologias neste estado de desenvolvimento tendem a cair em duas situações: as agências de pesquisa e desenvolvimento não apoiam a produção por não considerarem como sendo pesquisa; e, as instituições financeiras evitam apoiar algo que não esteja comprovado. Assim, a atitude anti-inovadora das instituições financeiras é uma barreira contra o desenvolvimento destas tecnologias (Reddy, 1991).

Obviamente, nem todas as tecnologias ainda não comprovadas no mercado obtêm êxito, servindo, portanto, de *rationale* para a atitude conservativa das instituições financeiras. Uma garantia de sucesso de cada nova tecnologia não pode ser fornecida, mas um enfoque de investimento que vise um perfil de tecnologias eficientes pode obter sucesso financeiro.

A alocação de uma porcentagem de fundos, pelas instituições financeiras, como ajuda de capital de risco para as tecnologias de melhoria da eficiência em desenvolvimento pode contribuir para superar esta barreira.

#### **6.6.5. Quanto ao Governo**



### *Desinteresse*

Vários governos de países em desenvolvimento acreditam que conservação é uma medida exclusiva dos países desenvolvidos, por implicarem menores níveis de serviço, ou uma diminuição no nível de conforto dos consumidores. Uma recomendação para menores níveis de serviço é certamente inaceitável, dado que estes níveis já são baixos. Resultado disso é um certo preconceito para a adoção de medidas de conservação. Outro fator é que a enorme disparidade entre os níveis de serviços de água de países industrializados e em desenvolvimento levaram estes últimos a buscar um incremento daqueles níveis, tendo sido considerado, anteriormente, imperativo a escalada deste indicador.

Caso a conservação seja compreendida de maneira adequada ela pode se tornar um importante estratégia de desenvolvimento dos serviços públicos de abastecimento. Para tal, é necessário que conservação seja compreendida como um aumento nos serviços com menor consumo de água.

O que é requerido é um balanço aproximado havendo uma integração holística, ou uma mescla de estratégias entre medidas que minimizem as perdas, melhorias de eficiência do uso de água, fornecimento, etc.

Portanto, as vantagens econômicas advindas da melhoria da eficiência e um processo de planejamento que englobe medidas outras que apenas o incremento do fornecimento, como, por exemplo, o planejamento a mínimo custo, devem ser popularizados e convertidos em pressão pública a fim de desmantelar o desinteresse do governo. É desejável, ainda, que o governo adote uma clara política nacional de melhoria da eficiência do uso de água traduzida em um pacote coerente de medidas.

### *Incapacitação*

A formulação e implementação de programas de eficiência requer pessoal com capacitação, que são escassos especialmente nos países em desenvolvimento.

A implementação de programas de melhoria de eficiência fica seriamente comprometido pela inexistência deste tipo de capacitação. Esta barreira pode ser superada através de programas de treinamento intensivos e extensivos.

### *Falta de Instalações e Instrutores Adequados*

O treinamento e capacitação de pessoal técnico e gerencial necessário aos programas de conservação requerem instalações e instrutores. Uma condição comum, refere-se à lentidão das instituições governamentais no desenvolvimento de recursos humanos e retenção/sustentação do instrutores adequados para treinamento de pessoal.

A participação de entidades de financiamento que garantam programas especiais qualificação de pessoal e implantação de instalações adequadas deve auxiliar no encaminhamento desta barreira.

### *Falta de Acesso a Equipamento e Software*

Mesmo que instituições governamentais possuam pessoal técnico e gerencialmente capacitado, é necessário que também conte com os mecanismos de informação atualizados no referente a desenvolvimentos técnicos em "hardware", além de sucessos no campo político e institucional de outros programas. Este processo não requer simplesmente transferência de informação, envolve também a obtenção do "know-how" da operação, manutenção, construção e design.

O acesso a sistemas de informação atualizados sobre tecnologias e programas e políticas que estejam sendo desenvolvidas no âmbito internacional contribuem para a adequação dos conhecimentos de hardware e software usados na melhoria da eficiência. A aquisição do "know-how" e absorção de tecnologia também é crucial (Reddy, 1991).

### *A Escassez de Capital e Infra-estrutura deficitária*

A obtenção do potencial total de conservação de água passa também pela qualidade da infra-estrutura utilizada. Em muitos países subdesenvolvidos, esta infra-estrutura é inadequada: o nível de vazamentos na rede de distribuição é muito alto, bombas encontram-se sub ou super dimensionados, etc. Para estes governos, a construção desta infra-estrutura se apresenta como prioritário. Entretanto, a sensibilidade

ao custo inicial e falta de recursos de alguns governos implicam altas taxas de desconto, causando um maior relutância ao investimento em infra-estrutura.

A resolução de problemas básicos pode efetivamente ser a melhor maneira de atingir melhorias na eficiência do serviço, mas o fato de exigirem enorme investimentos de capital hoje para benefícios futuros representa uma dificuldade adicional. Além disso, uma medida com maior efetividade de custo pode ser a manutenção da infra-estrutura existente antes investimento em uma nova.

A barreira gerada pela escassez de capital para a construção da infra-estrutura adequada para a melhoria da eficiência pode ser enfocada através do acesso a ajuda internacional e agências de desenvolvimento, de modo que os custos iniciais sejam convertidos em custos operacionais por meio empréstimos (Reddy, 1991).

#### *A Promoção de Vendas do Organismo Regulador*

Na maioria dos países os preços e tarifas são regulados pelo governo ou organismos autônomos. Em muitos casos também, a formulação tarifária dá preferência, devido às distorções na sinalização de preços e excesso de subsídios, ao fornecimento e vendas, impedindo os investimentos em programas de melhoria da eficiência no uso da água. Tal situação é resultado do vínculo que existe entre lucros e vendas, assim, caso um fornecedor invista no gerenciamento da demanda, ele não apenas diminui sua receita, devido à redução nas vendas, mas também perde o retorno dos investimentos feitos em conservação (Reddy, 1991).

Ao invés de simplesmente pressionar o avanço dos programas de conservação, os organismos reguladores deveriam modificar os mecanismos de retorno dos investimentos para as concessionárias, fornecendo os subsídios para a exploração das oportunidades de conservação. Neste sentido, os reguladores podem remover os desincentivos através da minimização de custos, quebrando o vínculo dos lucros às vendas, mantendo a administração simples, internalizando os custos ambientais e monitorando os impactos dos não-participantes. Existem vários mecanismos disponíveis para que os reguladores atinjam estes objetivos, incluindo ajustes nas taxas de retorno, economias compartilhadas e o pagamento às concessionárias pelos êxitos atingidos (Moskovitz, 1989 apud Reddy, 1991). Este assunto será detalhado a seguir neste capítulo.

As reformas regulatórias que desvinculam lucros das vendas e permitem às concessionárias recobrar os custos dos programas de gerenciamento da demanda são necessárias para enfrentar os vieses da tarifação que privilegia o fornecimento e remover os desincentivos ao processo de planejamento a mínimo custo, que engloba alternativas de conservação às de expansão do fornecimento.

### *Falta de Poder das Agências de Fomento à Eficiência*

Sempre que um governo se interessa por conservação ele cria uma entidade separada. Geralmente, a entidade criada submete-se às funções de publicidade e informação por não possuírem poder suficiente para fazer valer suas decisões sobre eficiência.

Dado que o uso de água permeia várias atividades econômicas, uma entidade que concentre sua estratégia de desenvolvimento deve (a) estar alocada fora e acima do sistema; e (b) sob a maior autoridade política e/ou financeira para obter êxito.

Assim, uma maneira de enfrentar a falta de poder da entidade de fomento é colocá-la fora e acima do sistema, e sob a mais alta autoridade política/financeira para que contem com autoridade política suficiente para assegurar que as medidas sejam efetivamente implementadas (Reddy., 1991).

### *Cegueira aos custos dos fixadores de preços*

Geralmente, os preços dos recursos (água e energia) nos países em desenvolvimento não refletem os custos reais de sua produção/geração e os verdadeiros custos para a sociedade, já que incluem grandes subsídios. Consequência disso, é que os frugais não são recompensados e os perdulários não são punidos. Os consumidores não sentem nenhum fardo dos preços dos recursos e não recebem uma sinalização apropriada de seus valores.

Neste sentido, os preços não deveriam ser determinados pelos custos médios dos empreendimentos baratos do passado, mas sim pelo custo futuro do fornecimento da próxima unidade para o próximo consumidor: Ou seja, os preços deveriam refletir os

custos marginais de longo prazo porque estes serão os preços pagos pela concessionária para entregar a próxima unidade no futuro (Reddy, 1991).

Uma escalada de preços até os custos marginais de longo prazo e a segurança dos investimentos em eficiência ao longo deste processo encaminham esta questão.

### *Síndrome de Grandeza*

Geralmente, os decisores preocupam-se com os aspectos políticos de suas decisões, tendendo a estimar o retorno político de suas escolhas tecnológicas. Dentro desta perspectiva, projetos grandiosos são vistos invariavelmente como testemunhos permanentes de sua preocupação com o povo. Em contrapartida, unidades menores são relativamente inexpressivas e tendem a ser esquecidas, especialmente quando difundidas pelo interior.

Por outro lado, uma realidade em vários países inclui o pagamento de comissões aos decisores (legais ou ilegais) como parte das despesas de um projeto. É óbvio que a magnitude da comissão é proporcional às despesas do projeto, indicando uma preferência inerente a favorecer projetos que maximizem os custos e ignorem opções custo-efetivas (Reddy, 1991).

A reiteração dos aspectos de genuínos do desenvolvimento dos projetos, aliados à exortação do consumidor em favor destes e à pressão para a adoção um planejamento a mínimo custo promovem uma alternativa para esta síndrome de grandeza de projetos públicos.

### **6.6.6 Quanto às Fundações de Ajuda, Agências Internacionais Multilaterais e Países Industrializados.**

#### *Os Exportadores de Tecnologia Ineficiente*

A necessidade da conservação de água foi percebida bem antes nos países industrializados, ou com uma situação de fornecimento precária, como países do oriente médio, que nos países em desenvolvimento. Deste modo, a experiência destes países

permitiu-lhes um avanço considerável nas tecnologias eficientes adotadas. Enquanto isso, a melhoria da eficiência nos países em desenvolvimento se deu graças à transferência de tecnologias obsoletas. Criou-se, portanto, uma condição de exportação de tecnologias ineficientes que pode ser enfrentada através da avaliação tecnológica, favorecimento de tecnologias eficientes e incentivos a saltos tecnológicos nos países em desenvolvimento (Reddy, 1991).

### *O Preconceito do Fornecimento*

Assim como as instituições locais/nacionais têm obsessão pela expansão do fornecimento de água e energia, os organismos multilaterais internacionais e agências de desenvolvimento dos países industrializados, que provêm fundos de ajuda, compartilham o mesmo tipo de visão.

Esta barreira tem sua origem no enfoque convencional, que coloca maior destaque à expansão do sistema ao invés do aumento do nível do serviço, isto é, melhores serviços com menor consumo. Assim, para confrontá-la, torna-se necessário uma mudança paradigmática, na qual a melhoria da eficiência constitua uma possibilidade alternativa de planejamento. Ademais, um gerenciamento financeiro adequado requer que concorrências sejam feitas e que várias opções sejam comparadas para prover os serviços necessários (Reddy, 1991).

Portanto, a mudança de ênfase da expansão do fornecimento e consumo para melhores níveis de serviço, deve incluir a melhoria da eficiência como opção de serviços prestados e um processo de planejamento a mínimo custo.

### *A Atitude Anti-inovação*

Analogamente ao caso das entidades financiadoras locais e nacionais, os organismos internacionais compartilham uma atitude anti-inovadora com relação às tecnologias emergentes. Neste caso, entretanto, as implicações são mais sérias. O desenvolvimento de certas tecnologias, por exemplo, pode envolver a colaboração de instituições de países industrializados e em desenvolvimento. Caso o financiamento não seja fornecido o desenvolvimento só ocorre com fundos bilaterais, sendo que,

geralmente, investimentos em Pesquisa & Desenvolvimento (P&D) são feitos nos países industrializados (Reddy, 1991).

Uma pequena reserva de fundos como suporte de capital de risco poderia constituir em uma maneira de superar a atitude anti-inovadora das entidades financeiras internacionais.

### 6.6.7 Conclusões sobre outras barreiras

#### *Combinação de Medidas para Superar as Barreiras*

Deve-se evitar o enfoque de tratamento de uma barreira através de uma medida específica. Primeiramente, porque a barreira pode apresentar uma variedade de sub-barreiras. Por exemplo, uma tentativa de formulação de padrões de eficiência pode ocultar outras barreiras como: a falta de familiaridade do uso dos padrões como ferramenta de política, incapacidade para o design dos padrões, incapacidade para aplicar os padrões e fiscalizar sua aplicabilidade, incapacidade de implementar testes apropriados para certificação, tamanho do mercado pode ser muito pequeno para atrair a atenção dos fabricantes, incompatibilidade entre os interesses do consumidor e dos padrões estabelecidos, etc. Depois, porque duas ou mais barreiras podem agir simultaneamente e a ação de uma medida pode não ser suficiente para detê-las. Portanto, a combinação de medidas de conservação aumentam as chances da efetividade das melhorias de eficiência almejadas (Reddy, 1991).

#### *Mecanismos orientados para o mercado*

Uma conclusão importante está ligada ao poder e limitação do mercado. Sejam quais forem as virtudes do mercado como alocador de pessoal, capital e matérias primas, ele falha em resguardar os interesses sociais em termos de equidade, externalidades e planejamento a longo prazo. Interesses que devem ser projetados para proteger os pobres, o meio ambiente e as futuras gerações.

Várias barreiras originam-se de imperfeições de mercado. Um exemplo de realimentação negativa do mercado é o caso da efetividade das medidas de eficiência, que implicam uma diminuição da necessidade do recurso e, por sua vez, um preço menor, o que em última análise diminuiria a necessidade pela eficiência do uso do recurso. Isso significa que os mecanismos tarifários por si só não funcionarão, e que, as forças de mercado sozinhas não serão capazes de atingir o potencial de eficiência do uso dos recursos. Já que a responsabilidade da implementação de melhorias de eficiência uso não pode ser deixada nas mãos do mercado devem haver mecanismos de suporte político orientados para o mercado para a promoção de melhoria de eficiência (Reddy, 1991).

Pode-se distinguir as melhorias de eficiência em três categorias: potencial de mercado, potencial econômico e potencial técnico. O potencial de mercado é menor que o potencial econômico devido às distorções de mercado e altas taxas de retorno. Em compensação, o potencial econômico não é tão grande quanto o potencial técnico, já que algumas tecnologias ainda não se tornaram economicamente viáveis. Deste modo, o primeiro desafio é auxiliar o mercado a entregar equipamentos eficientes economicamente viáveis, o segundo é que as políticas públicas promovam o fluxo das novas tecnologias eficientes até o mercado.

### *Inovação*

Uma maneira efetiva de atingir melhorias de eficiência no uso da água seria a promoção de inovação, como mecanismo mais amplo de atuação, ao invés de incentivar apenas a eficiência tecnológica. Segundo Berg: a minimização dos custos totais de produção (encorajados através de novas tecnologias) levarão, em vários casos, a um uso menor da energia do que a minimização do custo do ciclo de vida( capaz de prolongar a vida de tecnologias obsoletas. Esta ênfase em inovação implica maior relevância em pesquisa e desenvolvimento, que em última análise é a esperança para o futuro (Reddy, 1991).

### **6.7 Políticas de incentivo**



Dois conceitos são importantes: o reconhecimento de que a água é um bem e que os consumidores individuais têm acesso total à informação escolhendo uma quantidade adequada de um bem dadas as limitações de renda.

Geralmente, decisores consideram a água essencial para o desenvolvimento, para a agricultura e para a vida, quando isso acontece, a necessidade de desenvolvimento garantem que projetos de expansão sejam construídos sem critérios adequados, impossibilitando a promoção de sua alocação racional. Entretanto, a água é escassa configurando-a como um bem econômico (Morgan, 1979).

Esta mudança de conceituação é crucial para que as decisões individuais da quantidade de água consumida, considerando as condições em que é fornecida, sejam apropriadas. No entanto, se a água fornecida no futuro depende do consumo no período anterior, tem-se como consequência um consumo presente maior na tentativa de assegurar a disponibilidade de consumo futuro.

A água pode ser utilizada como um bem final, no caso de consumidores residenciais, ou ainda com um bem intermediário, no caso de indústrias e fins de comércio e agricultura. Os fatores influenciando a demanda consistem basicamente na renda, preço do bem, preferências, etc. Neste sentido, os impactos da variação destes fatores na demanda de um bem são descritos pela curva de demanda (Figura 6.1).

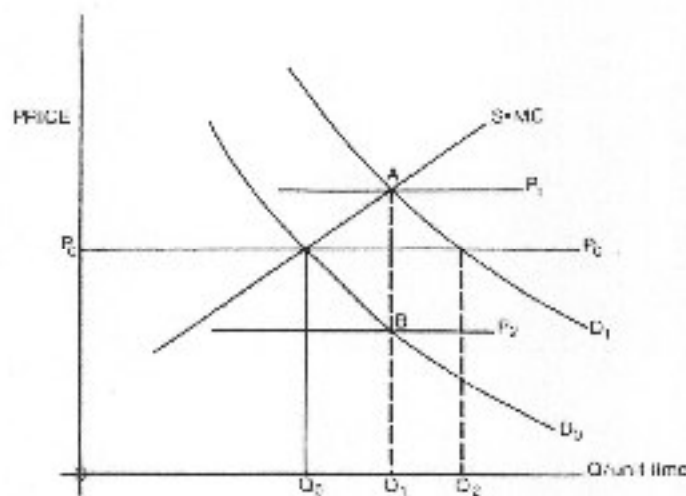


Figura 6.1 Curva de demanda para água tratada

A curva de demanda possui uma derivada de primeira ordem negativa devido à variação inversa entre a quantidade consumida e o preço da água, refletindo também o valor marginal decrescente apregoado aos usuários a quantidades incrementais de água.

A oferta pode ser descrita por uma curva de oferta, ou curva de custo marginal, por fornecer os custos de oportunidade para a aquisição de unidades adicionais. Neste caso, os valores marginais de incremento a produção de água são crescentes, sob a hipótese de que as fontes de água mais baratas foram utilizadas inicialmente, e quantidades adicionais só podem ser obtidas a maiores custos.

Dentro deste contexto, o preço adequado para uma determinada quantidade de água ofertada é dado pela interseção da curva de custos marginais com a curva de demanda. Um preço diferente deste causa um desequilíbrio entre oferta e demanda. Assim, um preço menor indica que o consumo é maior do que o eficiente pelas regras de mercado. Indica também que a perda de receita devida à venda a um preço menor é apropriada pelos consumidores. Um preço maior do que os custos marginais indica que o consumo é menor que o consumo ótimo estabelecido causando desconforto aos consumidores. Além disso, uma receita excedente aos custos de expansão é apropriada pela concessionária de água. Finalmente, os preços devem ser flexíveis para acomodarem as variações dos custos marginais a curto prazo, altos custos de fornecimento de capacidade adicional no pico de verão, ou a longo prazo, incremento na demanda e aproveitamentos mais caros.

Uma redução no consumo de água pode ser analisado sob duas perspectivas diferentes. Conforme as curvas anteriores, a curva de demanda pode ser deslocada para a direita, devido à políticas de conservação, alterando o uso de tecnologias ou hábitos de consumo sem alteração no preço, ou os preços podem ser elevados, segundo políticas de gerenciamento da demanda, alternado preços e mantendo constantes hábitos e tecnologias. A redução do consumo através destes procedimentos é mostrado na figura 6.2.

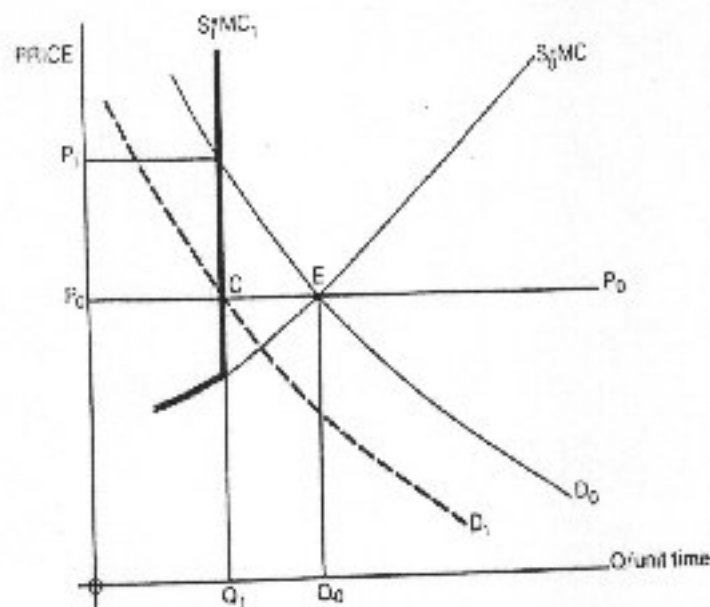


Figura 6.2 - Redução do consumo devido à variação da demanda e ao incremento de preços.

É importante notar que a efetividade de políticas de conservação evidenciam falhas de mercado, já que supondo maximização da satisfação não haveriam oportunidades inexploradas de conservação para o traslado na curva de demanda. Isso se deve às barreiras anteriormente colocadas de falta de informação, vieses e outros. Enquanto as políticas de gerenciamento da demanda dependem da diminuição da elasticidade preço da demanda. Para os consumidores residenciais estima-se uma elasticidade entre -0,2 e -0,7, isto é, uma mudança de 100% para uma elasticidade de -0,2 retorna uma mudança de 20% na demanda.

Os comentários acima evidenciam que deve-se considerar os incentivos financeiros como parte integral da determinação do consumo futuro de água. As concessionárias devem ter claros os custos reais de produção de água no processo de planejamento da demanda e determinação dos níveis tarifários.

No tópico seguinte, analisa-se políticas de incentivo aos programas de conservação, dentre estas serão verificados alguns tipos de incentivos financeiros, bem como o papel da tarifação.

#### 6.7.1 Financiamentos e Incentivos Financeiros

Neste trabalho, considera-se que cada metro-cúbico de água conservada seja equivalente a um incremento do fornecimento do recurso. Entretanto, a implantação de

programas de conservação provocam mudanças nos hábitos e padrões de consumo da sociedade, de modo que, investimentos em conservação realizados pela concessionária de água incorrem em incentivos e desincentivos econômicos. Neste tópico serão analisados alguns destes.

Dentre os incentivos econômicos para o gerenciamento da demanda e para a conservação encontram-se a redução dos investimentos em expansão da capacidade, redução dos custos de bombeamento, tratamento e operação, redução da quantidade de químicos utilizados.

Os desincentivos incluem a redução na receita da concessionária, maior frequência dos ajustes tarifários, maior dificuldade na previsão da demanda e dos novos padrões de consumo do setor residencial.

Apesar destes desincentivos, vinculados diretamente à implantação de um programa de conservação, há incentivos econômicos que podem ser introduzidos minimizando os efeitos dos desincentivos e trazendo benefícios tanto para os consumidores quanto para as concessionárias.

A redução no consumo causa, inicialmente, para a concessionária, uma perda de flexibilidade para cobrir os custos fixos e operacionais. Caso não haja um ajuste tarifário os efeitos primários do programa de conservação incidem reduzindo a receita da concessionária.

Adicionalmente, as medidas de conservação incidem sobre os consumidores, que passam a utilizar o recurso de modo mais eficiente, modificando os padrões históricos de consumo. Isto torna tais padrões inadequados para projeções confiáveis da demanda, no planejamento a longo prazo.

A curto prazo esta influência força a concessionária a ajustar a tarifa para minimizar a perda de receita. Entretanto, como os novos padrões de consumo são ainda desconhecidos estes ajustes devem ocorrer com maior frequência.

Uma hipótese que deve ser considerada com relação ao potencial das estratégias de incentivo à conservação é que a eficiência do uso de água equivale a substituição do fornecimento de água, tendo um valor eficiente de mercado. Isso foi considerado anteriormente, quando da comparação dos custos de produção com os custos de investimentos em conservação, no caso da concessionária, ou a comparação de tarifas com os investimentos, no caso dos consumidores.

Alguns mecanismos econômicos podem ser propostos para vencer os desincentivos iniciais, dentre eles coloca-se: a) criação de uma receita de estabilização, um modo das concessionárias desacoplarem as receitas das vendas; b) programa de investimentos/economias compartilhados; c) os investimentos feitos em conservação devem admitir retorno por meio das tarifas; d) empréstimos a juros baixos aos consumidores; e) maiores taxas de retorno a investimentos em conservação; e f) redução de impostos sobre tecnologias eficientes.

#### *Receita de estabilização*

A concessionária obtém uma receita de estabilização através da cobrança temporária de uma sobretaxa, que elimina o déficit de receita que agia como um desincentivo de curto prazo para a concessionária. O extra de receita obtido com este procedimento é utilizado para cobrir a perda resultante da redução no consumo. Portanto, no decorrer do programa, a receita de estabilização é utilizada para ajustar desvios das tarifas cobradas (Vickers, 1992).

A receita de estabilização possibilita ainda uma continuidade do programa de conservação, e melhores resultados das reduções de consumo verificadas inicialmente, já que a concessionária se vê protegida da perda de receita. Posteriormente, o extra de receita pode ser retornado aos consumidores, na forma de redução de tarifas, ou pode ser passada adiante na forma de incrementos tarifários, conforme os resultados de consumo obtidos com o programa de conservação.

#### *Programa de investimentos/economias compartilhados*

Neste tipo de programa permite-se que os consumidores e concessionárias recebam os benefícios econômicos da implementação de medidas de conservação. Isso ocorre tipicamente quando a concessionária abandona um modelo de planejamento da expansão visando o atendimento do fornecimento, mais capital-intensivo, e opta por medidas que são mais efetivas em termos de custo ("cost effective"), conforme a análise feita anteriormente da efetividade de substituições isoladas, ou medidas conjuntas, adotadas nos cenários. O benefício líquido de um investimento é dito mais efetivo quando ele é maior que os benefícios advindos do investimento alternativo. Estes benefícios podem, por fim, ser compartilhados entre consumidores e concessionária.

Uma das dificuldades inerentes à conceituação anterior é que os benefícios devem ser mensuráveis, para que possam ser comparados às opções de expansão, ou compartilhados entre as partes. Tal tarefa não é nada fácil uma vez que existem incertezas nas avaliações dos resultados de programas de conservação (Vickers, 1992).

#### *Retorno tarifário dos investimentos em conservação*

No Brasil, ainda não é possível para a concessionária de água repassar para as tarifas os investimentos feitos em conservação. Uma situação similar se configurava no setor elétrico até setembro de 1994, quando o DNAEE aprovou lei permitindo que esta situação se invertesse, fazendo dos investimentos em conservação uma alternativa economicamente viável. As implicações da falta de uma tal legislação prejudicam atitudes de conservação de forma dupla, não apenas inibindo a conservação devido à incerteza da perda de receita, mas proibindo-a devido à impossibilidade de seu repasse para as tarifas. Portanto, observa-se que a presença de legislação neste sentido se faz extremamente necessária.

#### *Empréstimos a Juros Baixos*

Outra medida de incentivo seria um programa de financiamento para projetos de conservação em água a taxas de juros bem menores que as taxas do mercado. No capítulo 4, avaliou-se os impactos do pagamento parcelado adotando taxas de juros de 12% ao mês. Na maioria dos casos, os resultados foram menores que a conta paga com o uso de tecnologia convencional. Financiamento a juros baixos contribuiria ainda mais para a adoção das tecnologias eficientes.

#### *Maior retorno dos investimentos em conservação*

Uma outra possibilidade legal é o favorecimento de investimentos em conservação através de taxas de juros maiores que os investimentos em expansão. Esta possibilidade é aplicada com bons resultados em alguns estados dos EUA (Vickers, 1992), contribuindo para aumentar a atratividade daqueles investimentos.

#### *Redução de impostos*

Impostos de bens duráveis. Entretanto, os equipamentos comprados por concessionárias, companhias de saneamento, ou outras autoridades públicas são isentos de impostos (Geller, 1989).

O mesmo status pode ser estendido aos consumidores, para equipamentos que reduzem o consumo de água, tais como chuveiros e torneiras eficientes (baixa vazão de água), arejadores, bacias sanitárias, etc. Outra hipótese é prover apenas uma redução dos impostos para tais tecnologias. Esta política pode ser justificada com base nos investimentos evitados no suprimento de água tratada.

#### 6.7.2 Tarifação

O aumento do preço da água obviamente fornece incentivo para conservação. Consumidores residenciais pagam tarifas relativamente baixas. No passado, esta situação era agravada, pela inflação e o atraso no tempo entre o uso e o pagamento do serviço, reduzindo ainda mais a remuneração do serviço prestado. Os preços da água devem refletir o custo marginal de longo prazo da expansão do serviço de água. Caso isso não se verifique o equilíbrio entre oferta e demanda estará perturbado.

Adicionalmente, como a tarifação é o processo primordial através do qual os investimentos em expansão, distribuição sejam recobrados. A sinalização dada pela tarifação deve refletir os custos reais de produção do recurso (Mann, 1982).

##### *Tarifação a blocos decrescentes*

Geralmente, utiliza-se a tarifa com blocos decrescentes com a justificativa de que a concessionária tem custos unitários decrescentes devido à economia de escala e à melhoria no fator de escala. Outro fator motivador deste tipo de tarifação é a estabilidade na receita obtida. Uma incerteza na demanda sempre ocorre devido à sazonalidade e ao mix de consumidores. Colocando-se os consumidores com maiores elasticidades preço da demanda nos blocos finais de menor preço, diminuem-se as variações na demanda.

Uma crítica comumente feita a este tipo de tarifação é que não há como se avaliar os custos. Outra crítica advém dos subsídios cruzados dos pequenos consumidores para

os grandes consumidores. Assim, este tipo de tarifação é eficiente apenas sob certas condições, por exemplo quando todos os consumidores estiverem no último bloco. Os preços que excedem os custos nos blocos iniciais e os preços inferiores aos custos nos blocos finais não promovem nem conservação, nem eficiência econômica.

#### *Tarifação a blocos crescentes*

Tarifação a blocos crescentes têm uma motivação de que o aumento dos custos de capacidade sinais de preço deveriam desencorajar incrementos na demanda. Desta maneira, este tipo de tarifação foi utilizado como uma forma de tarifação de conservação. Entretanto tal argumento é questionável já que não necessariamente são os grandes consumidores que contribuem para o pico da demanda. Uma solução mais eficiente é a incorporação de uma tarifa horo-sazonal, diferente para usuários no pico e fora dele. O argumento da renda também é questionável já que presume sempre uma correlação positiva com os níveis de renda.

Limitações são as incertezas nos custos e os efeitos na receita, exemplo é a redução média da demanda não acompanhada pela redução na demanda de pico. Outra questão: se a tarifa não segue os custos, os consumidores de grande porte subsidiam os consumidores de pequeno porte, situação inversa à anterior. Também, os preços menores que os custos da água distribuída nos blocos iniciais e os preços maiores que os custos nos blocos finais também não provém conservação ou eficiência econômica.

#### *Tarifação sazonal*

A inclusão de tarifação sazonal também é um avanço ao incentivo de conservação. Entretanto há vários requisitos para a implantação de uma tarifação deste tipo:

- a) variação significativa da demanda entre períodos dentro e fora do pico;
- b) os investimentos em capacidade devem ser determinados no sistema em épocas de pico;
- c) as demandas de pico devem ocorrer consistentemente durante a mesma estação; e
- d) a concessionária de água deve ser capaz de estimar as demandas de pico e fora de pico, bem como as diferenças de custo de atendimento dentro e fora do pico.



Ainda que a tarifação sazonal seja o resultado lógico da tarifação dos custos marginais as tarifas sazonais podem estar baseadas em custos médios. Dada a premissa que as tarifas seguem os custos as tarifas sazonais fornecem sinais para o consumidor sobre as economias resultantes da modificação dos padrões de uso. A tarifação sazonal é advogada, ao invés das tarifas uniformes, porque ao longo do tempo evita o subsídio cruzado entre consumidores dentro do pico e fora do pico, significando que nas tarifas uniformes os consumidores fora do pico subsidiam os demais. Entretanto, em alguns casos este tipo de tarifa podem ter resultados mínimos no padrão de uso, e assim os benefícios podem acabar não se materializando.

#### *Tarifação a custos marginais e custos médios*

Outras estruturas que podem ser usadas são a tarifação pelos custos marginais e as tarifas pelos custos médios. Entretanto, conceitualmente eles são procedimentos inversos. Os custos médios começam com a determinação das necessidades de receita seguidas de uma função e classificação de custos, uma alocação entre classes e um cálculo dos custos unitários. Finalmente, determinando a estrutura tarifária. A tarifação pelos custos médios começa com a premissa de igualdade das receitas e custos, seguindo com a alocação de custos por classe que atende esta equidade, há elementos de contabilidade indeterminados na transição da alocação de custos até a estrutura tarifária. Adicionalmente, a determinação das necessidades de receita podem ser seguidas de uma seleção do método de custos para justificar uma estrutura de tarifária pré-determinada.

Na tarifação dos custos marginais inicia-se com a determinação de um período de planejamento seguido de estimativas dos custos unitários marginais. Depois, traça-se a estrutura tarifária e, finalmente, há uma reconciliação de custos e receitas. Neste caso, inicia-se com a premissa de equidade de preços e custos, seguida de ajustes nos preços para assegurar esta equidade. Já que os custos unitários são calculados diretamente como bases para a tarifas a tarifação a custo marginal geralmente pré-avalia as alocações de custo para as classes de usuários.

Uma maneira de integrar ambos é opção do uso da média na alocação da necessidade de receita para classes específicas ou serviços e a utilização dos custos marginais para a construção de estruturas tarifárias para classes individuais ou serviços.

Isto é, que o enfoque de custos convencionais determinariam o nível de tarifas e os custos incrementais auxiliariam na estrutura das tarifas.

### 6.8 Conclusões

As mudanças de hábito são caracterizadas por comportamentos repetitivos ao longo do tempo. Elas requerem um esforço e compromisso contínuos, ou seja, uma mudança no estilo de vida, para isso são essenciais a comunicação persuasiva e personalizada. As mensagens devem ser claras, justas e devem captar a atenção do consumidor, dando ênfase às consequências da não adoção das medidas. Apesar de serem inconvenientes mudanças de hábito têm a vantagem de requerem pouco ou nenhum investimento financeiro.

A adoção de tecnologias de baixo consumo caracterizam-se por um comportamento não repetitivo, definido pela ação única de desembolso num determinado momento, para tal devem ser divulgadas as vantagens advindas da adoção destas tecnologias

Já que os consumidores não adotam espontaneamente medidas de conservação auto-restritivas são necessários estímulos ou motivações para tal comportamento. A "responsabilidade" foi o melhor indicador isolado da propensão à adoção de medidas encontrado, sendo que a "tomada de conhecimento" mostrou-se como a principal condição para que a responsabilidade fosse assumida.

No que diz respeito a campanhas de conservação, o ideal é a combinação dos enfoques de conciliação da informação provida pelas campanhas publicitárias e a motivação dos consumidores fomentada pelas campanhas de incentivo/desincentivo.

As campanhas serão tão mais eficientes quanto mais próximas forem do comportamento dos usuários as informações. Estas devem capturar a atenção do consumidor devendo ser verídicas, concretas e personalizadas, incluindo casos vividos por pessoas próximas semelhantes ao receptor da informação; as informações têm que ser lembradas, devendo

provir de fonte com credibilidade; e as medidas devem ser percebidas como equitativas e justas.

Em termos das barreiras enfrentadas pelos consumidores observa-se que elas são caracterizadas como originárias da: ignorância, sensibilidade ao custo inicial, indiferença, desamparo, incerteza e herança da ineficiência. Observa-se que as barreiras enfrentadas no Brasil são típicas da ignorância, impacto dos custos iniciais, herança da ineficiência, indiferença dos mais ricos e desamparo enfrentado pelas dificuldades de encontrar as tecnologias

Para as concessionárias de água destacam-se as barreiras de obsessão pelo fornecimento, de falta de legislação apropriada que retorne os investimentos em conservação e de falta de recursos econômicos. Para o governo destacam-se as barreiras de desinteresse e de pequena capacitação técnica.

As barreiras devem ser dimensionadas e suas inter-relações analisadas para que sejam enfrentadas com um conjunto de medidas efetivas capazes de superá-las. A combinação de medidas de conservação aumenta as chances da efetividade das melhorias de eficiência almejadas.

O reconhecimento de que a água é um bem e que os consumidores individuais têm acesso total à informação é crucial para que as decisões individuais da quantidade de água consumida sejam apropriadas dadas as limitações de renda.

É importante notar que a efetividade de políticas de conservação evidenciam falhas de mercado, isso se deve às barreiras anteriormente colocadas de falta de informação, vieses e outros.

Dentre os incentivos econômicos para o gerenciamento da demanda e para a conservação encontram-se a redução dos investimentos em expansão da capacidade,

redução dos custos de bombeamento, tratamento e operação, redução da quantidade de químicos utilizados.

Os desincentivos incluem a redução na receita da concessionária, maior frequência dos ajustes tarifários, maior dificuldade na previsão da demanda e dos novos padrões de consumo do setor residencial.

Há incentivos econômicos que podem ser introduzidos minimizando os efeitos dos desincentivos e trazendo benefícios tanto para os consumidores quanto para as concessionárias como: ganhos partilhados, receita de estabilização, retorno dos investimentos em conservação por meio das tarifas, empréstimos a juros baixos aos consumidores, maiores taxas de retorno a investimentos em conservação e redução de impostos sobre tecnologias eficientes.

A sinalização dada pela tarifação deve refletir os custos reais de produção do recurso. O preço adequado para uma determinada quantidade de água ofertada é dado pela interseção da curva de custos marginais com a curva de demanda. Preços diferentes causam desequilíbrios entre oferta e demanda.

Os preços devem ser flexíveis para acomodarem as variações dos custos marginais a curto prazo, altos custos de fornecimento de capacidade adicional no pico de verão, ou a longo prazo, incremento na demanda e aproveitamentos mais caros.

## **CAPÍTULO 7 - SUMÁRIO, CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES**

### **7.1 Sumário**

Este trabalho avaliou as bases metodológicas para a racionalização do uso de energia elétrica e água para o abastecimento de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), atualmente em condições críticas de operação. Foi reconhecido que tal esforço requer um planejamento integrado tanto em termos de racionalização de energia elétrica quanto em água.

O estudo partiu da caracterização da RMSP, do sistema de abastecimento de água, das condições e limitações futuras de fornecimento. Analisou a viabilidade do deslocamento da operação de bombeamento para o horário fora da ponta. Avaliou as condições para o aumento da eficiência de motores e bombas, e os impactos da utilização de variadores de velocidade.

Também foram analisadas as causas do aumento da altura manométrica e a viabilidade econômica do investimento em aparelhos sanitários eficientes, sob o ponto de vista dos consumidores e das concessionárias de água e energia. Os impactos econômicos da redução do consumo de água e energia advindos de cinco cenários alternativos às projeções da SABESP, até o ano 2015, também foram estudados.

Foi analisado também o comportamento dos consumidores e as atitudes que influenciam decisões de conservação ou de investimento em tecnologias eficientes, e as barreiras a que estão sujeitos, que se impõem igualmente a outros agentes, tais quais: concessionárias, fabricantes, governo, agências de fomento e desenvolvimento, etc.

Finalmente, são propostos incentivos econômicos que contornem ou minimizem tais barreiras e os desafios enfrentados por desvios tarifários e diminuição de receita.

## 7.2 Conclusões

É importante notar que os dados de distribuição de consumo, vazões eficientes e convencionais, tarifas e custos de produção utilizados para as avaliações de consumo e econômicas, e projeções de demanda são estimados de outros países ou de valores médios, refletindo portanto uma aproximação da realidade. Neste sentido, os resultados apresentados no estudo de caso são uma aproximação do potencial atingível, não devendo ser levados à risca. Entretanto, providos os dados adequados a metodologia fornece resultados apropriados.

### *Conceituais*

As principais contribuições que se almejam neste trabalho são de ordem conceitual e metodológica. A proposição feita aqui trata da revolução paradigmática no planejamento dos recursos hídricos e projeção de demanda de água. Apresenta-se uma metodologia alternativa de projeção voltada para os usos finais do recurso, a qual permite analisar o modo como a água está sendo utilizada e as possibilidades de seu uso de forma mais racional. Uma projeção feita desta maneira desvincula o bem-estar do incremento do consumo de água per capita, verificado no paradigma convencional.

As consequências mais imediatas deste tipo de enfoque são: uma compreensão maior e melhor das variáveis que influenciam a demanda, minimização das incertezas inerentes ao processo de projeção e uma projeção de demanda mais intimamente relacionada com a realidade futura.

Os resultados obtidos nas projeções dos cenários propostos foram feitas a partir de dados disponíveis e servem mais como um modelo do que um retrato fiel da realidade futura. Isso deve-se à precariedade dos dados sobre a caracterização do uso de água, custos de produção e distribuição de água e estimativas dos preços incorridos. Entretanto, a comparação dos resultados com os resultados obtidos pelas projeções da concessionária de água da RMSP (SABESP) evidenciam que há um grande potencial de conservação a ser explorado.

### *Da Caracterização da RMSP*

A caracterização da RMSP foi feita quanto aos aspectos demográficos (área, população, densidade populacional, área sob a proteção aos mananciais, domicílios particulares permanentes), consumo de energia elétrica (total e para o abastecimento público), condições de abastecimento (vazão média diária tratada, número de ligações,

extensão total da rede) e de esgotamento (vazão média diária tratada, número de ligações, extensão total da rede), conforme as tabelas 7.1 a 7.3.

Tabela 7.1 - População, área, densidade demográfica, consumo de energia elétrica total e para abastecimento público de água: Estado, Região Metropolitana e Município de São Paulo (1991).

Região	Estado de São Paulo	Grande São Paulo	Município de São Paulo
População hab.		15417637	9626898
Área km <sup>2</sup>		8051	1509
Densidade demográfica hab./km <sup>2</sup>		1915	6380
Cons.En.Elétrica (GWh)	72632	35301	
Cons.En.Elétrica AES (GWh)	2144		

Fonte: CESP - Divisão de Estudos do Mercado de Energia apud Emplasa, 1992.  
Relatório da Eletrobrás 1991  
Dados preliminares do Censo 1991 apud EMPLASA, 1992.

Tabela 7.2 - Situação do Abastecimento de Água e Coleta de Esgoto, segundo os Municípios e Grande São Paulo 1991.

Municípios e Sub-regiões	Abastecimento de Água				Esgotamento Sanitário			
	Ligações		Extensão Total da Rede (em m)		Ligações		Extensão Total da Rede (em m)	
	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%	Nºs Abs.	%
São Paulo	1784636	63,9	15985673	58,1	1321957	69	11406908	67,1
Grande São Paulo (3)	2794211	100	27531235	100	1915559	100	17004341	100

Fonte: SABESP - Coordenadoria de Informações de Planejamento apud Emplasa, 1992.

Tabela 7.3 - Produção, Distribuição de Água Potável e Volume de Esgotos Tratados, para Sistemas Integrados, 1991 (RMSP).

	Jan/Dez 91	
	Volume (mil m <sup>3</sup> )	Vazão Média Diária (m <sup>3</sup> /s)
Municípios	1 557 241	49,35
Estações de Tratamento	187814	5,95

Fonte: SABESP - Departamento de Informações para Planejamento apud Emplasa, 1992.

Nota: (1) Guaianas, Rio

### *Dos métodos convencionais de projeção da demanda*

Levou-se em conta a projeção de demanda da população futura e o consumo percapita futuro. Foram avaliados os métodos de projeção populacional dos componentes demográficos e as aproximações matemáticas. O crescimento do consumo percapita é estimado com base na extrapolação da quantidade de água percapita necessária no passado, evidenciando a inter-relação entre o aumento do bem-estar e o aumento do consumo de água percapita.

As demandas projetadas, pelos estudos SABESP, propõem o aumento do índice de abastecimento e redução do índice de perdas, traçam projeções de crescimento populacional pelo método das componentes e estimam os crescimentos do consumo per capita para anos futuros.

A tabela 7.4 apresenta os índices de abastecimento e a projeção populacional total e a abastecida calculada pelo método dos componentes demográficos em termos da população inicial ( $P_0$ ), do crescimento vegetativo ( $N-M$ ) e do crescimento social ( $I-E$ ), segundo a equação:

$$P = P_0 + (N - M) + (I - E)$$

Tabela 7.4 - Projeção da população total, abastecida e índices de abastecimento global projetados para a RMSP

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
total	17691886	18903065	19692388	20171286	20401821
abastecida	16828671	18084854	18991125	19613661	20007531
índice de atendimento(%)	95.1	95.7	96.4	97.2	98.1

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

A estimativa do índice de perdas utilizada em uma das trajetórias acompanha as projeções da SABESP, no Sistema Adutor Metropolitano, 1995, conforme a tabela 7.5.

Tabela 7.5 - Índices de perdas adotados para o horizonte de projeção

	Ano				
	1995	2000	2005	2010	2015
Índice (%)	30%	28%	25%	23%	21%

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Os dados das tabelas anteriores foram utilizados na elaboração dos cenários de projeção. O SAM 75 estimou ainda um crescimento dos consumos por economia atingindo um valor máximo de 25 m<sup>3</sup>/s.

#### *Dos programas de conservação e experiências internacionais*

Observou-se a inexistência de um programa ou ação nacional voltado para a conservação de água de abastecimento público. Propôs-se a criação de um Programa Nacional de Conservação de Água de Abastecimento Público e Recursos Hídricos



(Programa CAPRHI), a partir de uma iniciativa similar à do PROCEL para a conservação de água a nível nacional. O êxito atingido em outros países no empreendimento e adoção de programas de conservação de água servem de motivação e de base de referência para a implantação de programas semelhantes na RMSP

A experiência internacional na criação, divulgação e implementação de normas de eficiência deve ser aproveitada no processo de implantação de normas similares no Brasil e em particular na RMSP. Observa-se que há grandes possibilidades de conservação de água e sistematização dos equipamentos derivado da adoção de normas de eficiência.

#### *Do Deslocamento da Operação para Fora do Horário de Pico*

Constatou-se a viabilidade econômica da operação do sistema com bombeamento fora do horário de pico, atingindo-se uma economia de US\$ 194/mês (US\$ 206/mês) para cada kW retirado da ponta, para a potência vendida em tensão A3a (A4), sob a tarifação horo-sazonal verde. Estes resultados são obtidos resolvendo as equações abaixo para tensões A3a e A4, respectivamente:

$$F_c - F_n = D_{for} * \{TD + TC * 576 - 1,17(TD_{for} + TC_{for} * 504)\}$$

A figura 7.1 mostra os investimentos necessários de aumento dos volumes de reservação das estações. Foi observado que os investimentos apresentam tempos de retorno simples inferiores a 18 meses, sendo que para as estações elevatórias com maior necessidade de reservação e para as quais maiores investimentos foram necessário encontraram-se TRS inferiores a 4 meses, conforme a figura 7.2.

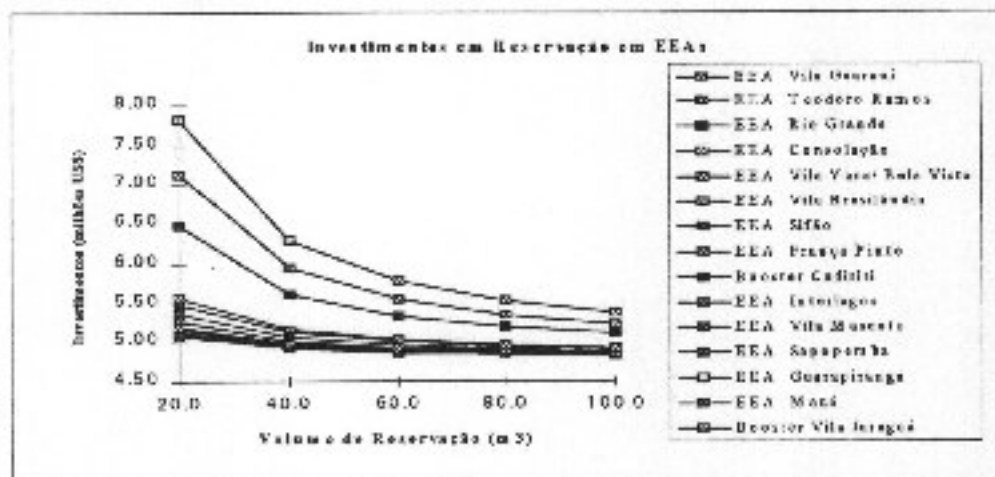


Figura 7.1 - Variação dos Investimentos em Reservação para as EAs da SABESP

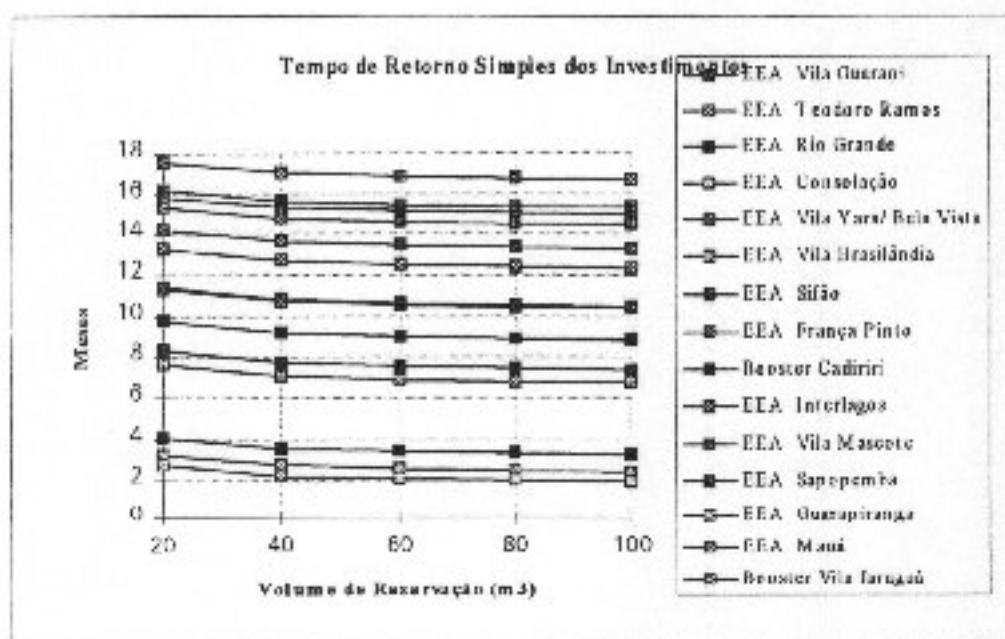


Figura 7.2 - Tempo de Retorno Simples dos Investimentos em Reservação para as EAs da SABESP

#### *Do Aumento da Eficiência do Conjunto Motor-Bomba*

O estudo sugere para o aumento da eficiência do motor que sejam feitas ações de minimização das perdas de energia no interior do motor; correções no fator de carga, correções no fator de potência, alterações da tensão de alimentação, além da adoção de motores eficientes, economicamente viáveis conforme os preços nacionais. A comparação entre motores convencionais e eficientes é feita na figura 7.3.

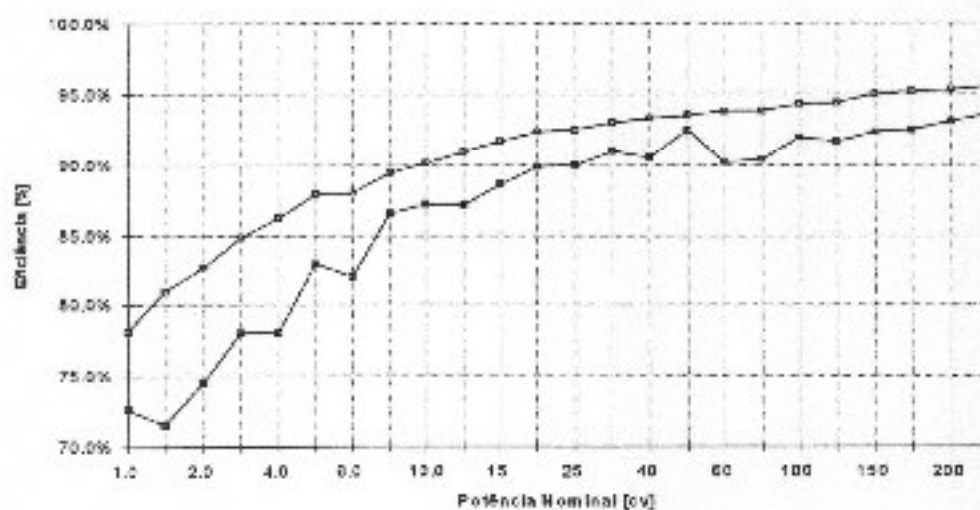
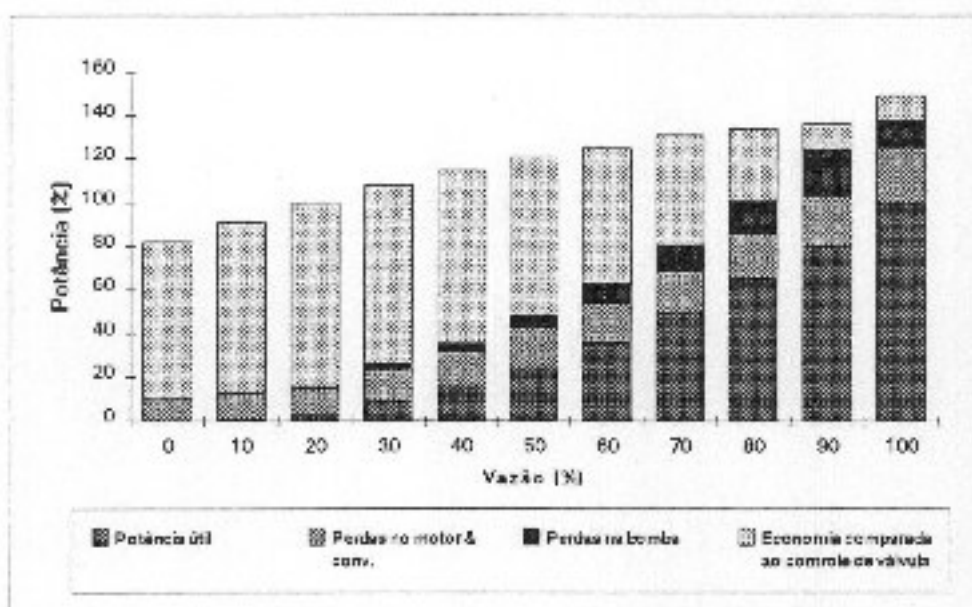


Figura 7.3 - Comparação da eficiência de motores convencionais e eficientes.

São avaliadas a relação da altura manométrica e vazão, e as condições ótimas da utilização de mais de uma bomba conforme a operação em série e em paralelo, para o aumento da eficiência da operação de bombas.

Avaliou-se também a utilização de variadores de rotação, como alternativa para a minimização de perdas na válvula, na bomba e no motor para a operação com estrangulamento do fluxo. A Figura 7.4. ilustra o impacto do uso de variadores de rotação para controle da vazão de uma bomba com carregamento variável. Pode-se observar que à medida que a vazão é restringida (diminui) as economias tomam-se maiores.



Fonte: Petola, 1991 apud Sauer & Lima, prelo

Figura 7.4 - Potência útil e perdas no conjunto motor-bomba devido à utilização de controlador de velocidade para controle de vazão.

#### *Da Redução da Altura Manométrica*

Avaliou-se que o revestimento da tubulação de recalque como forma de redução da altura manométrica é economicamente viável, quando comparado com a substituição, para diâmetros maiores de 150 mm. Outros fatores que também contribuem para a redução das alturas manométricas são o aumento do diâmetro da tubulação, a eliminação de ar em tubulações e a disposição das tubulações evitando ângulos retos.

### *Da Redução do Volume de Água Tratada*

A redução do volume de água tratada foi avaliada segundo a redução das perdas por distribuição e da redução do consumo domiciliar pela utilização de tecnologia de uso eficientes. No primeiro caso, estudou-se a variação do índice de perdas na RMSD e avaliou-se as ações direcionadas para a redução deste índice. No segundo, o consumo do setor residencial foi analisado, avaliando a estratificação das residências por tipo e faixa de consumo e os hábitos que determinam o consumo em cada ponto de uso.

### *Das Análises Econômicas*

A avaliação financeira dos investimentos em equipamentos disponíveis no Brasil mostrou que os investimentos feitos pela concessionária de energia, visando a escolha de tecnologias eficientes, ou substituição das convencionais por aquelas últimas, obtendo como retorno apenas a redução na energia consumida, são inviáveis, segundo todas as figuras de mérito, para todas as tecnologias avaliadas. A tabela 7.6 mostra os resultados das avaliações feitas para a concessionária de energia e evidencia a inviabilidade mencionada.

Tabela 7.6 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de energia.

	TRS	TRD	CAC	CCVAef.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac	72.1	193.1	0.60	19	18	-10.8%
WC - válvula	101.1	270.8	0.85	26	18	-13.0%
chuveiro	160.9	430.7	1.35	21	10	-15.8%
lavatório	418.8	1121.2	3.50	20	12	-21.0%
lava roupa	1056.5	2828.8	8.84	132	116	-25.5%
pia/louça/coção	171.3	458.6	1.43	16	13	-16.2%

Outro exemplo é dado na figura 7.5 onde pode ser observado dos resultados negativos da taxa interna de retorno a inviabilidade dos investimentos feitos pela concessionária de energia.

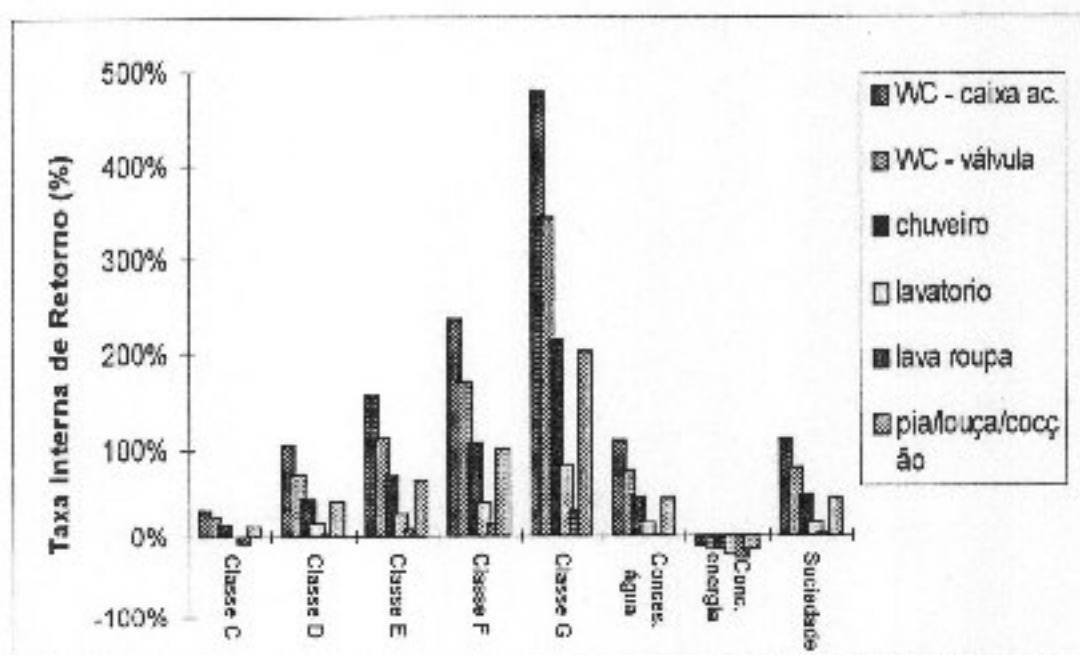


Figura 7.5 - Taxa interna de retorno dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários

Analogamente, observou-se que os investimentos feitos pela concessionária de água são viáveis, segundo todas as figuras de mérito, para todas as tecnologias, com exceção feita à substituição de máquinas de lavar roupas e lavatórios, em alguns casos. A tabela 7.7 mostra os resultados das avaliações feitas para a concessionária de água.

Tabela 7.7 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela concessionária de água

	TRS	TRD	CAC	CCVAcf.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac.	0.9	2.5	0.36	156	292	108.4%
WC - válvula	1.3	3.5	0.51	163	292	77.3%
chuveiro	2.1	5.5	0.81	161	219	48.5%
lavatório	5.4	14.4	2.10	29	48	17.8%
lava roupa	13.5	36.2	5.30	183	239	3.7%
pia/louça/coçção	2.2	5.9	0.86	34	85	45.6%

Os benefícios são acumulados para a sociedade como um todo. O reflexo das ações em conservação de água engloba tanto os benefícios observados para a concessionária de água quanto os benefícios para a concessionária de energia. A avaliação financeira do benefício para a sociedade foi calculada aqui e os resultados obtidos são mostrados na tabela 7.8. O capítulo seguinte aborda a questão dos benefícios para a sociedade avaliando os benefícios advindos dos programas propostos em comparação à metodologia convencional adotada.

Tabela 7.8 - Resultados da avaliação econômica para os investimentos feitos pela sociedade.

	TRS	TRD	CAC	CCVAef.	CCVAconv.	TIR
WC - caixa ac.	0.9	2.4	0.12	155	296	109.8%
WC - válvula	1.3	3.4	0.17	155	296	78.3%
chuveiro	2.0	5.4	0.28	150	222	49.2%
lavatório	5.3	14.2	0.72	21	48	18.1%
lava roupa	13.4	35.7	1.81	167	241	3.8%
pia/louça/cooção	2.2	5.8	0.29	31	86	46.2%

Na figura 7.6, pode-se observar que os custos da água conservada (CAC) de todos os aparelhos, menos a lavadora, para a concessionária de água são inferiores aos custos de produção adotados. Além disso, tem-se que os custos em máquinas de lavar roupa para todos os consumidores é extremamente alto. Apenas consumidores das classes F e G obtêm baixos custos para a conservação em lavadoras de roupa.

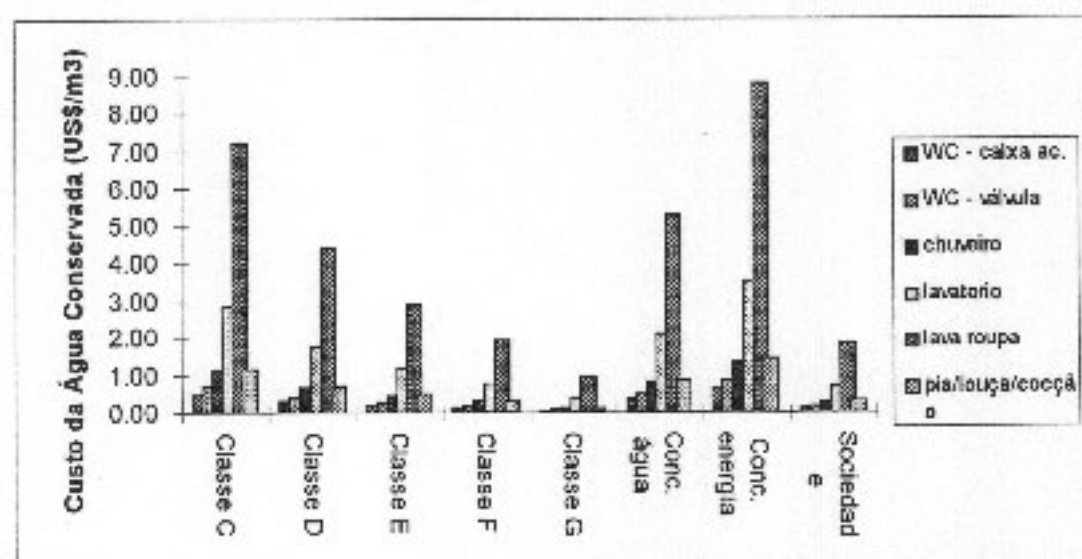


Figura 7.6 - Custo da água conservada para consumidores e concessionárias.

A viabilidade econômica da substituição de um equipamento convencional por outro eficiente, ou da escolha deste último varia para consumidores em faixas de consumo diferentes. Os consumidores das faixas de consumo mais altas apresentam melhores condições econômicas para realizar uma troca de equipamento

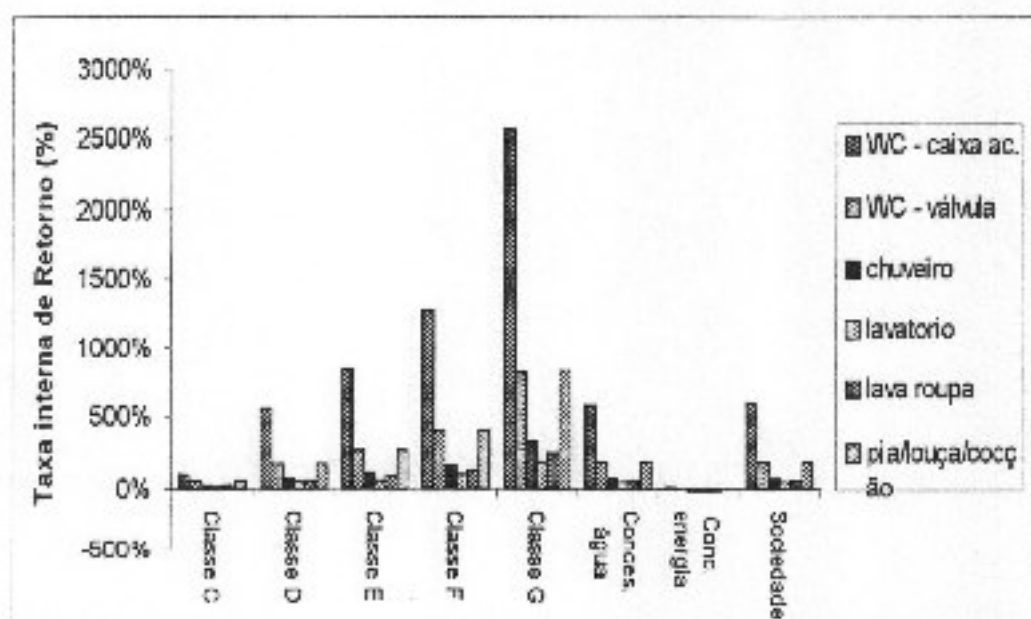


Figura 7.7 - Taxa interna de retorno dos investimentos na escolha de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.

Os resultados da avaliação financeira mostram que a escolha tem condições mais favoráveis que a substituição, devido ao investimento inicial necessário. Isso pode ser observado comparando-se a figura 7.7, acima, com a figura 7.5, onde as maiores taxas de retorno são encontradas para consumidores de maior consumo, e por valores maiores das taxas de retorno advindos da escolha de aparelhos sanitários.

Investimentos na escolha mostraram-se economicamente viáveis para todos os consumidores e para a concessionária de água, conforme a hierarquia seguinte: bacias sanitárias, torneiras de pia, chuveiros, lavatórios e lavadoras de roupa. Os investimentos de consumidores da classe C são inviáveis para lavatórios e lavadoras de roupa conforme os resultados observados na figura 7.8.

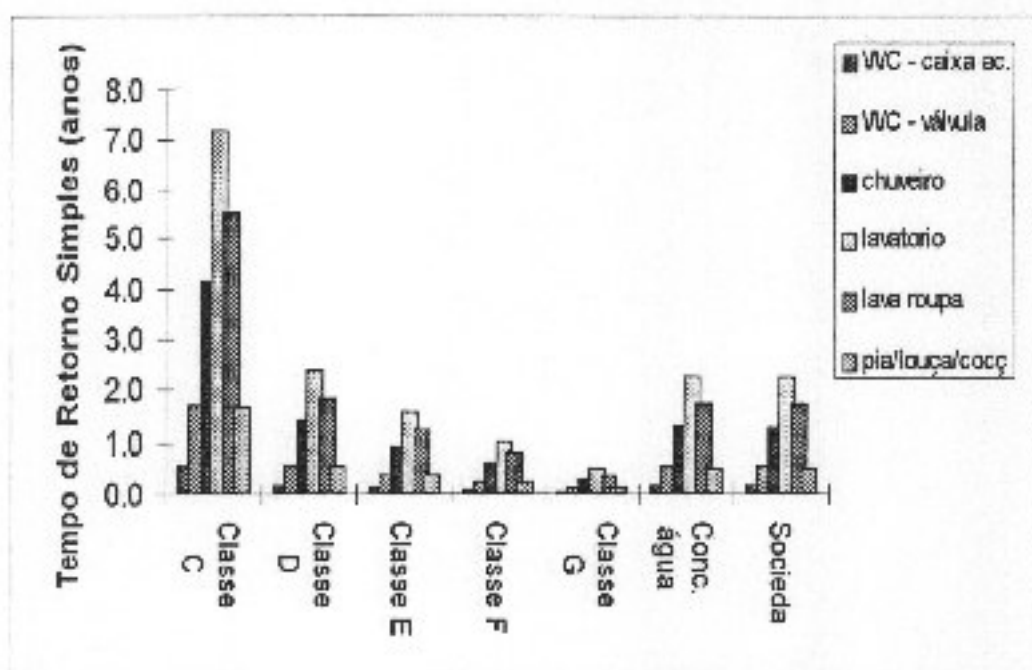


Figura 7.8 - Tempo de retorno simples dos investimentos na escolha de aparelhos sanitários para consumidores e concessionárias.

Investimentos na substituição de equipamentos que não lavadoras de roupa mostraram-se economicamente viáveis para os consumidores, em geral, para a concessionária de água e para a sociedade, conforme a hierarquia seguinte: bacias sanitárias, chuveiros, torneiras de pia, lavatórios e lavadoras de roupa. Sendo que consumidores da classe C não têm bons argumentos econômicos para o investimento em lavadoras de roupa, lavatórios e chuveiros, conforme observado na figura 7.9.

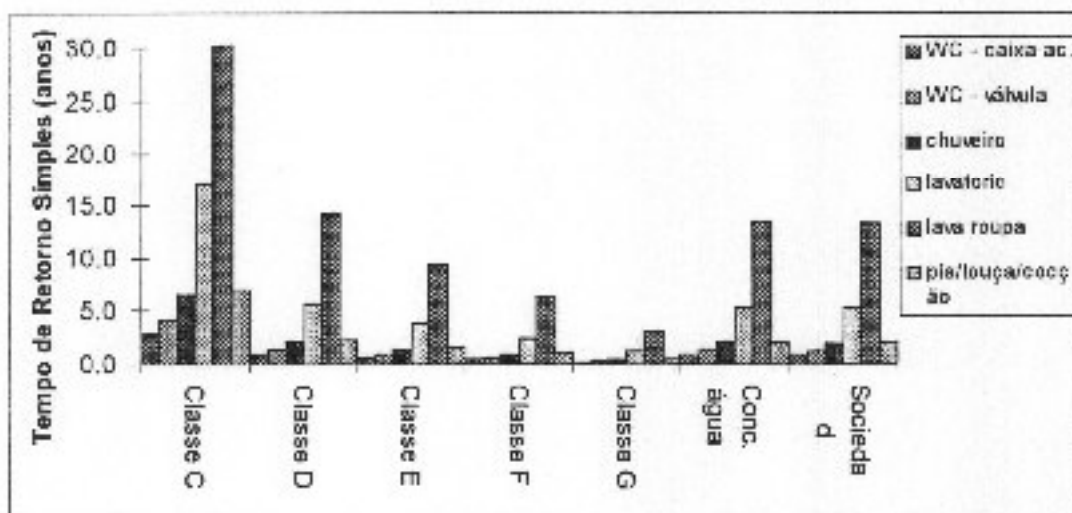


Figura 7.9 - Tempo de retorno simples dos investimentos em substituição de aparelhos sanitários para consumidores, concessionárias e sociedade.



Os resultados obtidos mostram que apesar do elevado preço dos produtos eficientes das marcas estão disponíveis no mercado, comparado aos preços dos aparelhos das demais marcas, investimentos feitos na substituição dos aparelhos convencionais são economicamente viáveis. Os resultados para a concessionária de água foram positivos na maioria dos casos, fator importante para o fomento de programas de substituição financiados por ela.

### *Da projeção de Demanda*

A projeção de demanda partiu da base de consumo adotada no Sistema Adutor Metropolitano de 1995, cujos dados são referentes ao mês de fevereiro de 1994 (tabela 7.8). A composição da demanda deve considerar os índices de participação do consumo avaliado. Neste sentido, a tabela 7.9 apresenta os índices adotados.

Tabela 7.8 - Consumo por categoria de consumidores da rede pública da RMSP

Categorias	Número de economias		Consumo medido (m <sup>3</sup> /mês)		Consumo/economia m <sup>3</sup> /mês
	Total	%	Total	%	
Residencial	3225456	89.05	57993394	84.46	17.98
Comercial	355668	9.82	7351378	10.71	20.67
Industrial	31351	0.87	1627980	2.37	51.93
Público	9518	0.26	1694585	2.47	178.04
Total	3621993	100	68667337	100	18.96

Fonte: Sistema Adutor Metropolitano, 1995 (SAM 75)

Tabela 7.9 - Composição dos índices adotados para a participação do consumo na rede pública da RMSP

consumo interno avaliado (cocção 1%)	99.0%
consumo residencial avaliado	89.0%
consumo setor residencial	84.5%
consumo total setorial operado	85.1%
consumo total operado e não operado	70.0%
demanda total (inclui perdas)	tabela 7.5

A comparação da demanda prevista pelos estudos da SABESP evidenciou uma tendência clara de superdimensionamento da demanda nas projeções realizadas. Os estudos mais recentes geralmente corrigem as previsões anteriores obtendo demandas futuras menores, e mais próximas das demandas efetivamente atendidas pela empresa.

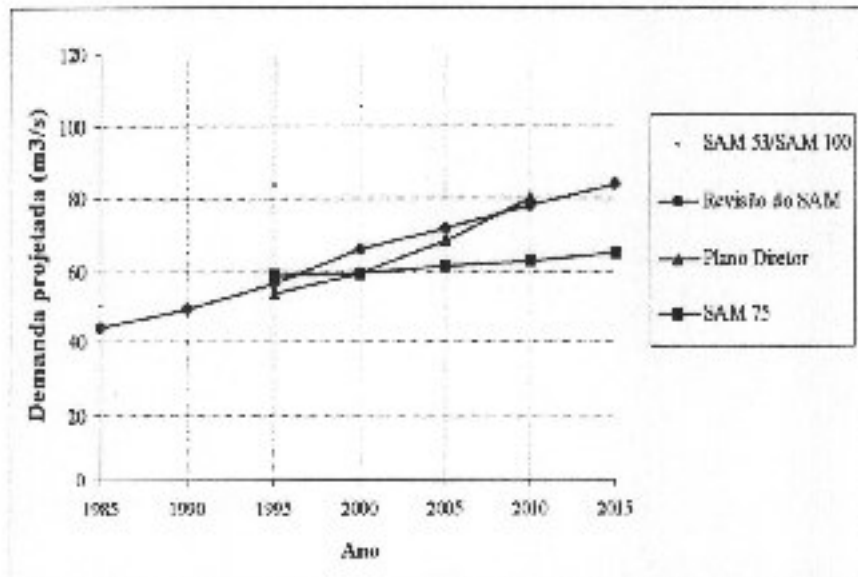


Figura 7.10 - Comparação das demandas projetadas em estudos da SABESP.

Observou-se que o índice de perdas é uma variável de extrema importância na projeção. As reduções propostas para o índice de perdas são mais representativas que algumas medidas de conservação propostas. A redução do índice de perdas deve ser a primeira atitude tomada no sentido de minimização do volume de água bombeada. Não foram feitos, entretanto, maiores estimativas dos custos associados à redução das perdas.

A projeção do SAM 75 considera o consumo por economia crescente ao longo do tempo, ainda que numa taxa mais moderada. Isso coloca em evidência o paradigma convencional do vínculo entre o bem-estar e a quantidade de água consumida.

Tabela 7.10 - Demanda Total de água (m³/s) por cenário - índice de perdas variável.

	Base	Ano projetado			
	1995	2000	2005	2010	2015
Revisão do SAM	57	66	72	78	84
Plano Diretor	54	60	69	80	
SAM 75	59	60	61	63	65
Congelado	59.7	55.9	55.4	55.6	55.1
Substituição	59.7	54.4	54.0	54.1	53.7
Efic. Novas	59.7	53.9	52.6	52.0	51.2
Combinado	59.7	52.2	51.0	50.4	49.6
Antecipatório	59.7	51.3	48.8	46.8	44.9

As demandas projetadas são apresentadas na tabela 7.10 uma comparação pode ser também visualizada na figura 7.11. No cenário de eficiência congelada atingiram 55,1 m³/s, acompanhando, de certa forma, o crescimento projetado pelo SAM 75, de 65 m³/s,

mas obtêm resultados menores por não considerar o crescimento da demanda per capita ao longo do período de projeção.

O cenário de substituição avaliou a ação da utilização de tecnologias eficientes em 10% das economias das classes C e D, que representam cerca de 5,7% do consumo de água residencial, obtendo uma redução de 2,8% (1,5 m<sup>3</sup>/s) sobre o consumo total do setor (55,1 m<sup>3</sup>/s). O cenário de implantação de normas de eficiência avaliou uma redução de 7,3 % (4,0 m<sup>3</sup>/s) sobre o consumo total do setor (55,1 m<sup>3</sup>/s).



Figura 7.11 - Comparação das demandas de água (m<sup>3</sup>/s) de vários estudos e a projeção por cenários - índice de perdas variável.

O cenário combinado obtém uma redução de 5,5 m<sup>3</sup>/s das ações combinadas dos cenários anteriores, ou cerca de 10% de redução frente ao cenário congelado. O cenário antecipatório estima uma redução de 5% frente ao consumo atual. Este cenário obtém como resultado uma redução de 10,2 m<sup>3</sup>/s ou 18,5% de redução frente ao consumo congelado de 2015.

As tabelas 7.11 e 7.12, a seguir, fornecem os resultados das quantidades de água e energia conservados a cada cinco anos para cada cenário projetado. As comparações são feitas tendo como referência o cenário de eficiência congelada.

Tabela 7.11 - Quantidade de Água Conservada (M m<sup>3</sup>/ano).

	Substituição	Efic. Normas	combinado	Antecipatório
2000	29	40	74	90
2005	29	57	89	133
2010	29	71	103	175
2015	29	79	110	204

Tabela 7.12 - Eletricidade Conservada equivalente à água conservada(GWh/ano).

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	17	24	44	54
2005	17	34	53	80
2010	17	43	62	105
2015	17	47	66	123

### Do Potencial de Racionalização

Os resultados dos benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) são dados na tabela 7.13 e a evolução destes valores pode ser visualizada na figura 7.12.

Tabela 7.13 - Benefícios quinquenais obtidos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	302	598	968	1177
2005	421	844	1321	1897
2010	423	1056	1521	2524
2015	421	1174	1627	2981

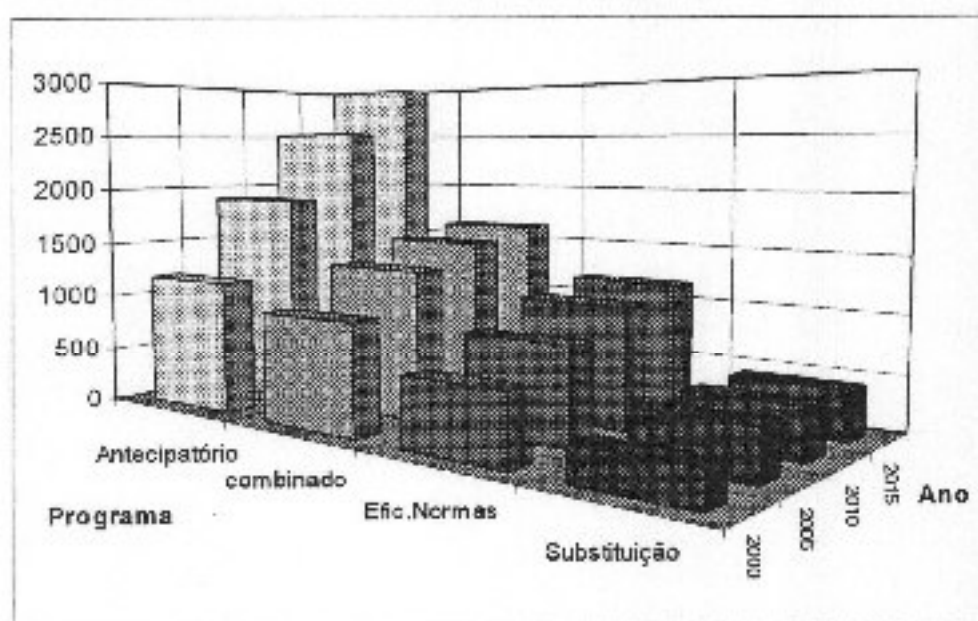


Figura 7.12. - Benefícios quinquenais obtidos por tipo de programa de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

No cenário substituição de tecnologias foram promovidas reduções de cerca de 1,5 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 428 milhões a valor presente. No

cenário de implantação de normas de eficiência onde atua-se sobre as novas economias construídas em todas as faixas de consumo residencial, observou-se reduções de cerca de 4,0 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de aproximadamente US\$ 925 milhões a valor presente. No cenário combinado, a composição das reduções acima promoveu reduções da ordem de 5,5 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 1421 milhões a valor presente. No cenário antecipatório promoveu-se reduções da ordem de 10,2 m<sup>3</sup>/s até o ano 2015, e um benefício de US\$ 2049 milhões a valor presente. A atuação se deu em cerca de 200 a 300 mil residências a cada quinquênio. A tabela 7.14 mostra os benefícios decorrentes das projeções realizadas a valores presentes.

Tabela 7.14 - Benefícios quinquenais, a valor presente, oriundos dos programas de conservação (M US\$/5 anos) - índice de perdas variável.

	Substituição	Efic.Normas	combinado	Antecipatório
2000	171.5	339.2	549.5	668.1
2005	135.7	271.7	425.4	610.6
2010	77.3	192.9	277.9	461.2
2015	43.6	121.7	168.7	309.0
total	428.1	925.5	1421.5	2048.9

Os resultados mostram que uma redução de 2,8% a 18,5% nos consumos totais projetados para o ano de 2015 é possível. Foi observada também a obtenção de recursos, variando de US\$ 428 milhões a US\$ 2049 milhões, a valor presente, advindos da implantação dos programas de conservação propostos e, conseqüentemente, da economia de água e energia.

Os valores anteriores podem ser comparados com os investimentos previstos pela SABESP, conforme a tabela 7.15. Observa-se que os recursos possíveis de obter com programas de conservação representam volume considerável para a manutenção do sistema atualmente existente, diminuindo o volume de perdas físicas, e o investimento em novas adutoras flexibilizando ainda mais o sistema de distribuição.

Tabela 7.15 - Estimativa dos custos das obras de adução e reservação de três cronogramas de investimentos (M US\$)

	Valor Presente A	Valor Presente B	Valor Presente C
2000	43398	49717	54366
2005	20343	0	1660
2010	7145	2801	4286
2015	422	5765	0
total	71308	58283	60312

Fonte: SAM 75.

Conclui-se a partir do que foi exposto acima que as possibilidades de conservação de recursos são significativas, além de economicamente viáveis promovem o uso racional de recursos escassos. Consequências da implementação de programas de conservação de água incorrem na postergação de grandes investimentos em expansão no sistema de captação, tratamento adução e distribuição de água, na redução do consumo de energia e de químicos, na redução dos gastos operacionais e na redução dos danos causados ao meio ambiente. Todos estes impactos evidenciam os benefícios possíveis da adoção de medidas de conservação para a sociedade e consumidores de uma forma geral.

#### *Do Comportamento do Consumidor*

Já que os consumidores não adotam espontaneamente medidas de conservação auto-restritivas são necessários estímulos ou motivações para tal comportamento. A "responsabilidade" foi o melhor indicador isolado da propensão à adoção de medidas encontrado, sendo que a "tomada de conhecimento" mostrou-se como a principal condição para que a responsabilidade fosse assumida.

As mudanças de hábito são caracterizadas por comportamentos repetitivos ao longo do tempo. Elas requerem um esforço e compromisso contínuos, ou seja, uma mudança no estilo de vida, para isso são essenciais a comunicação persuasiva e personalizada. As mensagens devem ser claras, justas e devem captar a atenção do consumidor, dando ênfase às consequências da não adoção das medidas. Apesar de serem inconvenientes mudanças de hábito têm a vantagem de requerem pouco ou nenhum investimento financeiro.

A adoção de tecnologias de baixo consumo caracterizam-se por um comportamento não repetitivo, definido pela ação única de desembolso num determinado momento, para tal devem ser divulgadas as vantagens advindas da adoção destas tecnologia

#### *Das Barreiras às Medidas de Conservação*

Observa-se que elas são caracterizadas como originárias da: ignorância, sensibilidade ao custo inicial, indiferença, desamparo, incerteza e herança da ineficiência. Observa-se que as barreiras enfrentadas no Brasil são típicas da ignorância, impacto dos custos iniciais, herança da ineficiência, indiferença dos mais ricos e desamparo enfrentado pelas dificuldades de encontrar as tecnologias

Para as concessionárias de água destacam-se as barreiras de obsessão pelo fornecimento, de falta de legislação apropriada que retorne os investimentos em

conservação e de falta de recursos econômicos. Para o governo destacam-se as barreiras de desinteresse e de pequena capacitação técnica.

As barreiras devem ser dimensionadas e suas inter-relações analisadas para que sejam enfrentadas com um conjunto de medidas efetivas capazes de superá-las. A combinação de medidas de conservação aumenta as chances da efetividade das melhorias de eficiência almejadas.

### *Das Campanhas de Conservação*

O ideal é a combinação dos enfoques de conciliação da informação provida pelas campanhas publicitárias e a motivação dos consumidores fomentada pelas campanhas de incentivo/desincentivo. As campanhas serão tão mais eficientes quanto mais próximas forem do comportamento dos usuários as informações. Estas devem capturar a atenção do consumidor devendo ser verídicas, concretas e personalizadas, incluindo casos vividos por pessoas próximas semelhantes ao receptor da informação; as informações têm que ser lembradas, devendo provir de fonte com credibilidade; e as medidas devem ser percebidas como equitativas e justas.

### *Das Incentivos Econômicos para Conservação*

O reconhecimento de que a água é um bem e que os consumidores individuais têm acesso total à informação é crucial para que as decisões individuais da quantidade de água consumida sejam apropriadas dadas as limitações de renda.

É importante notar que a efetividade de políticas de conservação evidenciam falhas de mercado, isso se deve às barreiras anteriormente colocadas de falta de informação, vícios e outros.

Dentre os incentivos econômicos para o gerenciamento da demanda e para a conservação encontram-se a redução dos investimentos em expansão da capacidade, redução dos custos de bombeamento, tratamento e operação, redução da quantidade de químicos utilizados.

Há incentivos econômicos que trazem benefícios tanto para os consumidores quanto para as concessionárias como: ganhos partilhados, receita de estabilização, retorno dos investimentos em conservação por meio das tarifas, empréstimos a juros baixos aos consumidores, maiores taxas de retorno a investimentos em conservação e redução de impostos sobre tecnologias eficientes.

A sinalização dada pela tarifação deve refletir os custos reais de produção do recurso. O preço adequado para uma determinada quantidade de água ofertada é dado pela interseção da curva de custos marginais com a curva de demanda. Preços diferentes causam desequilíbrios entre oferta e demanda.

Os preços devem ser flexíveis para acomodarem as variações dos custos marginais a curto prazo, altos custos de fornecimento de capacidade adicional no pico de verão, ou a longo prazo, incremento na demanda e aproveitamentos mais caros.

### 7.3 Recomendações

#### *Das Recomendações para a Concessionária de Água*

Das análises econômicas observa-se que todos os investimentos realizados pela concessionária de água são economicamente viáveis. Do potencial de racionalização observa-se que há grandes possibilidades de conservação do recurso sendo necessárias ações concretas neste sentido.

Observa-se também que a concessionária de água é o grande agente envolvido na consolidação das ações apresentadas. Devido à viabilidade encontrada e à representatividade do seu papel conclui-se que a participação da concessionária na proposição, dimensionamento e implementação de programas de conservação deve ser amplificada. A concessionária deve exercer um papel mais dinâmico e arrojado, estabelecendo programas e metas, que constem de seu programa de expansão.

Paralelamente, deve lutar por incentivos fiscais e legais voltados para conservação, bem como, deve procurar parceria junto à iniciativa privada para divulgar suas propostas e derrubar as barreiras existentes, ou junto aos fabricantes para a compra de lotes de equipamentos eficientes a menor preço.

A experiência no setor elétrico mostra que o papel da concessionária, na viabilização da conservação, seja de energia elétrica seja de água, é de importância fundamental. Para tal é necessário que a concessionária revise sua missão, inclua novas metas abrangendo a preocupação com a conservação e, principalmente, com sua verdadeira missão que é servir a população da melhor forma possível e não apenas vender água.

#### *Das Recomendações para a Concessionária de Energia*

Em termos das ações de gestão propostas observa-se que a concessionária de energia elétrica é beneficiada pela remoção da demanda de energia da ponta do sistema.



A redução do consumo de energia para volumes menores de água abastecida também reverte positivamente para a concessionária de energia. Entretanto, não há viabilidade econômica para que a concessionária faça o investimento em tecnologias eficientes para os consumidores residenciais beneficiando-se apenas das reduções de energia atingidas.

Outra questão é um fator conjuntural de interesse da concessionária de energia: a frequente inadimplência das concessionárias de água. A redução do consumo de energia elétrica minimiza os impactos de tal condição.

### *Das Recomendações para a Sociedade*

É preciso que os equipamentos eficientes colocados no mercado passem por testes padronizados que garantam as características especificadas pelos fabricantes. Para tal é necessário a padronização dos testes e criação de órgãos certificadores que avaliem estes equipamentos.

A atual inexistência de uma regulamentação, que incentive a conservação de recursos através de mecanismos econômicos capazes de tornar a alternativa em conservação um investimento remunerável para as concessionárias, impossibilita a ação por parte delas em investimentos deste tipo. A conservação de água sem tais mecanismos implicaria redução do faturamento das concessionárias, um empecilho para a verificação das vantagens econômicas analisadas.

Identificou-se ao longo do estudo várias dificuldades/barreiras existentes para a promoção do uso racional de água e energia no abastecimento público. Dentre estas pode-se citar a inexistência de códigos de eficiência que especifiquem vazões máximas para cada tecnologia, tornando mandatário o uso de equipamentos eficientes e fornecendo sinalização adequada quanto ao uso do recurso. O potencial de conservação de água atingível, bem como a relação custo benefício advinda da utilização de tais normas demonstra a urgência de sua implementação.

### *Das Recomendações para Trabalhos Futuros*

A dificuldade gerada pela escassez de dados sinaliza a necessidade do conhecimento da distribuição do consumo de água por uso final. Portanto, deve-se fazer um estudo de caracterização do consumo por tipo de habitação, estrato de consumo, faixa de renda, tecnologia utilizada, etc., sem a qual estratégias de conservação não podem ser realisticamente delineadas.

Outra necessidade é a criação de uma base de dados das tecnologias convencionais e eficientes utilizadas e disponíveis nas várias regiões do país.

Possibilitando a comparação das tecnologias em uso e caracterização das alternativas possíveis.

Outras medidas não analisadas aqui com impactos positivos na conservação de água, mereceriam estudos mais detalhados. Assim é o caso das perdas físicas de água por vazamentos no sistema de distribuição; micromedição; aproveitamento de água disponível da chuva para uso em bacias sanitárias, rega de jardins, lavagem de carros, etc.; informação e educação dos consumidores; treinamento técnico; auditoria residencial; e incentivos econômicos para consumidores de baixa renda.

**ANEXOS**

**ANEXO A**  
**REVISÃO DA NBR-5626**

## Instalação predial de água fria

### Economia de água e conservação de energia

#### 1 Generalidades

1.1 O projeto da *instalação predial de água fria* deve ser elaborado de modo a implicar no uso mais eficiente possível da água e energia nela utilizadas. Usualmente, este princípio implica na redução do consumo de água e energia a valores mínimos necessários e suficientes para o bom funcionamento da instalação e para satisfação das exigências do *usuário*.

#### 2 Pressão excessiva

2.1 A pressão hidráulica excessiva na *peça de utilização* tende a aumentar desnecessariamente o consumo de água. Em condições dinâmicas, o valor das pressões nestas peças deve ser controlado para resultar próximo ao mínimo necessário.

#### 3 Extravasão não perceptível

3.1 As *tubulações* de aviso dos reservatórios e outros *componentes* devem ser posicionadas de modo que qualquer escoamento ocorra em local e de forma prontamente constatável.

#### 4 Impermeabilização

4.1 Todo lago, tanque, chafariz ou espelho que utilize água no seu enchimento ou mesmo para funcionamento de alguma parte deve receber revestimento impermeabilizante específico, principalmente quando a água é proveniente da *concessionária*.

#### 5 Descarga em bacias sanitárias

5.1 As caixas e válvulas de descarga usualmente empregadas em bacias sanitárias devem atender às normas correspondentes: **NBR 11852** para caixa de descarga e **NBR 12904** para válvula de descarga, principalmente no que se refere à vazão de regime e ao volume de descarga.

5.2 Na versão revisada da **NBR 6452**, a entrar em breve em vigor, as bacias sanitárias serão classificadas em três tipos de acordo com o volume de água consumida por descarga. Desta forma os fabricantes informarão a faixa de consumo para cada modelo de bacia que fabriquem. Recomenda-se a escolha do tipo de menor consumo respeitadas limitações dadas pelos aspectos culturais.

#### 6 Descarga em mictórios

6.1 O sistema de limpeza de mictórios deve ser projetado levando-se em conta o seu desempenho e a eficiência no uso da água. O conhecimento da distribuição de frequência de uso e do tipo de *usuário* são elementos necessários à definição do sistema de limpeza a ser adotado. O sistema de

limpeza pode ser automático, operado ou misto. Os valores de volume, vazão e frequência de descarga são, em geral, função do grau de limpeza desejada segundo o tipo de *aparelho sanitário* usado.

6.2 Em situações onde há um número significativo de mictórios, é recomendável que a limpeza seja efetuada através de sistema automático de descarga ajustado para fornecer não mais de 2,5 L por descarga em mictórios individuais ou a cada 70 cm de comprimento em mictório tipo calha. Em sistema de limpeza automático que utiliza caixas de descarga apropriadas a vazão de alimentação do sistema deve ser estabelecida de modo que ocorram no máximo 2 a 3 descargas por hora em situações de baixa e média frequência de uso. Na alimentação do sistema deve ser instalado um registro de fechamento comandado por um temporizador, ou outro dispositivo capaz de fechar automaticamente a entrada da água quando o prédio não estiver sendo usado. No caso de mictório de uso menos intenso ou onde seja possível contar com uma correta operação por parte do *usuário*, a limpeza através de sistema não automático, acionada pelo próprio *usuário* sempre que necessária, poderá resultar em economia de água se cada mictório for utilizado com frequência de descarga maior ou igual àquela que se verificaria no caso de sistema automático.

6.3 Atenção especial deve ser prestada às situações de não utilização ou de baixa frequência de utilização de mictórios evitando-se o desperdício de água através de sistemas de limpeza automáticos ou mistos. Em particular destacam-se os seguintes períodos de não utilização: período noturno, finais de semana, época de férias, faixas de utilização entre horários de pico e outros.

## 7 Torneiras e válvulas de fechamento automático

7.1 Estes *componentes* não devem originar choques mecânicos durante o funcionamento e não devem apresentar vazamentos ao fechar. Devem ser utilizados apenas em situações onde a inspeção regular e a manutenção possam ser asseguradas para evitar que falhas de funcionamento levem a eventual desperdício de água.

## 8 Arejadores para torneiras

8.1 O arejador instalado na saída de uma torneira possui orifícios na sua superfície lateral que permite a entrada de ar durante o escoamento da água e dá ao usuário a sensação de uma vazão maior do que é na realidade. A NBR 10281 estabelece como limite de vazão para torneira com arejador um valor mínimo igual a 50% do valor de vazão para o mesmo tipo de torneira sem arejador. Atenção especial deve ser prestada com a informação do fabricante quanto à pressão mínima da água para garantir o funcionamento adequado do arejador. Deve-se observar que há modelos de torneira cujo dispositivo instalado na sua saída funciona apenas como concentrador de jato, não como arejador.

## 9 Lavadoras domésticas

9.1 A escolha de lavadoras domésticas de prato e de roupa deve ser feita com base nas definições de projeto quanto aos tipos de lavadoras possíveis de serem instaladas tendo em vista as características da *instalação predial de água fria*. Basicamente devem ser verificadas as vazões necessárias e a faixa de volumes para adequada operação das lavadoras.

9.2 Considerando que o consumo nas lavadoras pode atingir valores elevados e visando o melhor aproveitamento da água e energia, recomenda-se que a escolha das mesmas seja feita com base no seu consumo de água por ciclo completo de funcionamento e na adequação dos seus recursos face ao tipo de utilização previsto.

## 10 Bombeamento de água

10.1 Em *instalações elevatórias do tipo de abastecimento* direto o consumo de energia elétrica pode ser minimizado mediante o aproveitamento racional das condições de pressão da água disponível na *fonte de abastecimento*. No caso de abastecimento a partir da rede pública as informações necessária podem ser obtidas junto a *concessionária* (ver 5.1.3.2).

10.2 O consumo de energia em *instalações elevatórias* pode ser minimizado através de uma correta escolha da bomba observando-se o tipo e características de desempenho segundo os condicionantes de projeto. Ainda no que concerne a economia de energia deve-se considerar que o consumo de energia elétrica nos motores de bombas hidráulicas é função da potência demandada e do tempo de utilização. No computo da potência deve-se ter em conta que na partida os motores elétricos demandam uma corrente elétrica superior à de regime, daí decorrendo uma maior potência consumida e, portanto, consumo de energia superior quando comparado com a situação de regime.

## 11 Chuveiro elétrico

11.1 O consumo de energia elétrica depende basicamente da potência elétrica e da duração do banho. A potência do chuveiro é escolhida em função da vazão e da elevação de temperatura desejada. A PB-1545 estabelece que o fabricante de chuveiros deve informar o consumo mensal mínimo e o consumo mensal máximo de energia elétrica por pessoa.

## Dimensionamento das tubulações

### 1 Generalidades

1.1 Cada *tubulação* deve ser dimensionada de modo a garantir abastecimento de água com vazão adequada sem incorrer no superdimensionamento.

### 2 Vazões nos pontos de utilização

2.1 A *instalação predial de água fria* deve ser dimensionada de modo que a *vazão de projeto* estabelecida na Tabela 1 seja disponível no respectivo *ponto de utilização* se apenas tal ponto estiver em uso.

2.2 A *rede predial de distribuição* deve ser dimensionada de tal forma que no uso simultâneo provável de dois ou mais *pontos de utilização* a *vazão de projeto* estabelecida na Tabela 1 seja plenamente disponível. No caso de funcionamento simultâneo não previsto pelo cálculo de dimensionamento da *tubulação*, a redução temporária da *vazão*, em qualquer um dos devidos *pontos de utilização*, não deve comprometer significativamente a satisfação do *usuário*. Especial atenção deve ser dada na redução da *vazão* em *pontos de utilização* de água quente provocada por *vazão* simultânea acentuada em *ramal de água fria* do mesmo sistema, afetando a temperatura da água na *peça de utilização* de água quente ou de mistura de água quente com *água fria*. Para tanto, recomenda-se, projetar e executar sistemas independentes de distribuição para instalações prediais que utilizam *componentes* de alta *vazão*, como por exemplo a válvula de descarga para bacia sanitária. A mesma recomendação se aplica para *tubulações* que alimentam aquecedores (ver item 5.2.7.5).

### 3 Vazões no abastecimento de reservatório

3.1 Nos *pontos de suprimento* de reservatórios, a *vazão de projeto* deve ser determinada dividindo-se a capacidade do reservatório pelo tempo de enchimento. No caso de edifícios com pequenos reservatórios individualizados, como é o caso de residências unifamiliares, o tempo de enchimento deve ser menor do que uma hora. No caso de grandes reservatórios, o tempo de enchimento pode ser de até 6 horas, dependendo do tipo de edifício.

### 4 Velocidade máxima da água

4.1 As *tubulações* devem ser dimensionadas de modo que a velocidade da água em qualquer trecho de *tubulação* não atinja valores superiores a 3 m/s.

### 5 Pressões mínimas e máximas

5.1 Em condições dinâmicas (com escoamento), a pressão da água nos *pontos de utilização* deve ser estabelecida de modo a garantir a *vazão de projeto* indicada na Tabela 1 e o bom funcionamento da *peça de utilização* e *aparelho sanitário*. Em qualquer caso a pressão não deve ser inferior a 10 kPa, com exceção do ponto da caixa de descarga onde a pressão pode ser menor do que aquele valor, até um mínimo de 5 kPa, e do ponto da válvula de descarga para bacia sanitária onde a pressão não deve ser inferior a 15 kPa.

5.2 Em qualquer ponto da *rede predial de distribuição* a pressão da água em condições dinâmicas (com escoamento) não deve ser inferior a 5 kPa.

5.3 Em condições estáticas (sem escoamento), a pressão da água em qualquer ponto de utilização da *rede predial de distribuição*, não deve ser superior a 400 kPa.

5.4 Sobrepressões devidas a transientes hidráulicos, como aquele provocado pelo fechamento da válvula de descarga, são admitidas desde que não superem o valor de 200 kPa.

### 6 Dimensionamento da *rede predial de distribuição*



6.1 O dimensionamento das *tubulações da rede predial de distribuição* deve ser efetuado com base em reconhecido procedimento de cálculo, como aquele recomendado no Anexo A.

Tabela 1 - Vazão nos pontos de utilização identificados em função do *aparelho sanitário* e da peça de utilização

<i>Aparelho sanitário</i>	<i>Peça de utilização</i>	<i>Vazão de projeto (L/s)</i>
Bacia sanitária	Caixa de descarga	0,15
	Válvula de descarga	1,70
Banheira	Misturador (água fria)	0,30
Bebedouro	Registro de pressão	0,10
Bidê	Misturador (água fria)	0,10
Chuveiro ou ducha	Misturador (água fria)	0,20
Chuveiro elétrico	Registro de pressão	0,10
Lavadora de pratos ou de roupas	Registro de pressão	0,30
Lavatório	Torneira ou misturador (água fria)	0,15
Mictório cerâmico	com sifão integrado	Válvula de descarga
	sem sifão integrado	Caixa de descarga, registro de pressão ou válvula de descarga para mictório
Mictório tipo calha	Caixa de descarga ou registro de pressão	0,15 por metro de calha
Pia	Torneira ou misturador (água fria)	0,25
	Torneira elétrica	0,10
Tanque	Torneira	0,25
Torneira de jardim ou de lavagem em geral	Torneira	0,20

**ANEXO B**  
**PLANILHAS DE CÁLCULO**

Dados de Consumo (KW) e Demanda (KW) médias mensais dos (delas) elevadores de Água e Esgoto.

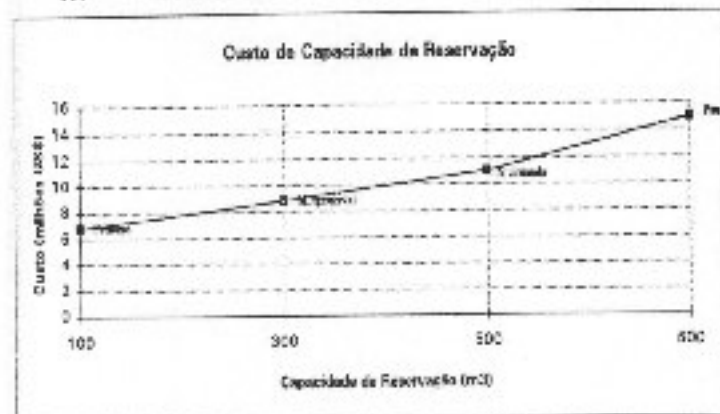
	Demanda (KW/mês)		Consumo (KW/mês)		Percentual médio do Total de consumo em	Águas Residuais
1 EEA Ocoão	313	3,38%	10731	0,23%	11,0	
2 EEA Via Melóides	125	1,17%	39025	0,09%	10,3	
3 EEA Via do Esporte	185	1,94%	60915	0,14%	10,6	
4 EEA Arça	192	2,05%	60708	0,14%	10,6	
5 EEA Lago	293	3,15%	96111	0,20%	10,6	
6 EEA Jardim Papázar	268	2,85%	80101	0,18%	11,0	
7 EEA Anália	148	1,57%	47163	0,10%	10,9	
8 EEA Ingevi	136	1,45%	40357	0,09%	8,3	
9 EEA Jaquequacatão	171	1,81%	50738	0,10%	15,7	
10 EEA Anacolopólis	366	3,91%	107708	0,23%	14,1	
11 EEA Via Roma	304	3,25%	94300	0,20%	15,7	
12 EEA Arca Abreu	378	4,04%	120718	0,26%	14,8	
13 EEA Nova Pampolli	191	2,03%	59708	0,13%	15,8	
14 EEA Estrada Matarazzo	157	1,67%	51230	0,11%	18,9	
15 EEA Forno de Vinte e dois	182	1,93%	56193	0,12%	14,8	
16 EEA Erin Calvo	235	2,51%	73708	0,16%	12,6	
17 EEA Santa Anna Abreu	447	4,75%	140808	0,30%	18,3	
18 EEA Via Dandara	148	1,57%	47308	0,10%	13,8	
19 EEA Caminho Verde	212	2,25%	66408	0,14%	18,1	
20 EEA Eucalipto	214	2,27%	68300	0,14%	22,1	
21 EEA Via Pinheiro	215	2,28%	68308	0,14%	7,3	
22 EEA Jardim Arapuaia	436	4,62%	140800	0,30%	18,9	
23 EEA Avenida Cruz	157	1,67%	49300	0,10%	11,5	
24 EEA Galvão e Estrada	345	3,66%	108401	0,23%	21,9	
25 EEA Mossa	470	5,00%	142100	0,31%	16,8	
26 EEA Via Alpias	361	3,82%	11201	0,24%	10,6	
27 EEA Reprodutor da Serra	428	4,53%	13100	0,28%	7,1	
28 EEA Casarão	363	3,84%	11125	0,24%	9,8	
29 EEA Via Marçal	80	0,85%	26127	0,05%	9,0	
30 EEA Pira	180	1,91%	56327	0,12%	10,3	
31 EEA Via Paulista	186	1,98%	58027	0,12%	10,6	
32 EEA Indole	53	0,56%	16323	0,03%	11,0	
33 EEA Via Yacouba	84	0,89%	26223	0,05%	17,1	
34 EEA Via Clary	73	0,77%	22423	0,04%	10,2	
35 EEA Via Santa Maria	54	0,57%	16923	0,03%	12,2	
36 EEA Zetelino	771	8,18%	248023	0,54%	14,1	
37 EEA Jaguar	48	0,50%	14812	0,03%	7,8	
38 EEA Alpacão	124	1,31%	38812	0,08%	8,8	
39 EEA Osmontes Aita	193	2,04%	62312	0,13%	12,2	
40 EEA Via Cassari	1611	17,05%	50808	1,10%	18,9	
41 EEA Avenida	571	6,05%	18227	0,39%	12,4	
42 EEA Treze de Maio	11268	11,98%	358027	7,80%	28,1	
43 EEA Rio Urubici	1828	19,38%	583023	12,60%	28,1	
44 EEA Condeado	1822	19,32%	56408	1,20%	17,2	
45 EEA Via Santa Eulália	1488	15,68%	458023	9,90%	16,1	
46 EEA Sarcos	472	5,00%	14808	0,32%	10,2	
47 EEA Itaipava	894	9,48%	28308	0,60%	12,1	
48 EEA Via Maracá	792	8,40%	25312	0,54%	10,0	
49 EEA Ingevi	897	9,50%	28212	0,60%	11,5	
50 EEA Via Desfiladeiro	2283	24,18%	70812	1,50%	17,6	
51 EEA Sítio	2385	25,18%	73812	1,58%	21,2	
52 EEA Via Ocoão	6	0,00%	1823	0,00%	17,0	
53 EEA Ermojo Preto	1276	13,58%	39830	0,86%	12,9	
54 EEA Via Amélia de	641	6,78%	208023	0,45%	14,7	
55 EEA Jardim	2323	24,58%	73808	1,58%	18,8	
56 EEA Via Amélia	511	5,38%	163023	0,35%	17,1	
57 EEA Via Carlos	82	0,86%	26023	0,05%	11,8	
58 EEA Rua do Capoteiro	1211	12,78%	38808	0,84%	4,2	
59 EEA Itaipava	308	3,26%	10027	0,21%	13,4	
60 EEA Capivari	559	5,92%	17385	0,37%	18,2	
61 EEA Itaipava	2723	28,78%	85012	1,82%	12,2	
62 EEA Jardim das Nações	464	4,92%	148023	0,32%	23,4	
63 EEA Via Manoel	2024	21,48%	638023	1,38%	14,8	
64 EEA Itaipava	288	3,04%	90827	0,19%	12,7	
65 EEA Santa Elvina	958	10,18%	29327	0,62%	17,8	
66 EEA Capão Botelho	818	8,68%	26812	0,58%	10,3	
67 EEA Sarcos	217	2,29%	70824	0,15%	14,1	
68 EEA Via Paulista	298	3,16%	97424	0,21%	16,9	
69 EEA Via Roma	278	2,94%	88208	0,19%	17,2	
70 EEA Casimiro	430	4,54%	13812	0,29%	8,0	
71 EEA Jardim Itaipava	582	6,16%	188023	0,41%	10,0	
72 EEA Casimiro	14237	15,18%	438123	9,48%	23,7	
73 EEA Mossa	2828	3,00%	883023	1,90%	21,1	
74 EEA Via Brasil	378	4,00%	120827	0,26%	20,3	
TOTAL	8238		408291	EW/mês		
Consumo Anual 1987			707	KWh/mês		

Dados de Consumo (CWA) e Demanda (CWA) máster em cada uma das Outras Estações Constatativas de Energia Elétrica

Outras Estações	Demanda (CWA/mês)	Consumo (CWA/mês)	Porcentagem do consumo em relação à demanda	Margem média de horas de operação da	
70 EEA Alta da Boa Vista	708	395%	24974	8.35%	18.1
76 EEA Gramá	2267	1.37%	623434	1.29%	18.1
77 EEE Friburgo	7263	1.24%	649381	1.44%	16.9
78 EEA Taquapeba	4849	8.05%	244815	4.29%	18.2
79 EEE Itaipava	715	3.87%	28081	8.87%	18.3
80 EEA Babo Café	2754	1.58%	83271	1.91%	22.9
81 São José dos Campos	851	1.03%	48236	8.85%	13.1
82 São José dos Campos	3341	1.51%	79238	1.79%	28.7
83 Itaipava	1381	1.66%	92418	2.37%	22.7
84 Suroeste - praia	3088	1.23%	583675	1.13%	13.4
85 Previdência Friburgo	423	3.57%	13436	8.26%	8.2
86 C.A. Via Mariana	25	3.07%	3171	8.87%	7.8
87 EEE Foz de São Carlos	55	3.12%	9230	8.82%	3.2
88 EEE Estrela	4383	7.46%	273627	4.34%	26.4
89 EEA Via Leopoldina	203	3.22%	78929	4.18%	15.8
90 Obra Alameda Botafogo	297	8.36%	11733	4.14%	13.3
91 C.A. Pirajá	62	3.03%	3143	8.89%	11.4
92 Alameda João Paulo II	418	1.54%	12677	4.28%	9.5
93 EEA Tamboara	262	8.33%	9731	4.29%	13.4
94 EEE Piquet	143	3.17%	3541	4.88%	8.9
95 EEE Guapimirim I	131	3.12%	4820	4.88%	10.8
96 EEE São João	233	3.27%	2882	4.88%	3.2
97 EEA Alta Cadeia	372	3.45%	28836	4.79%	15.7
98 Lohensele E.A.S.	137	3.15%	2745	4.88%	9.7
99 EEA Teotônio Vilela	47	8.95%	1585	4.82%	9.3
100 C.A. Ponta	66	8.85%	3785	4.77%	15.3
101 EEA Jardim Iguatema	48	8.65%	343	4.82%	3.6
102 C.A. Pontal	118	8.45%	3233	4.82%	6.6
103 EEE Pira	9	8.75%	1323	3.02%	6.6
104 EEE União	74	8.89%	3383	3.88%	13.2
105 EEA Barra Branca	46	8.95%	1368	3.02%	8.3
106 EEA José Bonifácio	121	6.19%	3182	3.14%	17.2
107 EEA Guapimirim 2	135	6.19%	1438	3.02%	3.9
108 EEA Ribeirão do Futebol	218	4.27%	13888	3.26%	28.3
109 EEE Rua Ralfo	45	8.89%	11278	3.99%	8.3
110 EEE Rio Grande da Serra	40	8.89%	343	4.91%	7.3
111 EEE Vila Verde	41	8.89%	2588	3.86%	14.7
112 Onda Via Princesa	30	8.89%	923	4.92%	8.2
113 C.A. 88	65	8.89%	1882	4.92%	7.2
114 C.A. Via Níquel Paulista	30	6.19%	2883	4.95%	18.3
115 Alameda São Ipiranga	45	8.89%	3632	4.89%	18.3
116 EEE Aracaju	41	8.89%	288	4.89%	16.8
117 EEE Rio Churu	41	8.89%	2883	4.89%	14.8
	37643	32.98%	1424844	31.59%	

capacidade (m<sup>3</sup>)

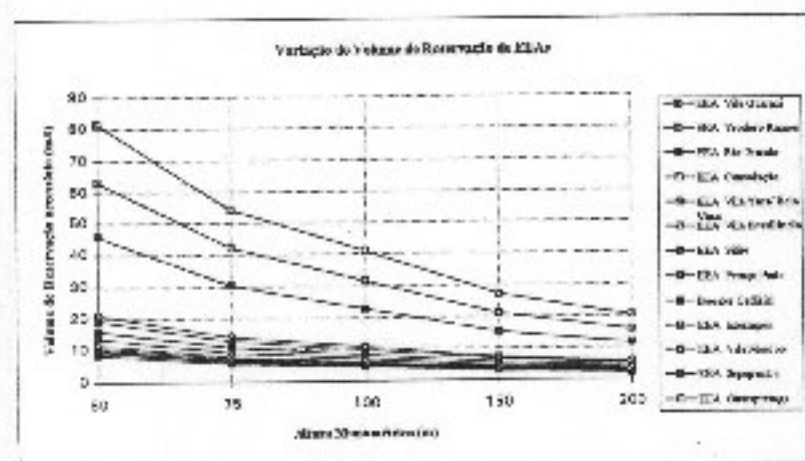
100	S.F. Fernando de Sa
300	S.E. Maria Amarel
500	11 Nova Granada
600	15 Paulo de Faria



	Demanda (EWh/ano)	Consumo (EWh/ano)	Numero medio de horas de operacao de			
EEA Vila Guarani	1651	2%	835100	2%	16.84672	1
EEA Teodoro Rivas	11149	14%	8707853	15%	20.02427	2
EEA Rio Grande	6050	10%	4857968	11%	20.02524	3
EEA Corumbá	2925	3%	1454768	3%	17.1558	4
EEA Vila Yvair Dala Vista	1486	2%	1001652	2%	10.14439	5
EEA Vila Rosalinda	2202	3%	1059211	3%	17.60122	6
EEA São	3592	4%	2175810	5%	21.34499	7
EEA Franco Pinto	1872	2%	762890	2%	13.30423	8
Dosson Cadini	2622	3%	1927388	3%	17.07110	9
EEA Itaipogon	1720	2%	652088	1%	12.24877	10
EEA Vila Maracá	1624	2%	700492	2%	14.78842	11
EEA Sapezal	2398	3%	1243130	3%	18.52167	12
EEA Guaranicanga	14387	18%	8464012	20%	20.71095	13
EEA Moss	2020	2%	1284207	3%	21.13041	14
Dosson Vila Itaipogon	2720	3%	2802077	5%	22.31205	15
	61570	25%	28874029	01%		

	50	75	100	150	200
EEA Vila Guarani	9.40128	8.297507	4.70283	3.139759	2.950315
EEA Teodoro Rivas	23.10924	42.08889	21.35187	21.08445	19.77594
EEA Rio Grande	45.60028	20.40562	22.20414	19.20279	11.40107
EEA Corumbá	15.9895	10.56407	7.09472	5.320583	8.947270
EEA Vila Yvair Dala Vista	8.41078	6.007172	4.20282	2.809487	3.10268
EEA Vila Rosalinda	19.48178	8.801052	5.74282	4.496407	3.371345
EEA São	18.23289	12.80175	8.07204	6.410802	1.80217
EEA Franco Pinto	10.21818	7.019175	6.30608	3.339383	2.95454
Dosson Cadini	15.20478	10.69898	8.07730	5.244823	4.009886
EEA Itaipogon	5.7292	6.480152	4.8575	3.245087	2.4202
EEA Vila Maracá	5.10184	6.127082	4.92922	3.240847	2.23796
EEA Sapezal	13.50190	8.042927	5.75988	4.620652	2.32024
EEA Guaranicanga	81.48702	54.32400	40.74351	27.18256	20.37176
EEA Moss	11.45716	7.661722	5.73058	3.622887	2.82679
Dosson Vila Itaipogon	21.11078	14.10472	10.37054	7.05238	6.28827

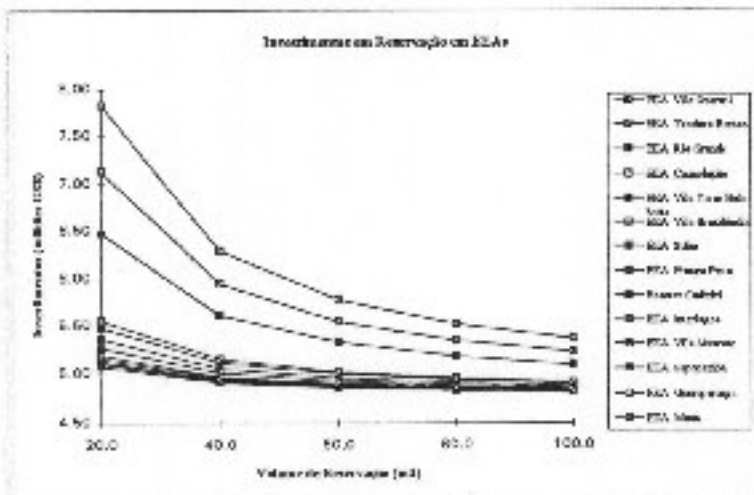
$$r = 20\% \frac{C_1}{C_0}$$



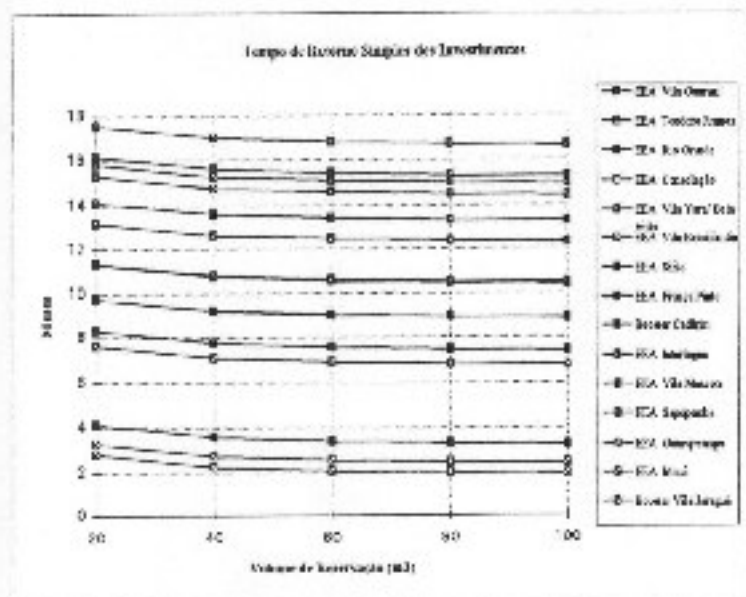
3195	200		1001		Volume Reservação					Altura Navegática						
	470	205.5550	194	194	9.4	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	9.4	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0
2280	mz				militares de 15					Demanda						
789	0.34		0.32		1681.0	23.5	11.8	7.8	5.9	4.7						
671	2.28		2.17		1149.0	57.3	78.8	52.0	35.4	31.8						
574	1.88		1.57		8058.0	114.0	57.0	38.0	26.5	23.8						
583	0.58		0.55		2825.0	40.0	20.0	13.3	10.0	8.0						
531	0.51		0.29		1489.0	21.0	10.5	7.0	5.3	4.2						
602	0.49		0.48		2083.0	33.7	16.8	11.2	8.4	8.7						
487	0.70		0.60		3098.0	48.1	24.0	16.0	12.0	8.6						
450	0.38		0.36		1978.0	28.5	13.0	8.8	8.8	5.8						
578	0.58		0.55		2833.0	40.1	20.0	13.4	10.0	8.0						
4074	0.35		0.33		1720.0	24.0	12.0	8.1	6.1	4.9						
573	0.70		0.37		1824.0	23.0	11.5	7.7	5.7	4.6						
1058	0.49		0.47		2395.0	33.8	17.0	11.3	8.5	8.8						
	2.86		2.80		14397.0	200.7	101.8	67.8	50.9	40.7						
	0.42		0.39		2020.0	28.7	14.3	9.8	7.2	5.7						
	0.37		0.70		3738.0	52.3	26.4	17.6	13.2	10.6						

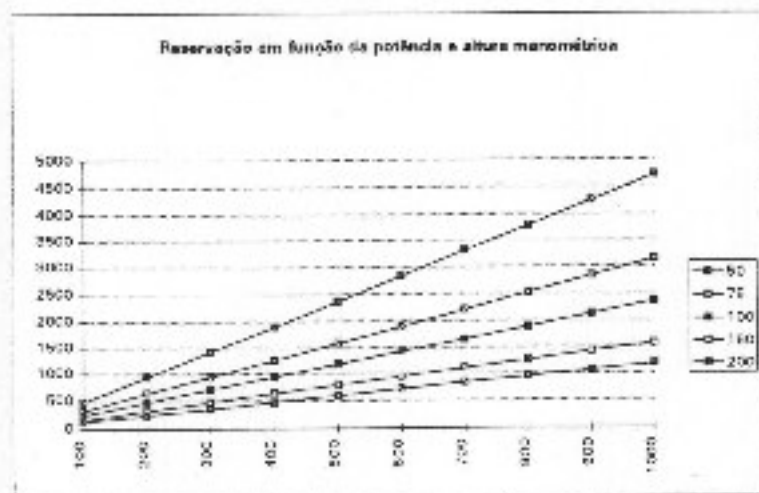
Isos p/segundo		Demanda		Estação		Vol. Reserva.				
100	5.8	1881	20.0	20.0	40.0	60.0	80.0	100.0	100.0	
200	8.8	11149	58.0	58.0	5.11	4.93	4.97	4.84	4.83	
500	11	8058	114.0	114.0	7.13	5.94	5.55	5.05	5.23	
800	15	2222	23.0	23.0	5.47	5.21	5.33	5.18	5.10	
		1489	21.0	21.0	5.38	5.06	4.98	4.91	4.88	
		2825	40.0	40.0	5.07	4.91	4.88	4.84	4.82	
		2083	33.7	33.7	5.28	5.01	4.89	4.88	4.88	
		3098	48.1	48.1	5.48	5.12	5.00	4.84	4.70	
		1978	28.5	28.5	5.16	4.98	4.89	4.88	4.84	
		2833	40.1	40.1	5.28	5.08	4.98	4.91	4.88	
		1824	23.0	23.0	5.12	4.94	4.89	4.85	4.83	
		2395	33.8	33.8	5.10	4.93	4.87	4.84	4.83	
		14397	200.7	200.7	5.27	5.01	4.89	4.80	4.66	
		2020	28.7	28.7	7.63	5.29	5.70	5.52	5.37	
		3738	52.3	52.3	5.19	4.97	4.90	4.86	4.84	
					5.55	5.19	5.02	4.95	4.82	
					5.00	5.26	5.00	5.00	5.00	



	20	40	60	80	100
EEA Vila Guarani	16	15	15	15	15
EEA Taodoro Ramos	8	8	8	8	8
EEA Rio Grande	4	4	4	4	4
EEA Consolação	10	9	9	9	9
EEA Vila Vitor Bela Vista	10	17	17	17	17
EEA Vila Brasilândia	11	11	11	11	11
EEA São João	8	8	8	7	7
EEA França Pinó	14	14	18	18	18
Estação Cadeiá	10	9	9	9	9
EEA Interlagos	15	15	15	14	14
EEA Vila Mucuri	16	16	15	15	15
EEA Raposo Tavares	11	11	11	10	10
EEA Guaramirim	8	2	2	2	2
EEA Mauá	13	13	12	12	12
Estação Vila Jaraguá	8	7	7	7	7



TESTE	100					
100	200	50	75	100	150	200
200	472	315	228	187	118	
300	884	629	472	315	228	
400	1416	944	720	472	315	
500	1888	1259	944	629	472	
600	2360	1573	1180	797	590	
700	2832	1888	1416	944	700	
800	3304	2203	1652	1101	826	
900	3776	2517	1888	1259	944	
1000	4248	2832	2124	1416	1060	
1100	4720	3147	2360	1573	1180	
		50	75	100	150	200
100	472	315	228	187	118	
200	944	629	472	315	228	
300	1416	944	720	472	315	
400	1888	1259	944	629	472	
500	2360	1573	1180	797	590	
600	2832	1888	1416	944	700	
700	3304	2203	1652	1101	826	
800	3776	2517	1888	1259	944	
900	4248	2832	2124	1416	1060	
1000	4720	3147	2360	1573	1180	



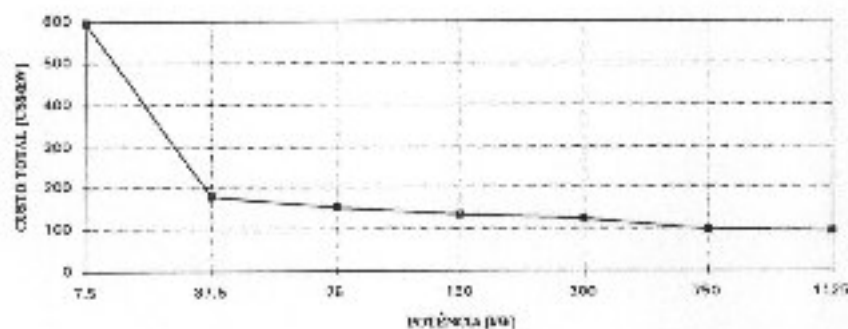
## Figuras de Merito para Controladores de Velocidade

Fonte: Sauer, 1984

Preço por KW para os conversores (controladores de velocidade) e seu custo total (equipamento + custo instalação).

Conversor de Energia (CA/CA)		Preço		Custo de Instalação		TOTAL
Motor	kw	US\$	US\$/kw	US\$/KW	US\$/KW	US\$/KW
1	7.5	1695	226.17	169	395	395
5	37.5	1875	50.04	127	177	177
10	75	2425	32.35	117	149	149
20	150	3962	26.41	107	133	133
40	300	6387	21.29	101	122	122
100	750	17822	23.76	74	98	98
150	1125	29217	25.97	67	91	91

Fonte: WPIB Análises, preços de Janeiro 1991. (Custo de instalação estimado pelos dados do Technology Menu.

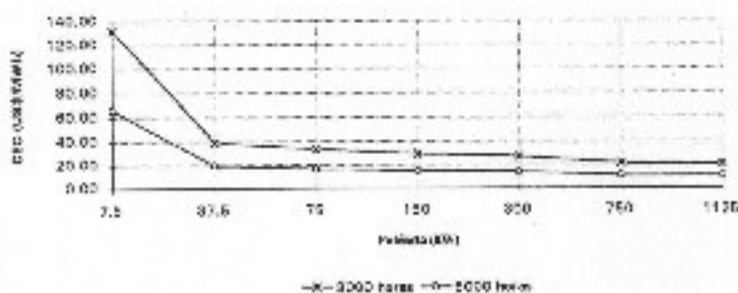


Custo da eletricidade conservada: assumindo uma vida de 10 anos, taxa bruta de desconto de 15% e uma redução de consumo estimada em 30% pela aplicação do conversor. Supõe o uso do motor de 3000 e 6000 horas por ano.

## Cálculo do Custo da Eletricidade Conservada

Vida (anos)	10
Taxa de Desconto	15%
JRC	0.1993
Redução Consumo	30%
Uso (horas)	3000      6000

Potência KW	CSC	
	US\$/MWh	US\$/kWh
7.5	131.77	65.88
37.5	39.20	19.60
75	33.06	16.53
150	29.54	14.77
300	27.07	13.54
750	21.64	10.82
1125	20.33	10.16





Evolução de consumo necessário para compensar o lançamento de consumo, para cada potência, 1000h de uso anual e preço da eletricidade de 10 e 60 US\$/MWh.

Redução de Consumo Necessária p/ viabilizar o investimento

Vida (anos)	10
Taxa de Desconto	15%
FIXC	5.1993
Uso (horas)	4000

Potência	Redução de Consumo Necessária	
	40	60
KW	1.0\$/MWh	1.8\$/MWh
7.5	74.1%	49.4%
37.5	22.0%	14.7%
75	18.6%	12.4%
150	16.6%	11.1%
300	15.2%	10.2%
750	12.2%	8.1%
1125	11.6%	7.7%

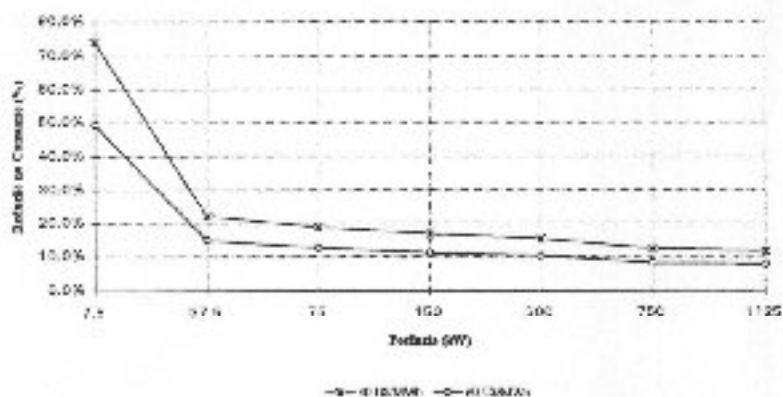
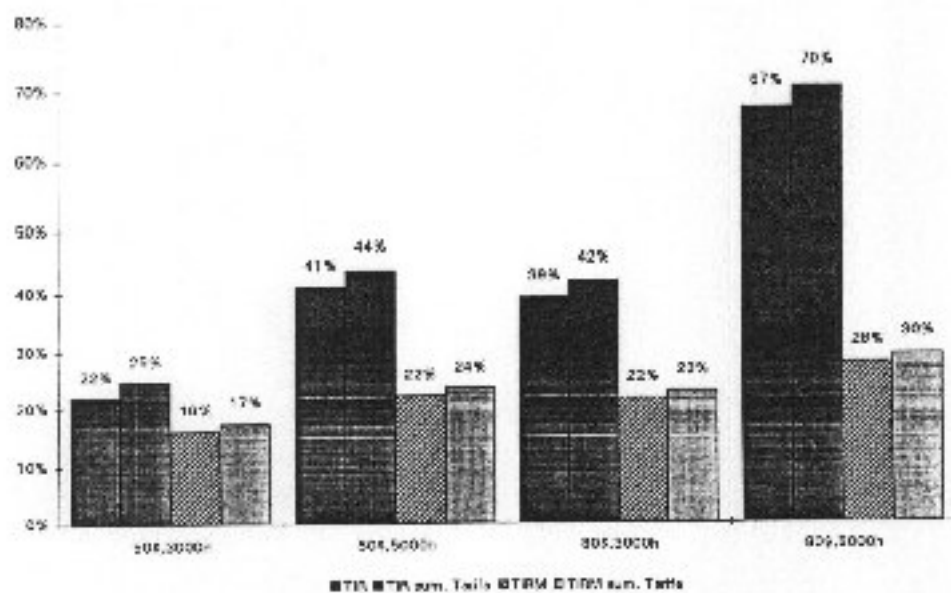


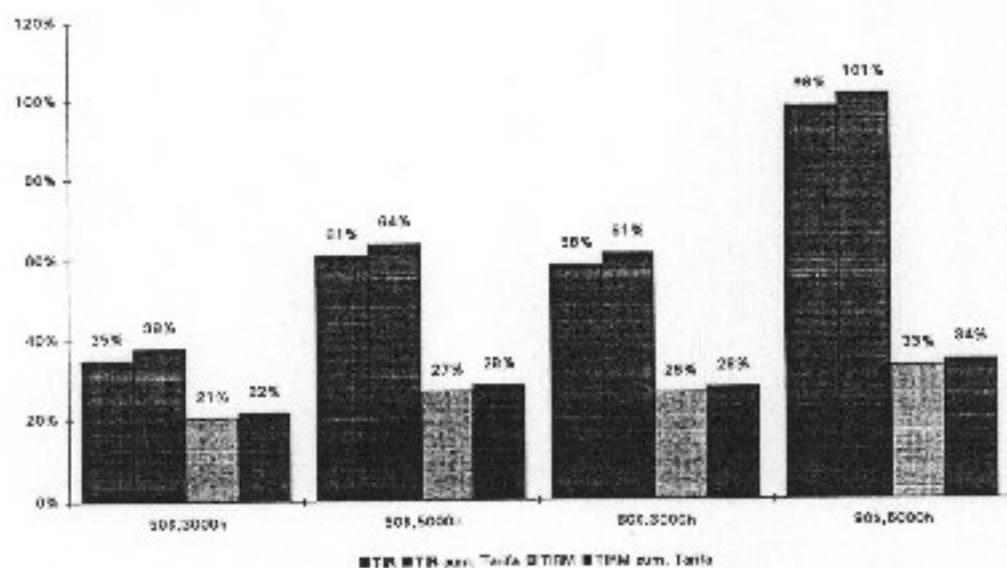


Tabela Retorno

Potência do Motor	37,5 kW	505,3000h	505,5000h	805,3000h	805,5000h
Taxa Interna de Retorno		22%	41%	39%	67%
TIR, com aumento real do preço da eletricidade	3%	25%	44%	42%	70%
Taxa Interna de Retorno Modificada		16%	22%	22%	28%
TIR M, com aumento real do preço da eletricidade	3%	17%	24%	23%	30%



Potência do Motor	380 kW	505,3000h	505,5000h	805,3000h	805,5000h
Taxa Interna de Retorno		33%	61%	59%	99%
TIR, com aumento real do preço da eletricidade	3%	36%	64%	61%	101%
Taxa Interna de Retorno Modificada		21%	27%	26%	33%
TIR M, com aumento real do preço da eletricidade	3%	22%	28%	26%	34%



## ANEXO II C

Fonte: Nasser, 1994.

Uma descrição de análise econômica de alternativas de investimento em motores análogamente não otimizados

Os dados foram obtidos junto a fabricantes nacionais

A tabela abaixo apresenta os dados de preço e eficiência de motores de diversas potências nominais, comprando padrão e de alto rendimento de manufatura, colando, fornecendo a diferença de preço entre as versões na economia considerada em termos de potência.

Nota: Tabela com 4 Págs.

Potência Nominal	Motor STD	Motor Eficiente				Diferença de Preço				
		Preço		Eff.	Eff.	Eff.	ECONOMIA			
		US\$	1000 KW	a 75%	a 100%	100%	KW			
1.0	0.75	55.5	57.5	88.0%	72.0%	53.4	170.5	18.1%	24.48	0.372
1.5	1.15	73.7	65.2	88.0%	71.7%	102.1	90.9	81.0%	28.54	0.432
2.0	1.55	89.5	59.9	90.0%	74.9%	123.1	85.0	82.1%	35.23	0.530
3.0	2.25	123.6	46.2	74.0%	78.0%	151.8	87.5	84.0%	47.87	0.731
4.0	3.03	123.4	44.5	72.0%	78.0%	158.0	86.3	86.2%	64.63	1.166
5.0	3.75	140.0	37.5	76.0%	81.0%	212.5	86.5	87.0%	72.25	1.232
6.0	4.23	151.8	42.6	75.0%	82.0%	233.7	86.4	88.0%	61.37	1.334
7.5	5.07	203.4	26.2	79.0%	86.2%	272.0	88.8	89.0%	71.03	1.331
10.0	7.50	262.1	32.0	81.0%	87.2%	307.6	86.3	90.1%	104.52	1.357
12.5	8.58	272.9	39.0	82.0%	87.1%	410.9	83.8	90.9%	126.97	1.626
15	11.25	292.5	26.3	83.0%	88.0%	461.9	81.1	91.7%	160.55	1.679
20	15.00	312.0	27.7	85.0%	89.0%	551.4	78.8	92.7%	156.50	1.672
25	18.75	406.0	23.8	85.0%	90.0%	705.5	79.7	93.5%	257.36	1.362
30	22.50	491.8	30.8	85.0%	91.0%	855.5	81.0	95.0%	228.66	1.532
40	30.00	556.1	31.3	87.0%	90.0%	1191.1	78.7	93.3%	261.29	1.658
50	37.50	1351.2	37.5	88.0%	92.0%	1310.2	74.9	93.7%	379.88	1.654
60	45.00	1318.2	35.7	89.0%	90.0%	1331.4	75.4	93.8%	615.15	1.812
75	56.25	1685.8	33.8	89.0%	90.0%	1425.4	73.1	93.8%	738.17	2.255
100	75.00	1877.8	24.4	89.0%	90.0%	1871.8	70.2	94.2%	898.18	1.488
125	93.75	1913.1	21.2	88.0%	91.7%	4087.7	67.7	94.4%	1167.34	2.824
150	112.50	3194.2	28.4	88.0%	92.7%	4075.3	67.2	95.0%	1668.58	3.464
175	131.25	3683.4	25.6	88.0%	92.7%	5602.7	67.0	95.1%	2035.22	3.579
200	150.00	4067.5	27.5	90.0%	93.1%	3948.2	68.9	95.0%	1722.35	3.718
250	187.50	4826.4	27.7	91.0%	93.6%	7596.1	70.1	95.0%	2365.66	3.082

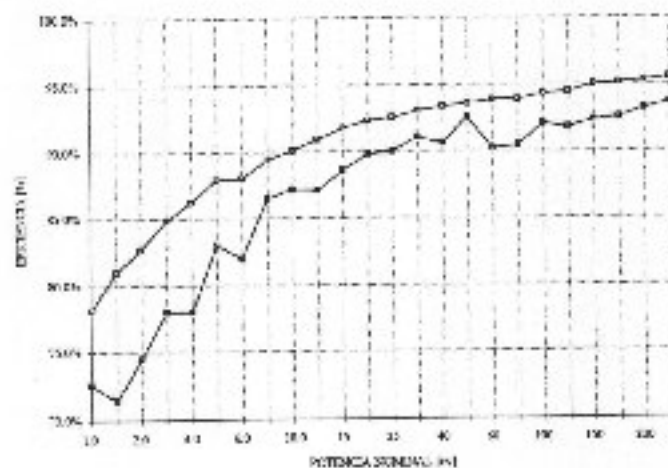


Gráfico da eficiência dos motores em função da potência em kW

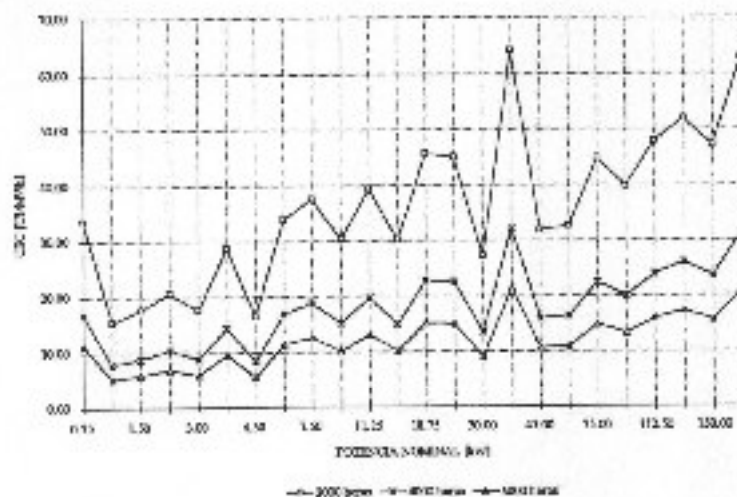
Custo de ciclo de vida atualizado e o custo de energia conservada para cada potência de motor e para 2000, 4000 e 6000 horas de uso anual, supondo uma taxa de desconto de 15% e uma período de análise igual a vida útil do motor (10 anos).

Calculo do Custo da Energia Conservada  
 Taxa de Desconto 15%  
 Vida (anos) 10  
 Fator de Recuperação Capital 0,1005

MOTOR KW	ALCONE US\$		CUSTO DA ENERGIA CONSERVADA (US\$/KWH) (3)		
	(1)	(2)	Uso do Motor (horas/ano)		
			2000	4000	6000
0,75	4,88	13,81	23,52	16,75	11,17
1,15	5,89	20,38	31,41	22,73	15,14
1,50	7,31	24,92	37,27	27,71	18,36
2,25	9,76	30,75	44,66	33,33	22,09
3,00	12,85	39,46	51,68	38,01	25,37
3,75	16,42	42,31	58,62	43,31	29,54
4,50	20,33	50,55	64,47	48,24	33,49
5,65	24,27	58,79	71,33	53,91	37,28
7,50	28,83	68,79	78,61	59,81	41,34
9,38	33,78	81,87	86,58	65,16	45,11
11,25	39,18	92,63	95,55	70,48	49,12
13,89	45,18	103,87	105,05	75,62	53,41
16,75	51,72	118,15	115,27	80,18	57,89
20,50	58,74	138,35	126,90	85,45	63,67
24,68	66,26	157,27	139,16	91,28	69,83
29,18	74,60	183,07	152,18	97,06	76,37
34,08	83,68	208,68	166,03	103,22	83,28
39,38	93,54	238,07	180,71	109,82	90,57
45,08	104,21	272,06	196,27	116,89	98,26
51,25	115,72	311,43	212,77	124,45	106,36
57,88	128,05	357,42	230,27	132,48	114,89
65,00	141,21	409,91	248,81	140,91	123,87
72,68	155,21	472,06	268,41	149,78	133,30
80,88	170,05	535,87	289,11	159,11	143,19
89,50	185,74	602,42	310,96	168,89	153,54
98,68	202,28	672,81	333,99	179,16	164,36
108,38	219,68	747,15	358,24	189,91	175,66
118,68	237,94	825,54	383,74	201,16	187,46
129,50	257,08	908,07	410,51	212,91	199,76

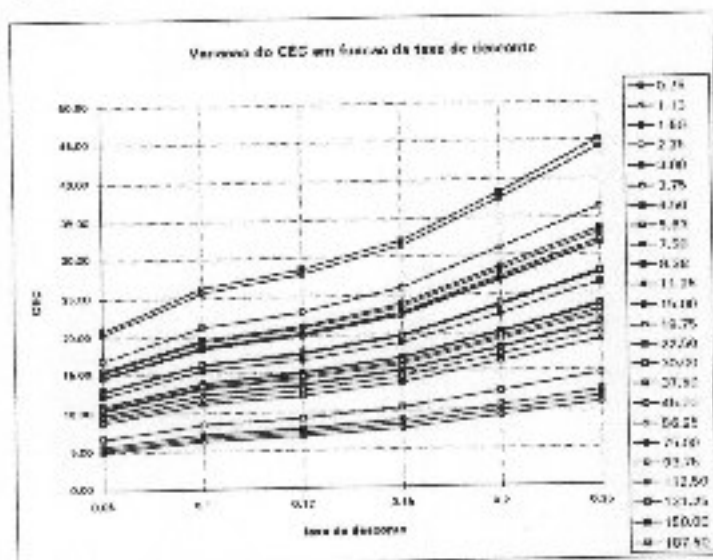
## NOTAS

- (1) Formação e entrega de um motor novo obtido em base de um ano obtido.  
 (2) Formação que ocorre pelo material e energia, e não pelo seu custo. PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO.  
 (3) Separado no PROGRAMA DE SUBSTITUIÇÃO.



D) Gráfico Abaixo Apresenta a variação do CEC em função da taxa de desconto

	0,05	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30	
24,48	0,75	19,86	17,60	14,80	16,76	21,06	25,56
26,24	1,13	5,01	6,29	6,86	7,70	8,22	10,83
35,28	1,53	3,71	5,17	5,80	6,78	10,42	12,33
47,57	2,25	6,71	8,44	9,18	10,55	12,57	14,92
64,67	3,65	5,72	7,38	7,82	8,80	10,32	12,37
72,35	3,73	9,30	11,69	12,71	14,31	15,73	18,11
61,87	4,50	5,75	6,73	7,32	8,24	9,06	11,46
71,65	3,63	10,89	13,82	15,02	16,91	18,02	21,78
104,52	7,50	12,22	13,76	15,78	18,81	22,51	26,43
126,97	5,28	9,89	12,39	13,47	15,15	18,15	21,31
169,55	11,25	12,79	16,07	17,48	19,68	23,35	27,66
136,79	15,30	8,76	12,27	13,54	15,02	17,98	21,11
157,44	16,75	14,81	18,61	20,24	22,75	27,28	32,85
133,66	22,50	11,59	16,34	18,94	22,45	28,08	31,56
265,21	39,03	8,83	11,89	12,95	13,88	16,27	18,89
238,04	37,78	20,88	26,18	28,48	32,00	38,58	45,66
612,12	49,18	10,57	13,83	16,57	19,35	19,99	22,42
728,57	56,25	10,63	13,32	14,48	16,31	19,52	22,92
892,18	72,60	16,34	18,28	19,88	22,38	26,79	31,45
1161,34	97,75	12,82	16,34	17,66	19,89	24,81	27,95
1490,78	112,50	12,72	18,51	21,22	23,88	28,73	33,55
1819,35	124,25	16,82	21,18	23,60	25,63	31,84	36,45
1752,39	150,83	15,24	19,17	20,82	23,47	28,13	32,89
2394,68	187,73	18,36	23,02	25,86	31,23	37,44	44,83



Taxa interna de retorno para o investimento em usinas eólicos para potências de 7,5KW a 730KW, para 2000 e 4300 horas de operação a 50, 75, 100 US\$/MWh para o custo de distribuição.

**Cálculo da Taxa Interna de Retorno**

	50	75	100
Motor (KW)	7,5		
Potência cont. (KW)	1,275 (20%)		
Horas de operação	2000		
custo de eólica (US\$/MWh)			
Custo Adicional (US\$)	-104,7	-104,7	-104,7
Exercícios (1o. ano)	16,81	24,915	33,22
2o. ano	16,81	24,913	33,22
3o. ano	16,81	24,913	33,22
4o. ano	16,81	24,913	33,22
5o. ano	16,81	24,913	33,22
6o. ano	16,81	24,913	33,22
7o. ano	16,81	24,915	33,22
8o. ano	16,81	24,915	33,22
9o. ano	16,81	24,915	33,22
10o. ano	16,81	24,915	33,22
Taxa Interna de Retorno	9,7%	18,0%	23,4%
Taxa Interna de Retorno Modificada	9,7%	14,7%	17,6%
Taxa de Financiamento = 9%			
Taxa de Reinvestimento = 10%			

	38	45	60
Motor (KW)	7,5		
Potência cont. IE	0,2700		
Horas de operação	4300		
custo de eólica (US\$/MWh)			
Custo Adicional (US\$)	-134,7	-134,7	-134,7
Exercícios (1o. ano)	33,22	48,32	66,22
2o. ano	33,22	48,32	66,22
3o. ano	33,22	48,32	66,22
4o. ano	33,22	48,32	66,22
5o. ano	33,22	48,32	66,22
6o. ano	33,22	48,32	66,22
7o. ano	33,22	48,32	66,22
8o. ano	33,22	48,32	66,22
9o. ano	33,22	48,32	66,22
10o. ano	33,22	48,32	66,22
Taxa Interna de Retorno	28%	37%	50%
Taxa Interna de Retorno Modificada	21,6%	22,9%	26,1%

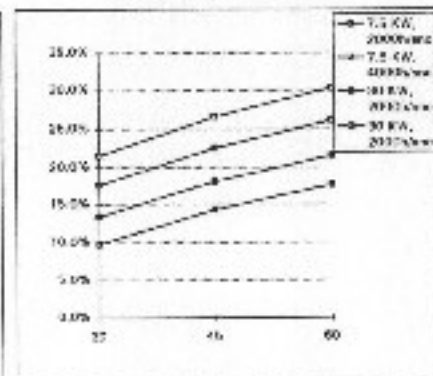
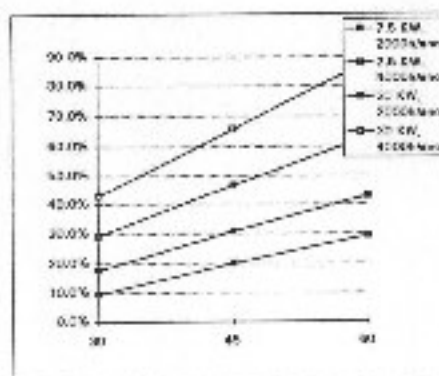
Motor (KW)				Motor (KW)			
Potência com (KW)	1.978			Potência com (K)	6.978		
Horas de operação	2000			Horas de operação	4000		
preço da eletric. (US\$/MWh)	30	45	60	preço da eletric. (US\$/MWh)	30	45	60
Custo Adicional (US\$)	-261,2	-261,2	-261,2	Custo Adicional (US\$)	-261,2	-261,2	-261,2
Economia (1o. ano)	57.493	85.242	114.99	Economia (1o. ano)	114.99	172.48	229.98
2o. ano	57.493	85.242	114.99	2o. ano	114.99	172.48	229.98
3o. ano	57.493	85.242	114.99	3o. ano	114.99	172.48	229.98
4o. ano	57.493	85.242	114.99	4o. ano	114.99	172.48	229.98
5o. ano	57.493	85.242	114.99	5o. ano	114.99	172.48	229.98
6o. ano	57.493	85.242	114.99	6o. ano	114.99	172.48	229.98
7o. ano	57.493	85.242	114.99	7o. ano	114.99	172.48	229.98
8o. ano	57.493	85.242	114.99	8o. ano	114.99	172.48	229.98
9o. ano	57.493	85.242	114.99	9o. ano	114.99	172.48	229.98
10o. ano	57.493	85.242	114.99	10o. ano	114.99	172.48	229.98
Taxa Interna de Retorno	17,7%	30,8%	42,8%		43%	60%	80%
Taxa Interna de Retorno Modificada	23,4%	35,1%	47,5%		31,5%	46,5%	62,5%
Taxa de Financiamento = 1%							
Taxa de Reinvestimento = 10%							

## Tabela Resumo

Taxa Interna de Retorno IIR	Preço da eletric. (US\$/MWh)			Taxa Interna de Retorno Modificada TIIR	Preço da eletric. (US\$/MWh)		
	30	45	60		30	45	60
7,5 KW, 2000 horas	9,5%	28,0%	39,4%	7,5 KW, 2000 horas	9,7%	16,9%	17,6%
7,5 KW, 4000 horas	29,4%	46,6%	57,7%	7,5 KW, 4000 horas	17,6%	22,5%	26,1%
15 KW, 2000 horas	17,7%	30,8%	42,8%	15 KW, 2000 horas	13,4%	18,7%	21,7%
15 KW, 4000 horas	23,4%	35,1%	47,5%	15 KW, 4000 horas	31,5%	46,5%	62,5%

## Considerações

Taxa de Financiamento = 1%  
Taxa de Reinvestimento = 10%



Dados da potência e da energia consumida em função do tipo de fabricante para motores de 7,5KW a 4000 horas anuais.

Dados da Potência Consumida (Capacidade) vs Tipo de fabricante

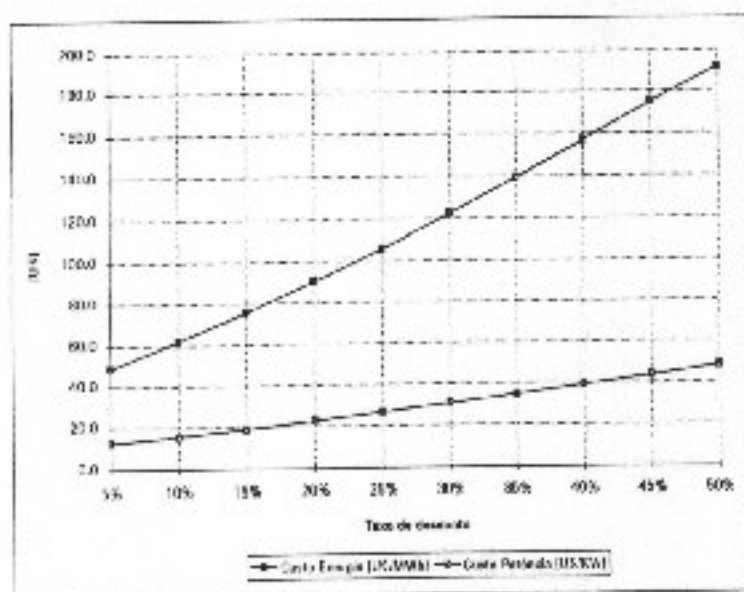
Motor (KW)	7,5
Potência (KW)	0,277
IME de Potência (US\$)	185
Horas por ano	4000
Vida (anos)	10
Preço de Acabado	39

Taxa de Desconto	FVP	CEB
		(US\$/KW)
5%	0,150	48,8
10%	0,169	61,4
15%	0,199	73,2
20%	0,239	83,3
25%	0,280	101,5
30%	0,323	122,1
35%	0,368	125,1
40%	0,424	150,4
45%	0,487	176,1
50%	0,566	192,1

Custo de Energia Consumida vs Tipo de fabricante

Motor (KW)	7,5
Taxa de Potência (KW)	0,277
IME de Potência (US\$)	185
Horas por ano	4000
Vida (anos)	10
Preço de Acabado	39

Taxa de Desconto	FVP	CEB
		(US\$/KW)
5%	0,126	22,22
10%	0,162	27,29
15%	0,199	33,81
20%	0,239	32,41
25%	0,280	26,42
30%	0,323	20,52
35%	0,368	24,76
40%	0,424	30,11
45%	0,487	44,71
50%	0,566	48,03

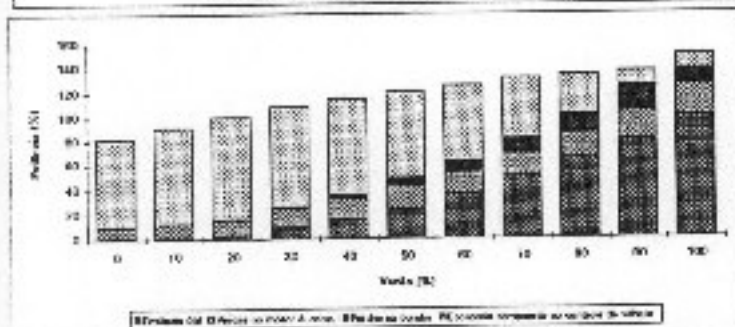
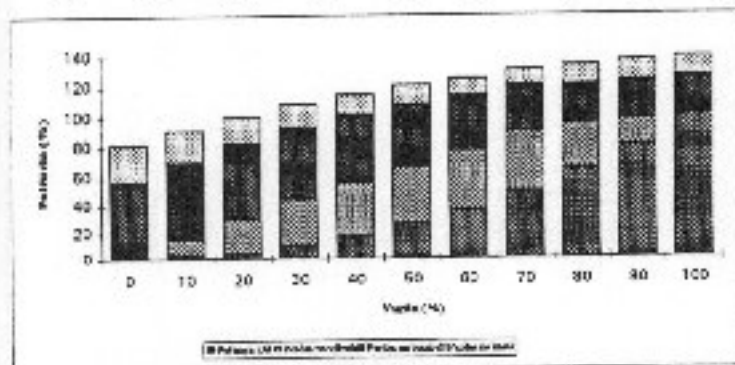




Power costs in a fixed-speed pump system with valve control

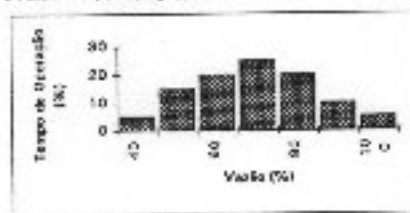
Useful power and losses for a variable speed pump system, showing the saving in comparison with valve control

Veloc	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia
Veloc	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia	Potencia
0	21	58	0	0	87	72	0.0	8.7	0	82.1
10	22	64	12	3	81	79	0.0	11.1	1	91.8
20	18	62	26	4	100	65	0.6	12.9	3	100.0
30	13	48	34	10	108	68	2.0	14.8	8	100.2
40	13	48	38	17	118	79	3.1	16.8	15	114.6
50	13	41	41	28	121	72	6.0	18.1	24	120.5
60	12	38	41	36	125	62	8.8	17.8	39	124.9
70	10	31	41	49	131	51	11.8	18.8	50	130.8
80	13	26	31	64	139	39	14.8	20.7	61	133.3
90	18	26	18	79	138	17	20.7	23.5	80	135.9
100	13	29	0	120	138	12	17.1	25.2	100	148.8



Typical flow requirements for a variable duty pumping application

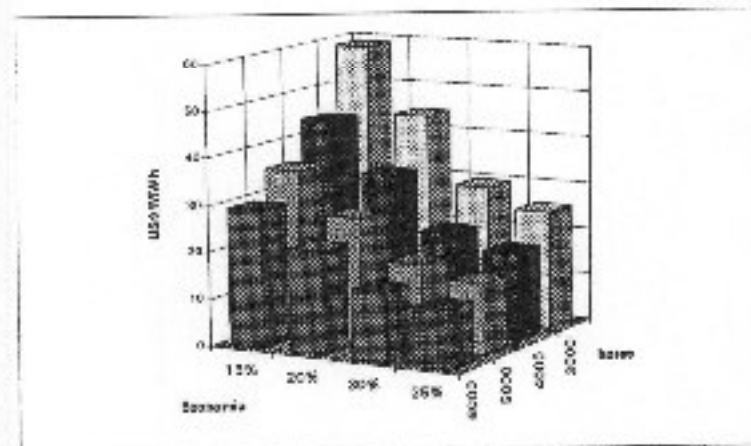
Flow	Operating Time
40	5
50	15
60	20
70	25
80	20
90	10
100	5



Análise de investimentos

Motor 40cv 30 kW  
 custo instalação = 0.9 custo motor  
 investimento 3387  
 taxa Nominal 0.12  
 Período 20 anos  
 FPC 0.134144  
 CME 0.56/MWh

taxa	15%	20%	30%	35%
3000	52	44	28	25
4000	41	33	22	19
5000	31	26	18	15
6000	24	22	14	13



Consumo de Agua

capita	economía	consumo	media	% economía	% consumo
0	175892	10733	0.1	6.7%	0.0%
5	305031	1085911	3.5	11.0%	2.3%
10	590969	4693271	8.4	21.3%	11.0%
15	618894	8148912	13.2	23.4%	19.1%
20	424837	7010002	17.0	16.1%	17.8%
30	350459	9064314	24.7	13.3%	23.7%
40	105626	3686047	34.7	4.0%	8.5%
50	33058	1710048	44.9	1.4%	4.0%
60	17137	947371	55.1	0.8%	2.2%
65	5512	347297	65.0	0.2%	0.8%
70	4137	281669	68.0	0.2%	0.7%
80	5929	445508	75.4	0.2%	1.0%
90	3802	307232	85.7	0.1%	0.7%
100	3067	284578	85.4	0.1%	0.7%
110	2679	281305	105.5	0.1%	0.7%
120	1848	232999	115.0	0.1%	0.6%
130	1591	189051	125.1	0.1%	0.5%
140	1103	148989	135.1	0.0%	0.3%
150	867	141070	145.9	0.0%	0.3%
180	2968	482520	162.7	0.1%	1.1%
200	1458	272417	180.3	0.1%	0.8%
280	3903	651586	223.3	0.1%	1.5%
300	860	271595	291.0	0.0%	0.6%
400	1817	623831	344.4	0.1%	1.5%
420	364	157421	410.1	0.0%	0.4%
500	711	323304	457.6	0.0%	0.8%
600	325	177243	545.4	0.0%	0.4%
700	150	120718	625.4	0.0%	0.3%
800	74	66972	755.0	0.0%	0.1%
900	73	66975	846.5	0.0%	0.2%
1200	51	40730	954.8	0.0%	0.1%
1300	105	138233	1212.8	0.0%	0.3%
1600	32	63102	1552.8	0.0%	0.1%
2000	5	11409	1203.0	0.0%	0.0%
3000	10	38077	2267.3	0.0%	0.1%
4000	4	12662	3235.0	0.0%	0.0%
5000	4	15819	4704.9	0.0%	0.0%
6000	3	18780	5690.7	0.0%	0.0%
7000	2	13486	8248.0	0.0%	0.0%
total	2639790	47750454	18.2		

Coleta de água

economía	consumo	
133952	6088	0.1
274394	82058	3.0
440891	3637847	8.4
500029	8837909	13.2
950110	6279390	17.8
278952	6817323	24.7
79590	2781777	24.7
26271	1177884	44.9
10678	557713	55.0
3178	189721	62.9
2415	184282	68.1
3228	243990	75.3
1811	161619	85.8
1728	163084	95.5
1343	181820	104.9
928	108459	114.7
889	110058	134.9
503	76473	150.0
413	60386	148.2
1728	278820	181.4
840	179125	180.8
1800	389559	221.2
671	101081	282.1
1008	362959	342.8
211	88488	405.8
391	180880	436.3
187	63888	541.1
57	35438	629.2
17	12029	760.3
16	12547	865.7
7	8459	973.4
24	28400	1103.3
3	14382	1464.7
3	5771	1823.7
1	2192	2192.0
1	3454	3454.0
2	8898	4449.0
1	6146	6146.0
3072829	32186428	15.3

municípios

economía	consumo	
0	60208	3024
5	87356	286050
10	148608	1182134
15	131156	1702847
20	30828	1408959
30	41591	1509998
40	17182	895089
50	8009	229323
60	2774	152982
65	660	54829
70	830	43159
80	931	71691
90	622	52089
100	680	52758
110	368	37952
120	304	35111
130	340	30251
140	174	23589
150	150	21022
180	360	57402
200	148	28304
280	621	123415
300	121	48028
400	340	114830
420	74	30389
500	131	20128
600	99	14223
700	10	6597
800	7	5214
900	1	809
1000	12	11401
1600	7	8694
1800	6	3581
2000	3	5884
3000	7	17180
4000	1	4000
5000	1	4574
10000	1	9172
602202	8186267	13.8

municípios

economía	consumo	
21470	1102	0.1
38954	139851	3.3
65482	544509	8.2
98828	138829	13.1
38245	698012	17.8
28283	654511	24.2
6505	172740	34.6
1893	68202	44.8
671	37040	55.2
189	11902	69.0
140	10083	69.0
230	17941	77.0
135	11484	84.8
208	20397	97.8
110	11708	105.4
68	11070	115.4
75	9204	128.4
37	5031	139.0
37	3508	145.9
39	11729	189.3
56	2029	190.5
189	42030	218.8
32	9052	282.8
101	30787	384.8
17	6291	411.2
43	18210	483.2
4	2174	549.3
1	711	711.5
3	2868	852.0
3	3787	1263.7
1	1316	1516.0
2	4330	2465.0
1	4050	4050.0
269277	3270674	12.7

Consumo de Agua

Coleta de água



## Distribuição do consumo interno por cento segundo diversos setores

gêneros/commodities	Flacq, 1982										Gonçalves, 1985				
	Inweaver	Balby et	Kress, 1	Reid	198 Felson, 1	Metcalf & Nelson, 1	Shapiro, 1	Flacq, 19	Berett &	HUD stud média	Percent	média	porcentagem de uso		
baça sanitária	25	26	25	24	14,7	25	34	25	25	14,7	24,3	24,7	40%	23,8	38%
banho/duveiro	20	20	20	20	8,7	18	20	20	20	8,7	18,0	18,3	30%	17,8	28%
lavatório	2	2			4,9		3	3	3	4,9		9,2	5%	9,4	6%
banho roupa	0	10	8,8	8,5	11,6	14	18	10	10	11,6	12,8	9,2	18%	10,3	17%
cozinha		9,8		9,8	1,1			4	8	4,6	10,4	3,2	5%	3,8	6%
banho/condição	7	2	10	2,7	3,5	2	4	3			3,0		5%	3,0	5%
total	64	63,5	62,8	59	44,5	60	70	55	54	44,4	66,2	62,1		62,1	100%

Fonte: Flacq, 1982; Kanan, 1985.

Estratificação	Flacq, 1982										Gonçalves, 1985					
	Inweaver	Balby et	Kress, 1	Reid	198 Felson, 1	Metcalf & Nelson, 1	Shapiro, 1	Flacq, 19	Berett &	HUD stud média	Percent	média	porcentagem de uso			
baça sanitária	85	85	95	81	58	55	129	95	95	38	32	89,4	40%	89,9	38%	61,7
banho/duveiro	78	78	78	75	33	32	75	75	78	38	71	89,8	30%	87,1	29%	43,0
lavatório	11	8	0	0	18	0	11	11	11	18	0	12,0	5%	12,9	5%	5,8
banho roupa	34	28	33	32	44	52	57	38	38	44	48	95,2	18%	38,9	17%	21,0
cozinha	0	14	0	14	4	0	0	15	23	17	38	12,0	5%	14,8	6%	10,0
banho/condição	28	11	38	10	13	8	16	11	0	0	0	11,3	5%	11,3	5%	7,8
total	240	241	241	222	160	227	287	240	242	169	360	234,8		234,8	100%	181

Fonte: Flacq, 1982; Kanan, 1985.

## Distribuição do consumo interno para falhas de consumo na RMGP

gêneros/commodities	RMGP						RMGP
	C	D	E	F	G	H	
baça sanitária	28%	70,3	58,8	60,4	53,8	62,7	61,2
banho/duveiro	20%	52,7	49,2	45,1	48,7	62,2	45,7
lavatório	5%	8,8	7,5	8,0	8,4	10,2	5,1
banho roupa	17%	31,5	25,2	27,0	28,8	35,2	22,4
cozinha	6%	11,1	8,8	9,5	10,1	12,0	5,7
banho/condição	5%	9,3	7,5	8,0	8,4	10,8	5,1
total	100%	185,0	149,0	159,0	161,0	217,0	161,0

## Comparação de consumo de equipamentos sanitários

gêneros/commodities	Investment						Investment	
	C	D	E	F	G	H		
baça sanitária	6,6	4,8	12	12	4	48	26%	
banho/duveiro	4,8	4,0		0,12	0,34	49	23%	
lavatório	4	2,5	4	0,2	9,8	12	6%	
banho roupa	0,70	12,28		225	0,9	62	33%	
cozinha	02,16			30	0,17	12	6%	
banho/condição	13,270	52,22				3	5%	
total						185		
		10	7,8	24	0,05	88,0		
dia	0,11	105	0,88	1	45,012	20%	25%	
lavatório	0,09	12	1,2	0	18,032	8%	5%	
dia	0,05	25	24,85	0,020	5	82,85	37%	6%
banho roupa	0,043	12	7,5	9	22,188	16%	17%	
					175,48			
					49	21%	39%	
					228,09		5%	

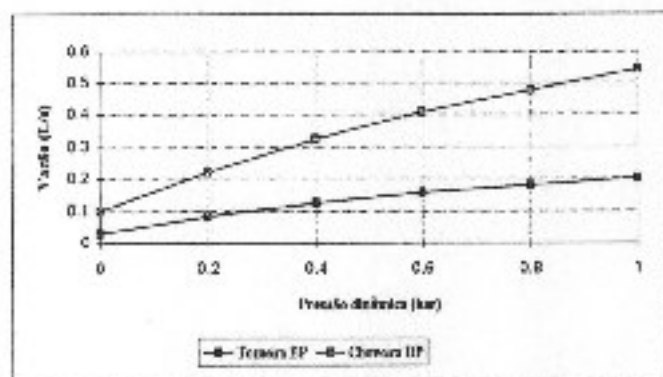
## Valores de utilização de pontos de uso (equipamentos) encontrados na literatura.

gêneros/commodities	Bogert et				Bogert & ANOVA				HUD study			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
baça sanitária	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
banho/duveiro	0,47	0,32	0,8	0,74	0,47	0,32	0,8	0,74	0,47	0,32	0,8	0,74
banho roupa	0,21	0,3	0,9	0,9	0,21	0,3	0,9	0,9	0,21	0,3	0,9	0,9
cozinha	0,32	0,15	0,22	0,17	0,32	0,15	0,22	0,17	0,32	0,15	0,22	0,17

0000.

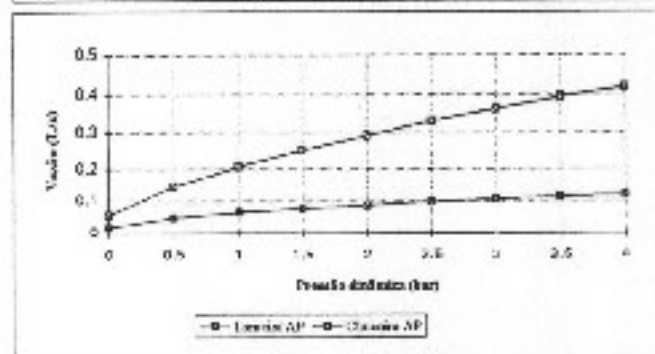
Presão

	Torrão EP	Chimarrão EP
0	0,02	0,1
0,2	0,09393	0,22
0,4	0,135	0,3259
0,6	0,15887	0,4087
0,8	0,18	0,4767
1	0,2	0,5439

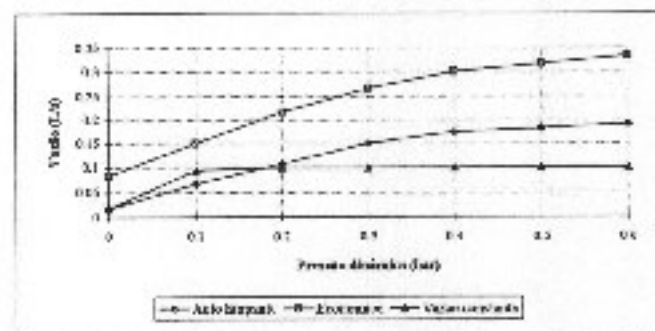


Presão

	Torrão AP	Chimarrão AP
0	0,01887	0,0567
0,5	0,04887	0,145
1	0,08393	0,205
1,5	0,07887	0,2517
2	0,08687	0,2817
2,5	0,08887	0,32
3	0,10887	0,3817
3,5	0,12393	0,3817
4	0,12	0,4167



pressão	torção	chimarrão	total
0	0,01687	0,05	0,06687
0,1	0,02687	0,15	0,17687
0,2	0,10393	0,22	0,32393
0,3	0,13	0,27	0,40393
0,4	0,175	0,30	0,475
0,5	0,18393	0,32	0,50393
0,6	0,19187	0,38	0,57187



## Punha comparativa de resultados projetados

## Resultados do SAM revisado

ano	total	ajustado inicial	
1995	16105	12552	0,872
1990	16140	14418	0,892
1995	17775	16280	0,810
2000	19254	18148	0,941
2005	20710	20289	0,97
2010			
2015			

## projecção de demanda

ano	média (habida mínima)				total	habida mínima	parcial
	residência	comércio	pública	industrial			
1995	32,79	2,44	0,41	5,22	29,87	273	45,60
1990	27,89	2,59	0,41	3,0	44,82	271	51,71
1995	49,3	2,78	0,42	4,19	50,97	252	59,02
2000	51,12	2,53	0,45	4,4	59,87	249	70,11
2005	60,41	2,17	0,44	4,81	69,52	280	79,2
2010							
2015							

## projecção de investimentos

investimento	unidade	1000 cc nov 80		unidade	média a longo prazo			
		obras de curto prazo						
edifícios		47550	408077	0,83	176240	24-100	11,33	
Estimativa Investimentos	5	7500	23805	2,71	10700	164196	0,25	
Estimativa Investimentos	6	10400	101010	2,01	14	46100	124701	2,01
Reservatórios	20	167000	138616	0,86	90	407000	200004	0,85
			200115			24+05		

## projecção dos débitos e déficits por área de instalação

SAM revisado	média	ano														
		1995	1990	1995	1990	2000	2005	2010	2015	2020	2025	2030				
Comunidade	33	24,5	57,6	35,0	52,4	32,0	51%	34	50%	28,0	45%	34	52	27	-1	3,4
Residência	11	11,0	29,6	13,2	30,8	14,8	26%	15,8	25%	16,2	24%	-0,9	-2,1	-0,9	-5,2	3,4
Rio Grande	4,2	3,8	9%	4,4	9%	4,8	0%	5,7	2%	6,7	0%	0,4	-0,2	-0,7	-1,3	-5,2
Rio Claro	4	4,4	10%	6,7	10%	6,4	11%	6,1	12%	10,2	19%	-0,4	-1,9	-2,4	-6,1	-1,2
Alto Costa	0,85	0,9	2%	1	2%	1,2	2%	1,4	2%	2,2	3%	0,05	-0,10	-0,25	-0,75	-1,25
Baixo Costa	0,5	0,7	2%	1,1	2%	1,4	2%	1,9	2%	2,9	3%	-0,2	-0,6	-0,2	1,4	-2
Total	52,55	48	51,2	60	69	58,1		79,2		7,25	1,86	-0,42	14,66	25,75		

## Projeção dos centros regionais

Município	ano		ano		ano	ano	ano	ano	ano	ano		
	1995	2000	2005	2010								
Caracul	103,1	223,2	399,8	222,7	874,9	Caracul	52,0	51,1	61,5	64,7	65,0	667,8
Suzano	104,1	201,9	202,0	207,9	164,2	Suzano	52,0	56,8	60,0	65,0	65,2	672,8
Eliz. Nogueira	754,1	709,9	625,0	627,9	671,1	Eliz. Nogueira	52,0	55,1	57,3	60,4	60,5	622,7
Corumbá	786,1	769,7	200,8	623,6	648,4	Corumbá	52,0	53,4	56,6	57,1	58,7	503,8
Aracaju	786,1	755,5	348,8	732,4	728,8	Aracaju	52,0	52,6	62,0	31,2	40,4	431,2

## Consumo Operado em termos do SAM 75 (fev/80)

Categorias	Número de economias		Consumo médio (m³/dia)		Consumo/economia	
	Total	%	Total	%	Total	%
Residência	28228	84,05%	89288	81,10%	17,9%	
Comercial	35688	1,02%	24228	10,71%	20,47	
Industrial	31951	0,87%	22282	1,37%	11,42	
Público	6510	0,28%	22282	1,47%	17,04	
Total	22282		22282		14,46	

## Distribuição da demanda

	Consumo	Perdas	Demanda (m³/dia)
MSP	39,74	23,5%	42,69
Operados	9,84	43,7%	6,39
Não-operados	5,27	30,9%	6,77
Total	35,40	38,6%	57,55

## Caracterização do volume de água operado SAM 75

	Consumo (m³/dia)		ano	ano	ano	ano				
	1995	2000								
MSP	26,27	74,3%	20,0	75,1%	21,2	72,4%	22,57	71,8%	24,14	71,2%
Operados	3,84	10,8%	4,30	11,0%	5,22	12,1%	5,79	12,4%	5,16	12,5%
Não-operados	5,17	14,9%	5,00	14,6%	5,86	15,5%	7,24	16,7%	7,89	18,0%
Total	35,40		26,31		32,1		40,21		46,19	

## Determinação das elevações a partir dos consumos, perdas, e perdas

Índice de elevação (Eliz. Nogueira - m³/dia)	25+07		
consumo total interno + copo 1%	22,026	0,88	0,2522
consumo residência avaliado	22,20	0,88	
consumo auto-residência	25,049	0%	
consumo total interno operado	22,256	0%	
consumo total externo + água operado	31,862	61,4%	
demanda total (consumo + perdas)	50,745		

## Projeção dos centros regionais segundo índice de perda de consumo

Município	ano	ano				
		1995	2000	2005	2010	2015

	1995	2000	2005	2010	2015	SABESP	59	69,1	79,0		
Congelado	887	939	1039	1082	1127	Congelado	67,8	66,3	71,4	79,1	78,9
Sucata	887	891	1001	1054	1108	Sucata	61,6	64,8	66,8	78,1	78,3
Elec. Nov.	887	881	959	994	1011	Elec. Nov.	61,8	68,9	66,3	68,9	70,7
Combina	887	882	923	955	983	Combina	61,8	61,9	64,8	68,9	69,7
Antecipatório	887	878	893	898	903	Antecipatório	61,8	60,9	60,3	59,4	58,5

## Evolução dos déficits sobre as áreas de influência

	Disponível	1995	2000	2005	2010	2015	1995	2000	2005	
Castanheira	32	32,7	51%	36	50%	18,8	45%	2,7	-1	-9,8
Guatapiranga	11	14,8	25%	16,8	25%	18,0	24%	-3,8	-5,8	-7,9
Rio Grande	4,2	4,8	8%	5,7	8%	6,7	6%	-0,7	-1,5	-2,5
Rio Claro	4	6,4	11%	8,1	12%	10,2	19%	-2,4	-4,1	-6,2
Alto Corde	0,85	1,2	2%	1,6	2%	2,2	9%	-0,35	-0,75	-1,35
Baixo Corde	0,5	1,4	2%	1,8	3%	2,5	9%	-0,3	-1,4	-1
Total	53,95	59		66,1		73,2		-5,45	14,55	25,75

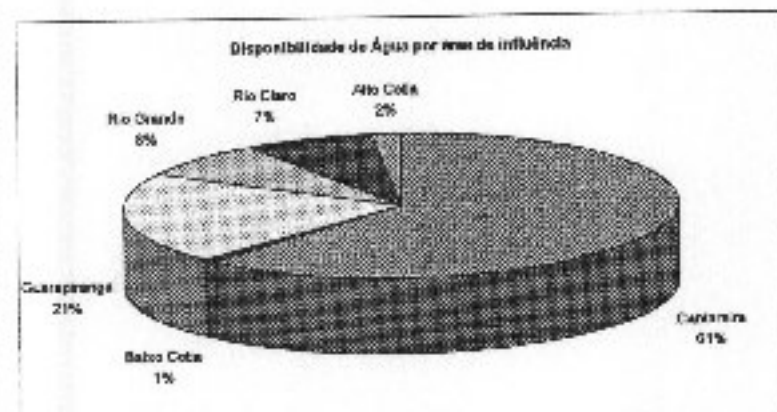
## Dados comparativos de projeção SABESP e dados trabalho

## Índice de perdas constantes

	1995	2000	2005	2010	2015
Revisão da SAM	65,5	65	72	78	84
Plano Diretor	65,5	65,5	68,5	80	88
SAM 75	59	62,5	61	62,5	65
Congelado	62,4	63,4	66,4	61,1	62,2
Substituição	62,4	59	57,9	60,9	62,5
Elec. Novos	62,4	66,4	66,4	67,2	67,8
Combinações	62,4	62,7	64,8	65,5	66
Antecipatório	62,4	62,0	62,9	61,3	60,7

## Comparação de disponibilidades e demandas sobre as áreas de influência

	2000 Disponível	Plano Dir.	SAM 75	Congelado	Substit.	Elec. Nov.	Combina	Antecipatório	
Castanheira	32	48,9%	39,1	29,1	39,1	27,4	33,1	28,3	28,8
Baixo Corde	0,5	3,2%	1,0	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,7
Guatapiranga	11	20,0%	14,2	14,2	12,7	12,9	10,2	10,4	12,6
Rio Grande	4,2	8,4%	5,0	5,0	4,8	4,7	4,7	4,5	4,5
Rio Claro	4	12,9%	7,7	7,7	7,4	7,2	7,1	6,9	6,8
Alto Corde	0,85	2,8%	1,7	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
Total	53,95		69,5	69,5	61,3	60,6	55,0	55,7	52,9



## Comparação dos déficits sobre as áreas de influência

	2000	Revisão	Plano Dir.	SAM 75	Congelado	Substit.	Elec. Nov.	Combina	Antecipatório
Castanheira	-1	8,9	3,9	4,9	5,0	5,0	6,7	7,2	
Guatapiranga	-3,8	-5,8	-0,2	-2,7	-3,2	-3,2	-1,9	-1,6	
Rio Grande	-1,5	-0,8	-0,8	-0,7	-0,5	0,1	-0,9	-0,3	
Rio Claro	-4,1	-3,7	-0,7	-0,4	3,2	-3,1	-2,9	-3,8	
Alto Corde	-0,75	0,4	-0,3	-0,7	-0,7	-0,7	0,8	-0,5	
Baixo Corde	-1,4	-1,4	-1,4	-1,8	-1,8	-1,8	-1,2	-1,2	
Total	-14,95	-6,0	-8,0	-4,0	-2,5	-1,9	-0,3	0,8	

## Comparação de disponibilidades e demandas sobre as áreas de influência

	2005	Disponível	Plano Dir.	SAM 75	Congelado	Substit.	Elec. Nov.	Combina	Antecipatório
Castanheira	32	48,4%	39,5	29,8	29,1	28,8	37,0	28,7	28,4
Guatapiranga	11	20,0%	16,3	14,5	14,2	13,9	13,4	13,0	12,5
Rio Grande	4,2	8,4%	5,8	5,5	5,0	4,8	4,8	4,8	4,4
Rio Claro	4	12,9%	8,8	7,8	7,8	7,4	7,2	7,0	6,7
Alto Corde	0,85	2,8%	1,8	1,7	1,6	1,6	1,6	1,5	1,5
Baixo Corde	0,5	3,2%	2,2	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,6
Total	53,95		65,5	61	59,40	57,90	58,40	54,80	52,20

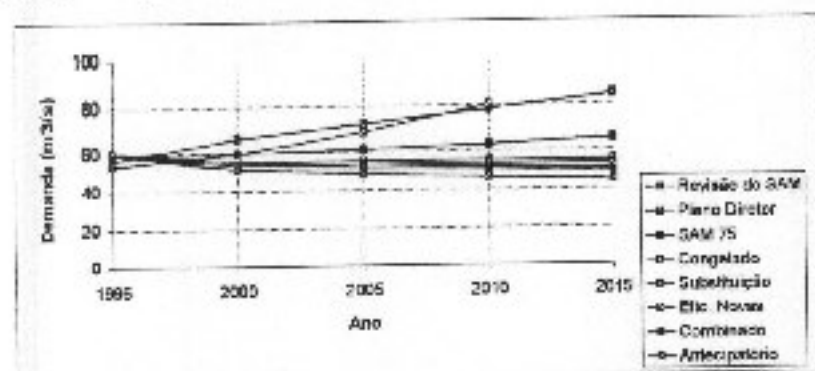
## Comparação dos déficits sobre as áreas de influência

	2005	Revisão	Plano Dir.	SAM 75	Congelado	Substit.	Elec. Nov.	Combina	Antecipatório
Castanheira	-1	8,9	3,9	4,9	5,0	5,0	6,7	7,2	
Guatapiranga	-3,8	-5,8	-0,2	-2,7	-3,2	-3,2	-1,9	-1,6	
Rio Grande	-1,5	-0,8	-0,8	-0,7	-0,5	0,1	-0,9	-0,3	
Rio Claro	-4,1	-3,7	-0,7	-0,4	3,2	-3,1	-2,9	-3,8	
Alto Corde	-0,75	0,4	-0,3	-0,7	-0,7	-0,7	0,8	-0,5	
Baixo Corde	-1,4	-1,4	-1,4	-1,8	-1,8	-1,8	-1,2	-1,2	
Total	-14,95	-6,0	-8,0	-4,0	-2,5	-1,9	-0,3	0,8	

Caruarua	-5,8	-5,8	3,2	2,1	4,7	5,6	8,3	7,4
Carapina	-1,9	-2,0	-2,5	-2,5	-2,8	-2,9	-3,0	-1,5
Rio Grande	-2,5	-1,8	-1,0	-0,8	-0,7	-0,8	-0,4	-0,3
Rio Claro	-6,2	-4,9	-2,8	-2,0	-2,0	-1,4	-2,0	-1,3
Alto Coíba	-1,35	-1,7	-0,8	-0,8	0,8	-0,7	-0,7	-0,6
Baixo Coíba	-2	-1,7	-1,4	-1,4	-1,3	-1,3	-1,2	-1,1
Total	-25,75	-15,0	-7,5	-6,8	-4,4	-2,9	-1,1	1,8

## Índice de perda variável

	1995	2000	2005	2010	2015
Revisão do SAM	53,5	65	72	78	81
Plano Diretor	53,5	53,5	68,5	80	65
SAM 75	55	55,5	61	62,5	65
Congelado	53,7	58,6	58,4	55,0	55,1
Substituição	53,7	54,4	54	54,1	53,7
Efic. Nova	55,7	59,9	52,5	52	51,2
Combinação	56,7	52,2	51	50,4	49,8
Antecipatório	56,7	51,3	48,8	46,0	44,9

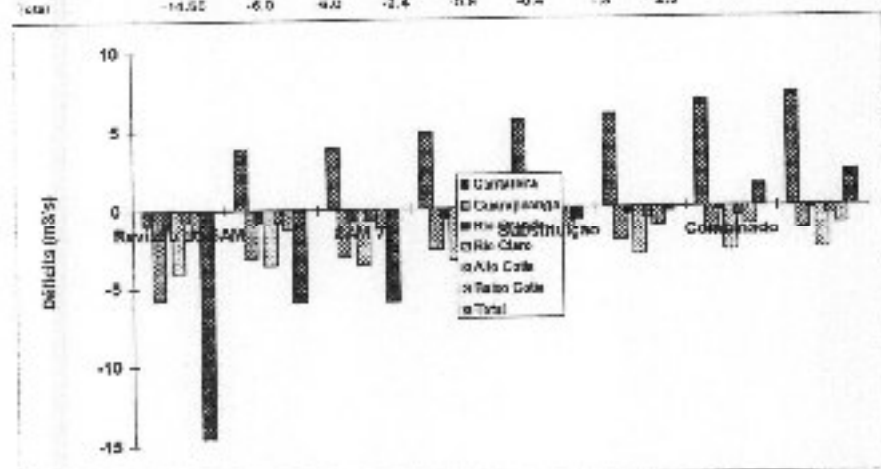


## Comparação da disponibilidade e demanda sobre as áreas de influência

	2000 Disponib.		Plano Dir.	SAM 75	Congelad	Substit.	Efic. Nova	Combina	Antecipatório
Caruarua	30	40,5%	23,1	26,1	28,1	27,4	27,1	24,3	25,8
Carapina	11	23,8%	14,3	14,2	13,7	12,2	12,2	12,8	12,5
Rio Grande	4,2	8,4%	5,0	5,0	4,9	4,7	4,7	4,5	4,5
Rio Claro	4	12,1%	7,7	7,7	7,4	7,2	7,1	6,6	6,6
Alto Coíba	0,85	2,4%	1,7	1,7	1,5	1,6	1,5	1,5	1,5
Baixo Coíba	0,9	2,2%	1,0	1,4	1,8	1,0	1,7	1,7	1,7
Total	50,55		49,6	50,5	49,9	46,8	46,9	42,0	41,9

## Comparação da disponibilidade sobre as áreas de influência

	2000	Revisão	Plano Dir.	SAM 75	Congelad	Substit.	Efic. Nova	Combina	Antecipatório
Caruarua	-1	2,0	3,6	4,0	6,6	5,3	5,7	7,3	
Carapina	-5,8	3,2	-2,2	-2,7	-2,2	-2,2	-1,4	-1,5	
Rio Grande	-1,9	-2,0	-0,8	0,7	-0,5	-0,6	-0,5	-0,8	
Rio Claro	-4,1	-2,7	-2,7	3,4	-2,2	-2,1	-2,0	-2,6	
Alto Coíba	-0,75	0,0	-0,8	-0,7	-0,7	0,7	-0,6	-0,6	
Baixo Coíba	1,8	-1,4	-1,4	-1,2	-1,0	-1,2	-1,2	-1,2	
Total	-14,50	-6,0	4,6	-2,4	-0,6	-0,4	1,8	2,0	



## Comparação da disponibilidade e demanda sobre as áreas de influência

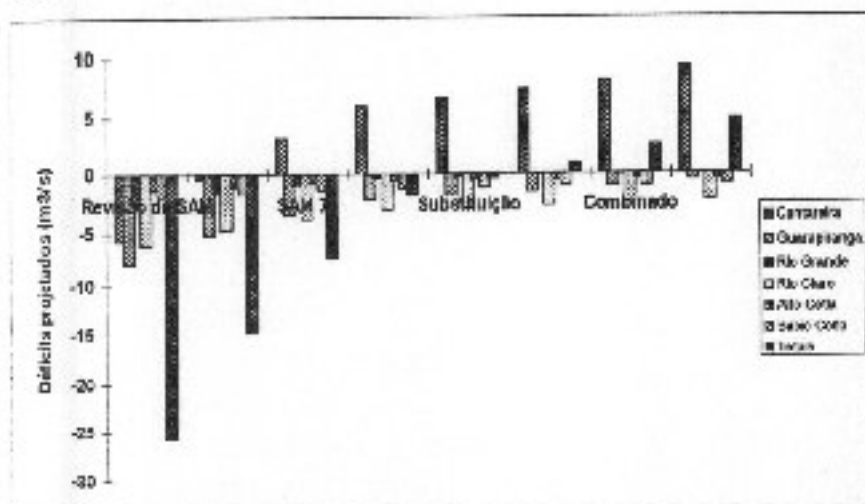
	2000 Disponib.		Plano Dir.	SAM 75	Congelad	Substit.	Efic. Nova	Combina	Antecipatório
Caruarua	20	40,5%	23,1	25,8	27,1	26,4	25,7	25,0	25,8
Carapina	11	23,8%	14,3	14,6	13,2	12,3	12,2	12,2	11,4
Rio Grande	4,2	8,4%	5,0	5,0	4,7	4,6	4,4	4,3	4,1
Rio Claro	4	12,4%	8,8	7,0	7,1	6,9	6,8	6,6	6,0
Alto Coíba	0,85	2,4%	1,7	1,7	1,5	1,5	1,5	1,4	1,4



Baixo Costa	0,5	9,2%	2,7	1,4	1,7	1,7	1,7	1,6	1,5
Total	53,59		68,5	81	95,40	54,00	52,80	51,00	48,00

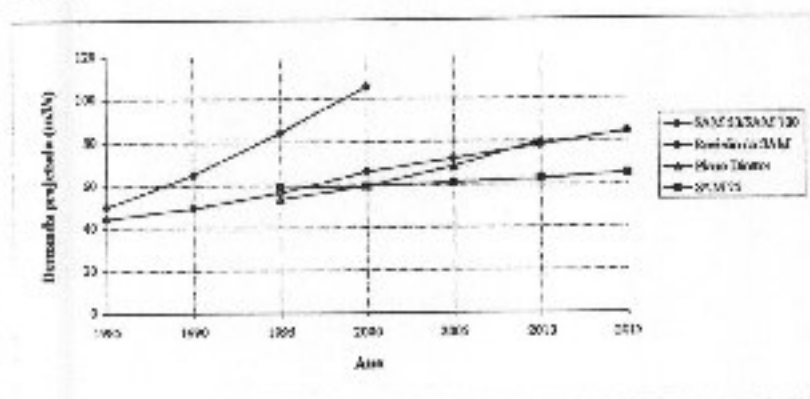
Comparação dos efeitos sobre as áreas de influência  
2006

	Revisão	Novo Dê	SAR 75	Complet	Substitui	Eficiência	Novo	Combina	Antecipada
Caracará	-5,8	-0,5	3,7	5,5	8,6	7,3	8,0	9,1	
Quarapungá	-7,9	-5,3	-3,3	-2,2	-1,8	-1,5	-1,2	-0,8	
Rio Grande	-2,5	-1,8	-1,0	-0,5	-0,4	-0,2	-0,1	0,1	
Rio Claro	-6,2	-4,8	-3,5	-3,1	-2,9	-2,5	-2,6	-2,3	
Alto Costa	-1,39	-1,1	-0,8	-0,7	-0,8	-0,5	-0,6	-0,5	
Baixo Costa	-2	-1,7	-1,4	-1,2	-1,2	-1,2	-1,1	-1,0	
Total	-25,75	-15,0	7,8	-1,9	-0,5	0,5	2,8	4,8	



Comparação das projeções realizadas pela SAGISOP a partir de 1980

	1980	1990	1995	2000	2005	2010	2015
SAR 50/SAR 100	60	63	84	109,8			
Revisão do SAR	44	45	58,5	68	72	78	84
Novo Dê			64,6	59,5	65,5	80	
SAR 75			59	63,8	61	62,5	61



VALORES DE DENSIDADE DE POPULAÇÃO DE ANIMAIS (N/ha)

espécie	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																					
total	1211673	1270357	1293912	1347076	1382412	1417748	1453084	1488420	1523756	1559092	1594428	1629764	1665100	1700436	1735772	1771108	1806444	1841780	1877116	1912452	1947788	1983124	2018460	2053796	2089132	2124468	2159804	2195140	2230476	2265812	2301148	2336484	2371820	2407156	2442492	2477828	2513164	2548500	2583836	2619172	2654508	2689844	2725180	2760516	2795852	2831188	2866524	2901860	2937196	2972532	3007868	3043204	3078540	3113876	3149212	3184548	3219884	3255220	3290556	3325892	3361228	3396564	3431900	3467236	3502572	3537908	3573244	3608580	3643916	3679252	3714588	3749924	3785260	3820596	3855932	3891268	3926604	3961940	3997276	4032612	4067948	4103284	4138620	4173956	4209292	4244628	4279964	4315300	4350636	4385972	4421308	4456644	4491980	4527316	4562652	4597988	4633324	4668660	4703996	4739332	4774668	4809999	4845335	4880671	4916007	4951343	4986679	5022015	5057351	5092687	5128023	5163359	5198695	5234031	5269367	5304703	5340039	5375375	5410711	5446047	5481383	5516719	5552055	5587391	5622727	5658063	5693399	5728735	5764071	5799407	5834743	5870079	5905415	5940751	5976087	6011423	6046759	6082095	6117431	6152767	6188103	6223439	6258775	6294111	6329447	6364783	6400119	6435455	6470791	6506127	6541463	6576799	6612135	6647471	6682807	6718143	6753479	6788815	6824151	6859487	6894823	6930159	6965495	7000831	7036167	7071503	7106839	7142175	7177511	7212847	7248183	7283519	7318855	7354191	7389527	7424863	7460199	7495535	7530871	7566207	7601543	7636879	7672215	7707551	7742887	7778223	7813559	7848895	7884231	7919567	7954903	7990239	8025575	8060911	8096247	8131583	8166919	8202255	8237591	8272927	8308263	8343599	8378935	8414271	8449607	8484943	8520279	8555615	8590951	8626287	8661623	8696959	8732295	8767631	8802967	8838303	8873639	8908975	8944311	8979647	9014983	9050319	9085655	9120991	9156327	9191663	9226999	9262335	9297671	9333007	9368343	9403679	9439015	9474351	9509687	9545023	9580359	9615695	9651031	9686367	9721703	9757039	9792375	9827711	9863047	9898383	9933719	9969055	10004391	10039727	10075063	10110399	10145735	10181071	10216407	10251743	10287079	10322415	10357751	10393087	10428423	10463759	10499095	10534431	10569767	10605103	10640439	10675775	10711111	10746447	10781783	10817119	10852455	10887791	10923127	10958463	10993799	11029135	11064471	11099807	11135143	11170479	11205815	11241151	11276487	11311823	11347159	11382495	11417831	11453167	11488503	11523839	11559175	11594511	11629847	11665183	11700519	11735855	11771191	11806527	11841863	11877199	11912535	11947871	11983207	12018543	12053879	12089215	12124551	12159887	12195223	12230559	12265895	12301231	12336567	12371903	12407239	12442575	12477911	12513247	12548583	12583919	12619255	12654591	12689927	12725263	12760599	12795935	12831271	12866607	12901943	12937279	12972615	13007951	13043287	13078623	13113959	13149295	13184631	13219967	13255303	13290639	13325975	13361311	13396647	13431983	13467319	13502655	13537991	13573327	13608663	13643999	13679335	13714671	13750007	13785343	13820679	13856015	13891351	13926687	13962023	13997359	14032695	14068031	14103367	14138703	14174039	14209375	14244711	14280047	14315383	14350719	14386055	14421391	14456727	14492063	14527399	14562735	14598071	14633407	14668743	14704079	14739415	14774751	14810087	14845423	14880759	14916095	14951431	14986767	15022103	15057439	15092775	15128111	15163447	15198783	15234119	15269455	15304791	15340127	15375463	15410799	15446135	15481471	15516807	15552143	15587479	15622815	15658151	15693487	15728823	15764159	15799495	15834831	15870167	15905503	15940839	15976175	16011511	16046847	16082183	16117519	16152855	16188191	16223527	16258863	16294199	16329535	16364871	16400207	16435543	16470879	16506215	16541551	16576887	16612223	16647559	16682895	16718231	16753567	16788903	16824239	16859575	16894911	16930247	16965583	17000919	17036255	17071591	17106927	17142263	17177599	17212935	17248271	17283607	17318943	17354279	17389615	17424951	17460287	17495623	17530959	17566295	17601631	17636967	17672303	17707639	17742975	17778311	17813647	17848983	17884319	17919655	17954991	17990327	18025663	18060999	18096335	18131671	18167007	18202343	18237679	18273015	18308351	18343687	18379023	18414359	18449695	18485031	18520367	18555703	18591039	18626375	18661711	18697047	18732383	18767719	18803055	18838391	18873727	18909063	18944399	18979735	19015071	19050407	19085743	19121079	19156415	19191751	19227087	19262423	19297759	19333095	19368431	19403767	19439103	19474439	19509775	19545111	19580447	19615783	19651119	19686455	19721791	19757127	19792463	19827800	19863136	19898472	19933808	19969144	20004480	20039816	20075152	20110488	20145824	20181160	20216496	20251832	20287168	20322504	20357840	20393176	20428512	20463848	20499184	20534520	20569856	20605192	20640528	20675864	20711200	20746536	20781872	20817208	20852544	20887880	20923216	20958552	21000000

Fonte: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Censo Demográfico de 1970.

Obs: Os dados são arredondados para cima ou para baixo, dependendo da necessidade.

VALORES DE DENSIDADE DE POPULAÇÃO DE ANIMAIS (N/ha)

espécie	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020																																																																																																																																																																																																																																		
total	1211673	1270357	1293912	1347076	1382412	1417748	1453084	1488420	1523756	1559092	1594428	1629764	1665100	1700436	1735772	1771108	1806444	1841780	1877116	1912452	1947788	1983124	2018460	2053796	2089132	2124468	2159804	2195140	2230476	2265812	2301148	2336484	2371820	2407156	2442492	2477828	2513164	2548500	2583836	2619172	2654508	2689844	2725180	2760516	2795852	2831188	2866524	2901860	2937196	2972532	3007868	3043204	3078540	3113876	3149212	3184548	3219884	3255220	3290556	3325892	3361228	3396564	3431900	3467236	3502572	3537908	3573244	3608580	3643916	3679252	3714588	3749924	3785260	3820596	3855932	3891268	3926604	3961940	3997276	4032612	4067948	4103284	4138620	4173956	4209292	4244628	4279964	4315300	4350636	4385972	4421308	4456644	4491980	4527316	4562652	4597988	4633324	4668660	4703996	4739332	4774668	4809999	4845335	4880671	4916007	4951343	4986679	5022015	5057351	5092687	5128023	5163359	5198695	5234031	5269367	5304703	5340039	5375375	5410711	5446047	5481383	5516719	5552055	5587391	5622727	5658063	5693399	5728735	5764071	5799407	5834743	5870079	5905415	5940751	5976087	6011423	6046759	6082095	6117431	6152767	6188103	6223439	6258775	6294111	6329447	6364783	6400119	6435455	6470791	6506127	6541463	6576799	6612135	6647471	6682807	6718143	6753479	6788815	6824151	6859487	6894823	6930159	6965495	6990831	7026167	7061503	7096839	7132175	7167511	7202847	7238183	7273519	7308855	7344191	7379527	7414863	7450199	7485535	7520871	7556207	7591543	7626879	7662215	7697551	7732887	7768223	7803559	7838895	7874231	7909567	7944903	7980239	8015575	8050911	8086247	8121583	8156919	8192255	8227591	8262927	8298263	8333599	8368935	8404271	8439607	8474943	8510279	8545615	8580951	8616287	8651623	8686959	8722295	8757631	8792967	8828303	8863639	8898975	8934311	8969647	9004983	9040319	9075655	9110991	9146327	9181663	9217000	9252336	9287672	9323008	9358344	9393680	9429016	9464352	9499688	9535024	9570360	9605696	9641032	9676368	9711704	9747040	9782376	9817712	9853048	9888384	9923720	9959056	9994392	10029728	10065064	10100400	10135736	10171072	10206408	10241744	10277080	10312416	10347752	10383088	10418424	10453760	10489096	10524432	10559768	10595104	10630440	10665776	10701112

Indicador	2016	17/1	6/6	11/6	24/6
Brasil	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Argentina	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Chile	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Indicador	2016	17/1	6/6	11/6	24/6
Brasil	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Argentina	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Chile	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

#### COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COMERCIAIS E OPERACIONAIS DO SETOR ELÉTRICO (em milhões de reais)

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				
<b>Outros dados</b>										
Receita operacional por unidade	17,7	29,0	43,0	67,3	69,2	18,9				
Despesa operacional por unidade	15,7	24,1	28,1	25,3	24,9	6,8				
Resultado operacional por unidade	2,0	4,9	14,9	42,0	44,3	12,1				
Resultado não operacional por unidade	7,7	8,2	2,9	11,4	14,7	3,1				
Resultado total por unidade	9,7	13,1	17,8	53,4	59,0	15,2				
<b>Outros dados</b>										
Receita operacional por unidade	17,7	29,0	43,0	67,3	69,2	18,9				
Despesa operacional por unidade	15,7	24,1	28,1	25,3	24,9	6,8				
Resultado operacional por unidade	2,0	4,9	14,9	42,0	44,3	12,1				
Resultado não operacional por unidade	7,7	8,2	2,9	11,4	14,7	3,1				
Resultado total por unidade	9,7	13,1	17,8	53,4	59,0	15,2				

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				

Fonte: Companhia Saneamento de São Paulo (CSA) e Companhia Saneamento de Belo Horizonte (CSBH).

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				

Fonte: Companhia Saneamento de São Paulo (CSA) e Companhia Saneamento de Belo Horizonte (CSBH).

Indicador	2016	17/1	6/6	11/6	24/6
Brasil	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Argentina	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Chile	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

Indicador	2016	17/1	6/6	11/6	24/6
Brasil	4,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Argentina	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Chile	4,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%

#### COMPARAÇÃO DOS RESULTADOS COMERCIAIS E OPERACIONAIS DO SETOR ELÉTRICO (em milhões de reais)

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				

Fonte: Companhia Saneamento de São Paulo (CSA) e Companhia Saneamento de Belo Horizonte (CSBH).

Descrição	2016		2015		2014		2013		2012	
	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
<b>Receita</b>										
Receita operacional	60,7	19,1	13,0	24,3	23,4	64,2				
Receita não operacional	13,2	43,1	12,0	20,1	20,3	9,7				
Receita total	73,9	62,2	25,0	44,4	43,7	73,9				
<b>Despesa</b>										
Despesa operacional	31,2	53,1	71,1	113,9	124,7	25,7				
Despesa não operacional	18,3	48,8	42,2	69,3	92,3	11,2				
Despesa total	49,5	101,9	113,3	183,2	217,0	36,9				
<b>Resultado</b>										
Resultado operacional	29,5	9,0	5,4	30,5	19,0	48,5				
Resultado não operacional	14,7	13,1	4,9	33,9	19,0	8,2				
Resultado total	44,2	22,1	10,3	64,4	38,0	56,7				

Fonte: Companhia Saneamento de São Paulo (CSA) e Companhia Saneamento de Belo Horizonte (CSBH).

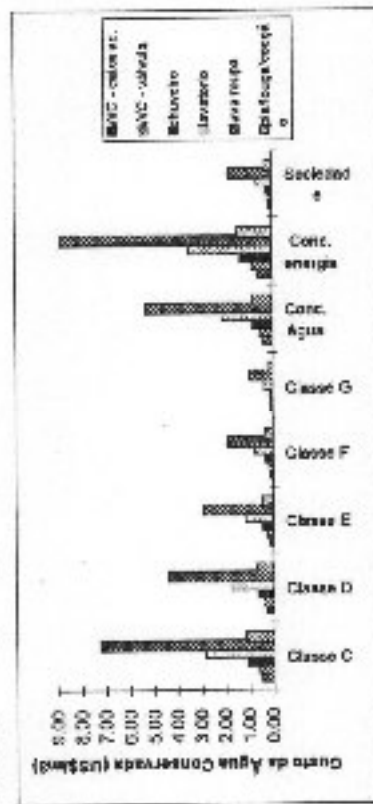


custo da água conservada

	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe A	Classe B	Classe S	Classe T
WC - caixa ac.	0,39	0,06	0,04	0,02	0,01	0,01	0,13	0,07	0,12
WC - valvula	0,29	0,18	0,12	0,08	0,05	0,03	0,36	0,21	0,47
chuveiro	0,71	0,43	0,27	0,19	0,14	0,09	0,86	0,53	0,98
lavatório	1,22	0,74	0,46	0,32	0,24	0,16	1,19	0,74	1,34
lavagem	0,51	0,27	0,16	0,11	0,08	0,05	0,69	0,42	0,74
plataforma	0,28	0,17	0,11	0,08	0,06	0,04	0,35	0,21	0,37

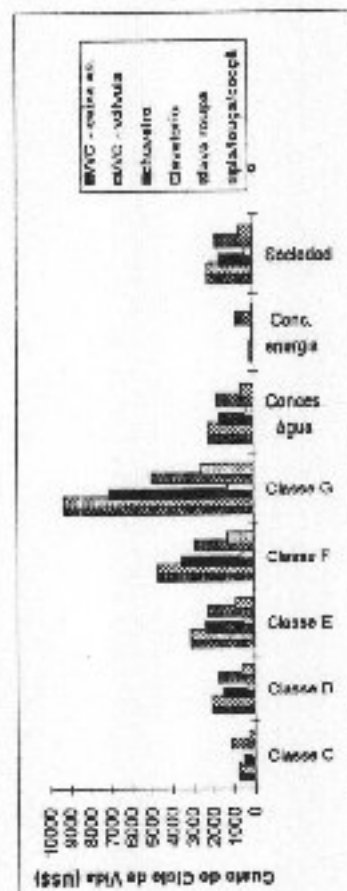
custo da água conservada

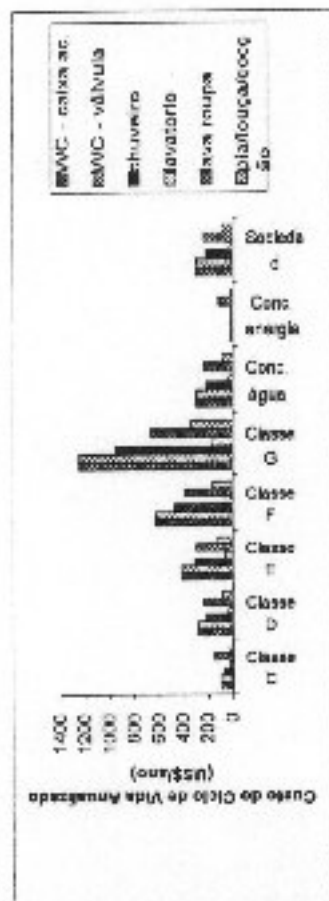
	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe A	Classe B	Classe S	Classe T
WC - caixa ac.	0,49	0,30	0,17	0,10	0,07	0,04	0,43	0,26	0,42
WC - valvula	0,69	0,42	0,26	0,17	0,13	0,09	0,81	0,51	0,77
chuveiro	1,20	0,73	0,45	0,31	0,24	0,16	1,15	0,70	1,28
lavatório	2,07	1,25	0,75	0,52	0,39	0,28	2,09	1,31	2,12
lavagem	1,23	0,74	0,46	0,32	0,24	0,16	1,19	0,74	1,34
plataforma	0,37	0,22	0,14	0,10	0,07	0,05	0,45	0,28	0,48



custo da água conservada

	Classe C	Classe D	Classe E	Classe F	Classe G	Classe A	Classe B	Classe S	Classe T
WC - caixa ac.	0,58	0,32	0,21	0,14	0,10	0,07	0,67	0,42	0,67
WC - valvula	0,78	0,48	0,29	0,19	0,14	0,10	1,27	0,77	1,57
chuveiro	1,61	0,96	0,58	0,41	0,31	0,22	1,58	1,02	1,62
lavatório	2,69	1,62	1,00	0,69	0,52	0,38	2,69	1,74	2,74
lavagem	1,61	1,00	0,61	0,43	0,32	0,23	1,61	1,06	1,61
plataforma	0,61	0,38	0,24	0,16	0,12	0,08	0,74	0,48	0,74

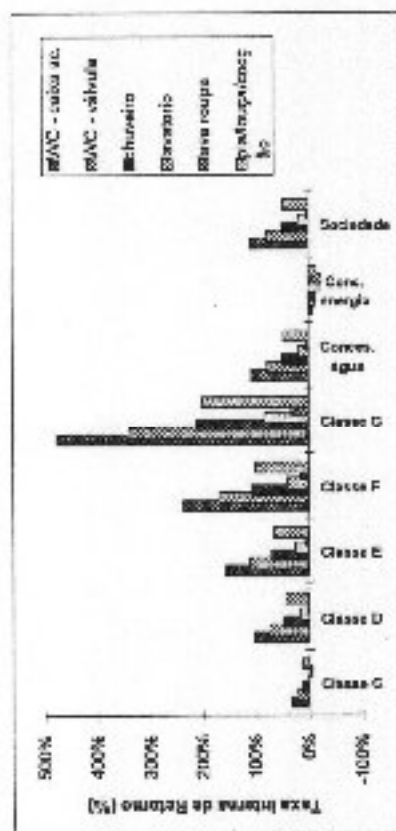




CATEGORIAS DE VIDA ANUALIZADA (US\$ano)						
Clase	Clase D	Clase E	Clase F	Clase G	Clase H	Clase I
MWC - caliza ac.	63	149	217	323	432	538
MWC - vólula	68	156	224	330	438	544
chuveiro	64	152	220	326	434	540
lavadora	22	28	35	42	50	58
lavapropia	58	132	206	315	425	535
plataforma	22	30	40	50	60	70

CATEGORIAS DE VIDA ANUALIZADA (R\$ano)						
Clase	Clase D	Clase E	Clase F	Clase G	Clase H	Clase I
MWC - caliza ac.	181	278	414	623	844	1114
MWC - vólula	185	282	418	627	848	1118
chuveiro	74	200	282	402	548	718
lavadora	33	46	64	81	101	121
lavapropia	164	233	353	507	683	907
plataforma	28	41	57	72	90	110



TAXA INTERNA DE RETORNO (%)						
Clase	Clase D	Clase E	Clase F	Clase G	Clase H	Clase I
MWC - caliza ac.	34%	100%	184%	27%	67%	107%
MWC - vólula	35%	101%	185%	28%	68%	108%
chuveiro	5%	14%	20%	10%	17%	23%
lavadora	1%	1%	2%	1%	1%	2%
lavapropia	13%	45%	85%	10%	17%	23%
plataforma	1%	1%	2%	1%	1%	2%

TAXA INTERNA DE RETORNO (%)						
Clase	Clase D	Clase E	Clase F	Clase G	Clase H	Clase I
MWC - caliza ac.	97%	65%	107%	127%	127%	127%
MWC - vólula	98%	66%	108%	128%	128%	128%
chuveiro	1%	1%	1%	1%	1%	1%
lavadora	1%	1%	1%	1%	1%	1%
lavapropia	8%	17%	27%	27%	27%	27%
plataforma	1%	1%	1%	1%	1%	1%











Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class D	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class E	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class F	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class G	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class H	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class I	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class J	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class K	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class L	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class M	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class N	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class O	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class P	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class Q	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class R	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class S	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class T	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class U	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class V	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class W	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class X	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class Y	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class Z	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class AA	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class AB	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class AC	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class AD	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class AE	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class AF	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class AG	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class AH	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class AI	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class AJ	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class AK	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class AL	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class AM	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class AN	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class AO	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class AP	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class AQ	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class AR	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class AS	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class AT	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class AU	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class AV	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class AW	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class AX	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class AY	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

Klasifikasi	Klasifikasi						Klasifikasi					
	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy	TRD	CAC	CUVAJ	CUVAJ/IBR	Concave	Concave copy
Class AZ	4.9	18.5	1.17	22	31	29%	232	219	161	23	60%	
Class BA	2.2	5.2	0.72	20	31	49%	404	315	228	610	174%	
Class BB	1.8	4.1	0.47	42	217	49%	1972	414	317	377	273%	
Class BC	2.8	2.7	0.20	28	272	197%	1902	503	408	1285	411%	
Class BD	4.2	5.3	0.12	97	246	287%	3245	470	723	2238	321%	
Class BE	2.2	5.9	0.18	24	32	49%			227	431	188%	
Class BF	17.12	48.45	1.82	14	13	23%			122	21	-7%	
Class BG	2.2	3.8	0.25	31	31	49%			42	64	150%	

**HIPÓTESES**

**A - PROJEÇÕES**

Ano Base	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3	Cenário 4
2003	2003	2003	2004	2005

**B - TABELAS**

Custo operacional de aquisição de água - CA  
 Custo de produção e distribuição de água - PC  
 Índice de água recebido por cliente - TA (R\$/m³)

Cenário	2003	2004	2005	2006	2007
CA	2,33	2,45	2,58	2,70	2,82
PC	3,825	3,945	4,065	4,185	4,305
TA	2,16	2,28	2,40	2,52	2,64

Taxa de água e esgoto por dia/m² - TA (R\$/m²/d)

Cenário	2003	2004	2005	2006	2007
TA	2,16	2,28	2,40	2,52	2,64

**C - OUTROS PARÂMETROS**

Saldo	0,0
Saldo de equipamento (investido)	80
Saldo de depreciação (investido)	3,12
Saldo de manutenção (investido)	80
Saldo de capital de giro (investido)	3,124
Saldo de depreciação (investido)	0,5
Saldo de amortização (investido)	0,5

**D - INVESTIMENTOS DE EQUIPAMENTOS E OUTROS INVESTIMENTOS**

Item	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
Equipamento	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Manutenção	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Capital de giro	3,124	3,124	3,124	3,124	3,124
Depreciação	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Amortização	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**E - DISTRIBUIÇÃO DE RECURSOS POR ANO**

Item	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
Equipamento	30%	10%	10%	10%	10%
Manutenção	30%	10%	10%	10%	10%
Capital de giro	2%	1%	1%	1%	1%
Depreciação	15%	5%	5%	5%	5%
Amortização	15%	5%	5%	5%	5%

**F - INVESTIMENTOS DE EQUIPAMENTOS E OUTROS INVESTIMENTOS**

Item	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
Equipamento	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Manutenção	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Capital de giro	3,124	3,124	3,124	3,124	3,124
Depreciação	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Amortização	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

**G - INVESTIMENTOS DE EQUIPAMENTOS E OUTROS INVESTIMENTOS**

Item	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)	Valor (R\$)
Equipamento	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Manutenção	80,0	80,0	80,0	80,0	80,0
Capital de giro	3,124	3,124	3,124	3,124	3,124
Depreciação	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Amortização	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

II - Contorno por tipo de concentração da rede pública no BMSF

IDB	Módulo da concentração		Concentração média (m3/m3)		Concentração máxima	
	Total	%	Total	%	m3/m3	m3/m3
Residência	2055662	59,1%	57922324	84,5%	18,0	18,0
Comércio	355262	9,3%	7251370	10,7%	26,7	26,7
Indústria	21251	0,3%	1627050	2,4%	61,8	61,8
Outros	9218	0,3%	1694955	2,6%	178,0	178,0
Total	3621392		68667837		18,0	18,0

III - Distribuição da capacidade de consumo

IDB	Módulo da capacidade		Capacidade média (m3/m3)		Capacidade máxima	
	Total	%	Total	%	m3/m3	m3/m3
Residência	4317747	68,1%	57762540	84,5%	13,2	13,2
Comércio	66232	0,3%	3448324	10,7%	18,0	18,0
Indústria	46847	0,3%	1648684	2,4%	40,3	40,3
Outros	12431	0,3%	1711177	2,5%	138,1	138,1
Total	4720257		68762825		14,7	14,7

I - Distribuição da capacidade consumida e reservada por fuso

IDB	Consumo		Reserva		Capacidade	
	m3	%	m3	%	m3	%
A	86	0,0%	216	0,0%	23	0,0%
B	176	0,0%	473	0,0%	44	0,0%
C	376	0,0%	1013	0,0%	93	0,0%
D	206	0,0%	553	0,0%	51	0,0%
E	126	0,0%	337	0,0%	31	0,0%
F	36	0,0%	94	0,0%	9	0,0%
G	26	0,0%	68	0,0%	6	0,0%
Total	1060	100%	2668	100%	268	100%

PROJEÇÃO DE FUSOS

IDB	Consumo		Reserva		Capacidade	
	m3	%	m3	%	m3	%
A	86	0,0%	216	0,0%	23	0,0%
B	176	0,0%	473	0,0%	44	0,0%
C	376	0,0%	1013	0,0%	93	0,0%
D	206	0,0%	553	0,0%	51	0,0%
E	126	0,0%	337	0,0%	31	0,0%
F	36	0,0%	94	0,0%	9	0,0%
G	26	0,0%	68	0,0%	6	0,0%
Total	1060	100%	2668	100%	268	100%

PROJEÇÃO DE FUSOS

IDB	Consumo		Reserva		Capacidade	
	m3	%	m3	%	m3	%
A	86	0,0%	216	0,0%	23	0,0%
B	176	0,0%	473	0,0%	44	0,0%
C	376	0,0%	1013	0,0%	93	0,0%
D	206	0,0%	553	0,0%	51	0,0%
E	126	0,0%	337	0,0%	31	0,0%
F	36	0,0%	94	0,0%	9	0,0%
G	26	0,0%	68	0,0%	6	0,0%
Total	1060	100%	2668	100%	268	100%

PROJEÇÃO DE FUSOS

IDB	Consumo		Reserva		Capacidade	
	m3	%	m3	%	m3	%
A	86	0,0%	216	0,0%	23	0,0%
B	176	0,0%	473	0,0%	44	0,0%
C	376	0,0%	1013	0,0%	93	0,0%
D	206	0,0%	553	0,0%	51	0,0%
E	126	0,0%	337	0,0%	31	0,0%
F	36	0,0%	94	0,0%	9	0,0%
G	26	0,0%	68	0,0%	6	0,0%
Total	1060	100%	2668	100%	268	100%



207  
 2017  
 2018

CONTRIBUCIÓN DEL COMERCIO DE BÚLTAS POR CADA NO. AL INCREMENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) EN EL 2017  
 (MILLONES DE DÓLARES)

CONTRIBUCIÓN DEL COMERCIO DE BÚLTAS POR CADA NO. AL INCREMENTO DEL PRODUCTO INTERNO BRUTO (PIB) EN EL 2018  
 (MILLONES DE DÓLARES)

	A	B	C	D	E	F	G
total aumento	93373.9	102351.2	137028.2	61232.4	24828.9	29281.1	22625.1
comercio	29%	32%	42%	75%	82%	88%	87%
servicios	7%	12%	16%	26%	34%	42%	44%
industria	12%	20%	26%	49%	48%	46%	43%
agricultura	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
transporte	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
energía	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
construcción	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
comercio	18%	18%	18%	18%	18%	18%	18%
total	25.1	31.6	41.6	19.6	11.4	13.2	10.6

	A	B	C	D	E	F	G
total aumento	64113.1	107079.2	160748.2	62103.1	33010.4	39448.8	24079.6
comercio	28%	33%	43%	73%	80%	84%	83%
servicios	7%	13%	18%	30%	39%	47%	49%
industria	13%	21%	27%	50%	49%	47%	45%
agricultura	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
transporte	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
energía	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
construcción	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
comercio	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%
total	25.1	32.4	43.6	19.2	10.4	12.7	10.1

	A	B	C	D	E	F	G
total aumento	34113.1	107079.2	160748.2	62103.1	33010.4	39448.8	24079.6
comercio	28%	33%	43%	73%	80%	84%	83%
servicios	7%	13%	18%	30%	39%	47%	49%
industria	13%	21%	27%	50%	49%	47%	45%
agricultura	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
transporte	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
energía	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
construcción	1%	1%	1%	1%	1%	1%	1%
comercio	17%	17%	17%	17%	17%	17%	17%
total	25.1	32.4	43.6	19.2	10.4	12.7	10.1





Fig. 3. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1981-82)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	6,0	19,6	42,2	44,1	27,1	8,2	2,2
chirrido	2,6	18,5	42,3	32,7	20,7	3,9	18,3
heno seco	0,8	4,4	16,3	3,8	3,6	4,9	17,4
heno campo	2,7	14,4	26,4	23,7	13,1	7,8	18,1
plataje	1,6	5,7	21,7	21,5	7,1	2,7	14,4
total heno	15,6	65,5	244,2	123,3	70,6	18,9	15,8

Fig. 4. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1983-84)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	6,1	24,0	43,8	44,9	27,6	6,6	7,9
chirrido	4,6	19,8	64,3	34,9	21,0	7,1	4,1
heno seco	0,2	5,4	11,3	3,9	3,6	4,9	0,7
heno campo	2,7	13,9	27,1	23,1	12,3	9,0	2,4
plataje	1,6	6,8	22,3	11,8	7,4	1,7	1,4
total heno	15,9	67,8	239,2	117,0	71,0	17,7	12,9

Fig. 5. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1985-86)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	6,11	6,68	1,86	1,01	6,84	0,45	3,12
chirrido	6,11	6,68	1,87	1,06	6,85	0,44	3,13
heno seco	6,11	6,64	1,84	0,97	6,83	0,61	3,31
heno campo	6,11	6,32	1,79	0,96	6,74	0,66	3,35
plataje	6,11	6,09	1,75	0,94	6,68	0,60	3,32
total heno	6,08	1,95	7,41	3,68	1,85	0,38	3,32

Fig. 6. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1987-88)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	0,9	0,96	1,19	0,9	0,98	0,99	0,97
chirrido	0,9	0,97	1,18	0,98	0,98	0,98	0,98
heno seco	0,91	0,92	0,98	0,94	0,95	0,91	0,98
heno campo	0,92	0,93	0,92	0,93	0,91	0,94	0,93
plataje	0,91	0,92	0,93	0,98	0,97	0,91	0,97
total heno	0,92	0,95	2,08	1,91	0,98	0,92	0,98

Fig. 7. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1989-90)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	9,5	26,9	124,2	44,9	42,5	13,2	4,2
chirrido	7,5	31,1	106,2	23,8	32,0	7,9	4,1
heno seco	1,2	5,1	16,2	4,4	5,6	2,2	1,6
heno campo	4,1	17,5	69,3	20,5	18,7	1,5	2,6
plataje	2,5	10,1	30,7	17,5	16,7	2,3	2,1
total heno	23,3	104,8	318,4	179,3	106,1	28,1	21,3

Fig. 8. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1989-90)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	10,513,3	18,524,7	33,928,9	18,971,7	44,417,5	7,018,4	42,32,2
chirrido	6,7%	8,8%	12,2	0,87	3,40	0,10	0,88
heno seco	3,9%	4,8%	4,08	0,84	3,09	0,01	0,81
heno campo	4,7%	8,14	4,26	0,24	8,13	0,04	0,82
plataje	3,9%	8,81	4,15	0,69	8,02	0,01	0,81
total heno	4,24	8,89	3,18	1,70	3,04	0,29	0,73

Fig. 9. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1991-92)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	0,69	0,73	0,74	0,70	0,74	0,70	0,65
chirrido	0,69	0,74	0,77	0,69	0,72	0,69	0,65
heno seco	0,68	0,68	0,67	0,69	0,62	0,68	0,60
heno campo	0,69	0,67	0,67	0,69	0,69	0,62	0,60
plataje	0,69	0,68	0,69	0,69	0,65	0,61	0,61
total heno	0,68	0,69	1,91	1,02	0,65	0,62	0,62

Fig. 10. Diferencias porcentuales de energía por unidad de proteína por tecnología (MWh/ha) (1993-94)

	A	B	C	D	E	F	G
heno cubado	5,4	48,2	129,7	49,5	42,7	10,2	8,7
chirrido	7,9	21,9	101,5	31,4	24,0	8,8	6,4
heno seco	1,2	1,1	16,1	4,8	5,4	1,3	1,0
heno campo	4,2	17,8	57,3	20,7	12,8	6,5	4,6
plataje	2,4	10,2	32,8	17,6	10,8	2,4	2,1
total heno	21,2	204,8	237,7	141,0	111,2	26,3	21,4

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	7,5	25,6	75,9	46,7	22,9	6,0	4,8	181,5
churn	4,4	18,3	49,6	31,4	16,4	4,7	3,7	141,6
novos	6,0	2,8	8,7	5,2	3,2	0,8	0,9	79,3
total grupo	3,6	30,4	23,7	18,8	31,1	2,7	2,1	80,5
participação	1,8	6,8	19,4	10,4	6,4	1,5	1,2	46,5
total grupo	16,4	61,4	187,7	106,1	63,1	13,6	12,9	472,7

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	4,4	13,2	40,3	24,9	11,1	3,9	6,7	178,1
churn	1,2	17,8	127,1	89,3	4,4	4,5	3,7	127,8
novos	4,7	3,8	9,6	9,2	6,6	8,8	6,6	32,8
total grupo	2,1	18,3	33,2	17,8	18,8	2,5	2,1	73,2
participação	1,1	8,9	20,2	18,3	5,3	1,8	1,2	46,1
total grupo	11,3	68,3	194,2	164,2	64,8	15,1	22,2	461,8

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	29,0	29,0	318	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
churn	1,8	1,8	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1	18,1
novos	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1	3,1
total grupo	4,9	4,9	24,3	34,3	34,3	34,3	34,3	34,3
participação	2,4	2,4	12,1	17,1	17,1	17,1	17,1	17,1
total grupo	12,3	12,3	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6	61,6

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	5,4	48,8	122,5	62,7	42,2	16,2	6,2	290,2
churn	7,2	28,4	93,2	31,8	31,4	7,8	6,2	123,1
novos	1,2	1,5	11,7	7,4	7,6	1,5	1,2	39,9
total grupo	4,2	17,5	27,7	28,5	19,8	4,6	2,7	120,8
participação	2,1	10,2	20,4	16,3	11,2	2,7	2,2	79,3
total grupo	2,1	19,2	32,3	17,2	11,6	2,6	2,1	89,0

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	5,5	29,0	72,4	29,0	29,0	5,1	4,9	179,1
churn	4,1	18,3	67,1	29,0	29,0	4,7	2,7	128,2
novos	8,7	3,2	6,1	5,0	3,1	3,8	6,6	32,8
total grupo	2,4	13,7	31,6	18,6	18,1	2,7	2,2	72,1
participação	1,2	6,8	15,8	9,3	9,1	1,4	1,3	36,1
total grupo	1,1	6,9	15,8	10,7	6,1	1,3	1,1	36,0

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	2,9	2,9	318	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
churn	2,8	2,8	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1
novos	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
total grupo	5,7	5,7	28,4	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1
participação	2,8	2,8	14,2	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
total grupo	8,5	8,5	42,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6

ANÁLISE DE ESTABILIDADE DO SETOR DE EMPRESAS EM SETORES DE ALTA TECNOLOGIA: O CASO DA INDÚSTRIA DE EQUIPAMENTOS DE TELECOMUNICAÇÃO (1993-2001)

	A	B	C	D	E	F	G	H
total vendas	2,9	2,9	318	30,5	30,5	30,5	30,5	30,5
churn	2,8	2,8	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1	28,1
novos	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
total grupo	5,7	5,7	28,4	31,1	31,1	31,1	31,1	31,1
participação	2,8	2,8	14,2	15,5	15,5	15,5	15,5	15,5
total grupo	8,5	8,5	42,6	46,6	46,6	46,6	46,6	46,6



	2008	2009	2010	2011
Receita operacional	178	181	206	211,2
Depreciação	128	140	147	158
Impostos	22	21	21	22
Provisões	12	8	8	8
Outros	4	4	4	4
Resultado líquido	47	48	48	59

**CENÁRIO EFICIENTE SOBRE NOVOS INVESTIMENTOS E TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO**

110 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO (MÉDIA DE 12 MÊSES)  
 (MILHÕES DE DÓLARES)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Receita operacional	90%	6,6	26,6	118,1	64,5	48,8	248,1	7,9	41	10,9	29,3,3
Depreciação	65%	7,6	29,3	97,8	49,9	31,6	253,9	6,1	29,3	7,9	20,3,3
Impostos	25%	1,3	5,0	11,8	6,0	4,5	36,8	1,6	7,6	1,3	3,6,8
Provisões	15%	0,6	2,1	5,0	2,8	1,8	12,1	0,5	2,1	0,6	1,6,8
Outros	25%	3,5	13,6	31,8	15,0	10,6	73,2	2,6	12,1	3,5	9,3,2
Resultado líquido	25,2	10,2	30,2	102,2	52,2	30,2	253,2	2,6	12,1	25,2	65,2

111 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO DE BAIXO RISCO (MÉDIA DE 12 MÊSES)

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Receita operacional	4,1	20,2	72,1	21,1	21,6	21,6	172,9	4,7	55	4,7	12,9
Depreciação	4,2	17,5	52,8	20,9	19,8	4,6	133,3	3,7	46	3,7	10,3,3
Impostos	0,7	3,6	8,9	4,3	3,2	0,8	21,9	0,6	21,9	0,6	5,3,3
Provisões	2,1	10,2	20,2	10,8	10,9	2,0	5,4	2,1	10,4	2,1	5,4
Outros	3,4	6,8	17,9	5,6	5,2	1,2	13,9	1,2	6,8	1,2	3,9
Resultado líquido	11,3	6,2	11,0	9,1	6,3	15,1	19,2	12,2	61,4	15,1	49,2

112 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO DE BAIXO RISCO (MÉDIA DE 12 MÊSES)

	2008	2009	2010	2011
Receita operacional	178	178	178	181
Depreciação	128	140	140	140
Impostos	22	21	21	22
Provisões	12	8	8	8
Outros	4	4	4	4
Resultado líquido	47	48	48	47

113 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO DE BAIXO RISCO (MÉDIA DE 12 MÊSES)

	2008	2009	2010	2011
Receita operacional	178	178	178	181
Depreciação	128	140	140	140
Impostos	22	21	21	22
Provisões	12	8	8	8
Outros	4	4	4	4
Resultado líquido	47	48	48	47

**CENÁRIO DE RENDIMENTO FIXO - MEDIÇÃO DE 5% DO CONSUMO ATUAL**

114 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO

	2008	2009	2010	2011
Receita operacional	178	178	178	181
Depreciação	128	140	140	140
Impostos	22	21	21	22
Provisões	12	8	8	8
Outros	4	4	4	4
Resultado líquido	47	48	48	47

115 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO DE BAIXO RISCO (MÉDIA DE 12 MÊSES)

	A	B	C	D	E	F	G
Receita operacional	8,2	29,3	101,6	41,6	41,6	10,9	29,3,3
Depreciação	7,1	26,5	95,8	31,1	31,1	7,9	20,3,3
Impostos	1,3	5,0	11,8	6,0	4,5	1,3	3,6,8
Provisões	0,6	2,1	5,0	2,8	1,8	0,6	1,6,8
Outros	3,1	12,1	30,6	10,6	10,6	3,1	7,9,2
Resultado líquido	21,8	10,2	31,8	10,2	10,2	21,8	65,2

116 - 2010  
 RESULTADO LÍQUIDO COMPOSTO DE ALTA PERFORMANCE EM TÍTULOS DE RENDIMENTO FIXO DE ALTO RISCO E DE RENDIMENTO FIXO DE BAIXO RISCO (MÉDIA DE 12 MÊSES)

	A	B	C	D	E	F	G
Receita operacional	5,4	22,6	72,5	22,5	22,5	6,8	17,9
Depreciação	4,7	18,5	57,2	18,4	18,4	5,7	14,3,3
Impostos	0,8	3,0	7,8	4,3	4,3	0,8	2,0,3
Provisões	2,1	10,4	21,8	10,4	10,4	2,1	5,4
Outros	1,4	6,0	15,2	5,7	5,7	1,4	3,6,8
Resultado líquido	10,4	61,4	308,3	100,9	100,9	10,4	49,2

306-194  
 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE ALTA MORTALIDAD POR LAS DEPENDENCIAS ANTIGUAS ACTUANDO EN EL PRIMER SEMESTRE  
 (Miles de \$/ha)

	A	B	C	D	E	F	G
Soda caudata	84	41.5	125.7	66.5	42.7	18.2	8.2
Algarrobo	7.3	9.7	98.5	22.8	53.4	8.3	6.4
Leucobatis	1.3	5.1	17.2	8.2	5.4	1.3	1.8
Acacia mangium	4.8	17.8	54.1	29.8	18.8	4.3	3.4
Algarrobo	2.4	24.2	30.3	16.2	18.8	2.6	2.1
Total	115	104.8	322.0	172.6	131.2	28.7	21.4

306-195  
 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE ALTA MORTALIDAD POR LAS DEPENDENCIAS ANTIGUAS ACTUANDO EN EL SEGUNDO SEMESTRE  
 (Miles de \$/ha)

	A	B	C	D	E	F	G
Soda caudata	57	24.2	74.2	38.8	25.6	6.1	4.9
Algarrobo	4.4	15.9	59.1	31.7	28.0	4.8	3.6
Leucobatis	0.7	3.1	9.1	4.9	3.2	0.8	0.6
Acacia mangium	2.2	18.7	28.2	17.4	11.3	2.7	2.1
Algarrobo	1.4	6.1	18.2	9.8	6.5	1.4	1.1
Total	65.7	62.9	183.2	103.6	66.7	16.0	12.9

306-196  
 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE ALTA MORTALIDAD POR LAS DEPENDENCIAS ANTIGUAS ACTUANDO EN EL PRIMER SEMESTRE  
 (Miles de \$/ha)

	A	B	C	D	E	F	G
Soda caudata	8.5	26.8	122.5	65.7	42.2	18.2	8.5
Algarrobo	7.5	31.1	172	51.1	35.8	7.8	6.1
Leucobatis	1.3	5.1	15.1	8.1	4.1	1.3	1.8
Acacia mangium	4.1	17.6	57.7	29.8	18.7	4.5	3.6
Algarrobo	2.4	18.1	28.3	16.2	18.7	2.6	2.1
Total	21.2	103.8	316.9	178.8	118.3	38.4	21.2

306-197  
 DISTRIBUCIÓN DE COSTOS DE ALTA MORTALIDAD POR LAS DEPENDENCIAS ANTIGUAS ACTUANDO EN EL SEGUNDO SEMESTRE  
 (Miles de \$/ha)

	A	B	C	D	E	F	G
Soda caudata	5.4	23.9	73.5	36.1	25.1	6.1	4.9
Algarrobo	4.4	18.7	63.3	31.2	18.8	4.8	3.6
Leucobatis	0.7	3.1	9.1	4.9	3.2	0.8	0.6
Acacia mangium	2.2	18.5	28.2	17.4	11.3	2.7	2.1
Algarrobo	1.4	6.1	18.2	9.8	6.5	1.4	1.1
Total	14.4	62.7	191.2	103.8	63.1	15.9	12.9





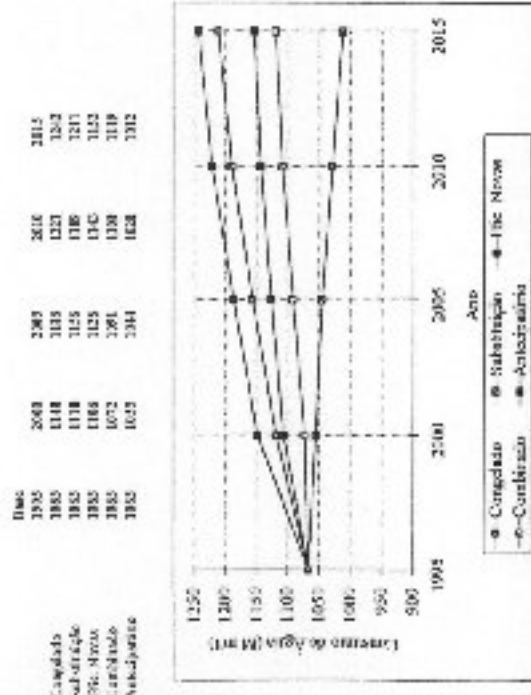




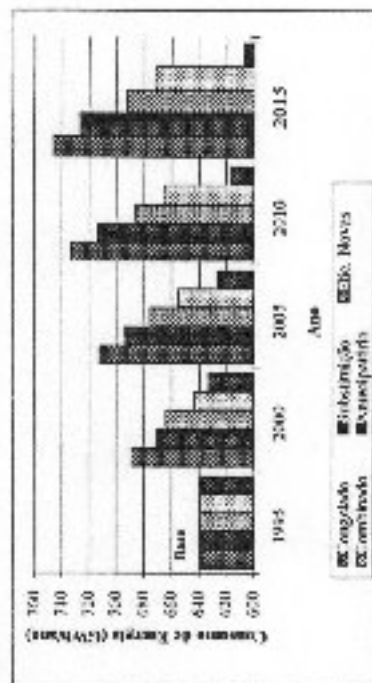


DEMANDA TOTAL DE AGUA (M<sup>3</sup>/a) POR CENARIO

10,0%  
30,0%



Año	1995	2000	2005	2010	2015
Crecimiento	638	689	732	773	813
Substitución	638	671	693	711	725
Autodesarrollo	638	664	678	684	692
Inocuas Nuevas	638	643	655	663	671



## COSTO INCREMENTAL DE AGUA E ENERGÍA PARA CADA CENARIO

BASE	1995	Crecimiento	Substitución	Autodesarrollo	Inocuas Nuevas	Autodesarrollo
Agua (Crecimiento/2000)	0	112	118	117	117	229
Agua (Crecimiento/2005)	0	4	20	15	15	31
Agua (Substitución/2000)	99	49	51	44	43	33
Agua (Substitución/2005)	0	4	18	15	15	15
Agua (Autodesarrollo/2000)	322	203	273	213	213	301
Agua (Autodesarrollo/2005)	0	0	12	11	11	11
Costo (Inocuas Nuevas/2000)	0	6	17	121	122	172
Costo (Inocuas Nuevas/2005)	0	6	1	2	2	3
Incremento (Crecimiento/2000)	0	6	13	9	13	13
Incremento (Crecimiento/2005)	0	0	3	3	3	3

Agua (Crecimiento/2000)

Agua (Crecimiento/2005)

Agua (Substitución/2000)

Agua (Substitución/2005)

Agua (Autodesarrollo/2000)

Agua (Autodesarrollo/2005)

Costo (Inocuas Nuevas/2000)

Costo (Inocuas Nuevas/2005)

Incremento (Crecimiento/2000)

Incremento (Crecimiento/2005)

BASE	1995	Crecimiento	Substitución	Autodesarrollo	Inocuas Nuevas	Autodesarrollo
Agua (Crecimiento/2000)	0	112	118	117	117	229
Agua (Crecimiento/2005)	0	4	20	15	15	31
Agua (Substitución/2000)	99	49	51	44	43	33
Agua (Substitución/2005)	0	4	18	15	15	15
Agua (Autodesarrollo/2000)	322	203	273	213	213	301
Agua (Autodesarrollo/2005)	0	0	12	11	11	11
Costo (Inocuas Nuevas/2000)	0	6	17	121	122	172
Costo (Inocuas Nuevas/2005)	0	6	1	2	2	3
Incremento (Crecimiento/2000)	0	6	13	9	13	13
Incremento (Crecimiento/2005)	0	0	3	3	3	3

Agua (Crecimiento/2000)

Agua (Crecimiento/2005)

Agua (Substitución/2000)

Agua (Substitución/2005)

Agua (Autodesarrollo/2000)

Agua (Autodesarrollo/2005)

Costo (Inocuas Nuevas/2000)

Costo (Inocuas Nuevas/2005)

Incremento (Crecimiento/2000)

Incremento (Crecimiento/2005)

H.15.1	E.15.1				E.15.2				E.15.3			
	Comprada	Subarrendada	EBE-Normas combinadas	Arrendada	Comprada	Subarrendada	EBE-Normas combinadas	Arrendada	Comprada	Subarrendada	EBE-Normas combinadas	Arrendada
Agua Comarcal (Maz)	1645	1231	1189	1142	78	157	118	103	1301	1211	1153	1032
Agua Comarcal (Maz)	0	0	42	42	0	157	118	103	0	32	39	251
Labradillo Comarcal (M)	678	573	714	585	585	617	685	617	0	726	693	637
Labradillo Comarcal (L)	0	0	19	47	47	118	41	118	0	39	51	14
Caixa e Agua (M) (193)	3123	3077	2483	2518	2518	3017	3117	3017	2122	2517	3380	2939
Caixa e carga (M) (193)	0	0	46	46	46	46	46	46	48	47	43	42
Caixa cobrada e Agua (M)	0	0	95	229	229	200	200	200	0	49	262	293
Caixa cobrada e carga (L)	0	0	0	1	1	4	4	4	0	1	3	3
Fronteira Comarcal (M)	0	0	125	3	3	197	197	197	0	137	0	28
Fronteira Comarcal (L)	0	0	0	3	3	0	0	0	0	0	0	0







Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2006	81	112	216	263
2007	84	107	207	267
2010	84	206	303	373
2015	84	242	302	393

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2008	1	2	3	3
2007	1	2	3	3
2010	1	2	4	7
2015	1	2	4	8

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2008	86	128	220	248
2007	85	108	234	264
2010	85	211	304	350
2015	85	220	302	386

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2008	126	308	1825	1331
2007	126	311	1391	1071
2010	127	865	1311	808
2015	125	1174	1077	5052

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
1998	375	125	125	163
1995	4	4	74	74
2010	4	4	74	74
2015	2	2	48	48

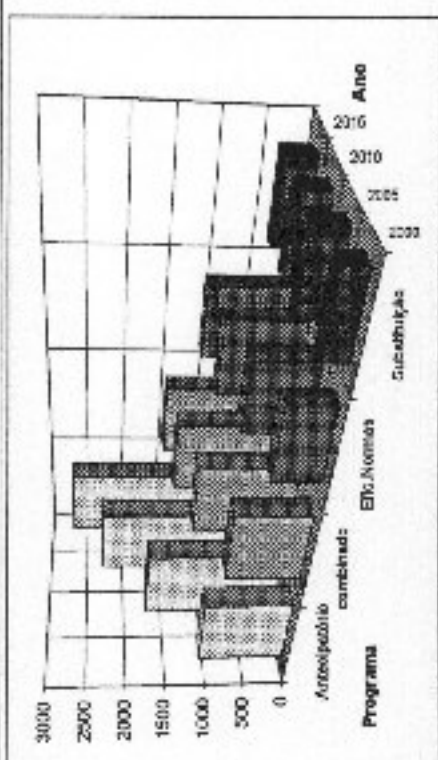
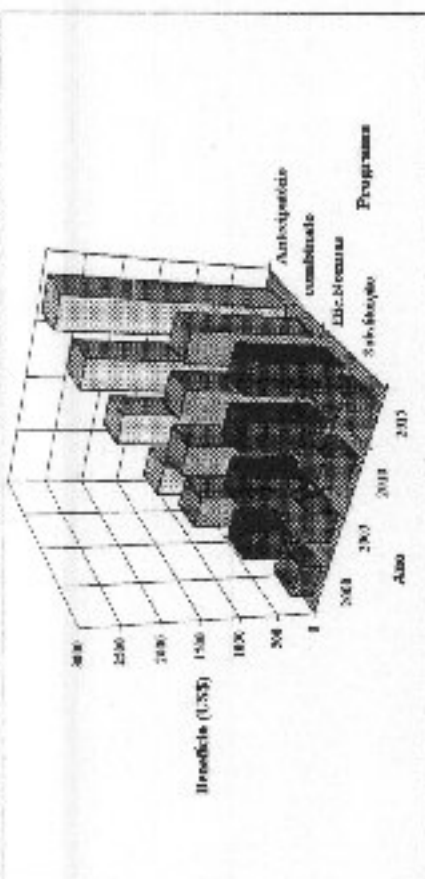
Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2008	202	278	308	1177
2005	421	441	1201	1887
2010	422	1026	1521	2021
2015	421	1374	1627	2881

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
2008	272	221	272	1690
2007	279	208	1149	1987
2010	281	408	1369	2272
2015	279	1026	1444	2889

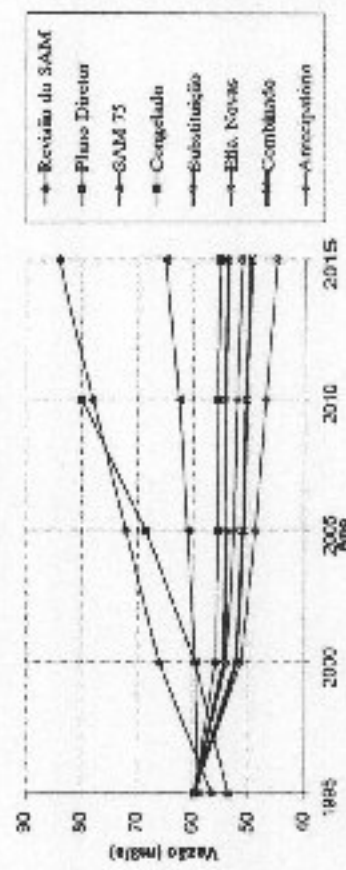
Índice de perda	2697	2008	2683	2610	80,5
Índice de consumo	28%	20%	20%	20%	20%
Consumo total (MWh) - lançado total (MWh)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001

Demanda Total de água (m³) por conexão

Ano	Substituição	ETC/Normal	combustível	Antecipatório
1995	2693	2008	2683	2610
2008	71	71	78	81
2010	54	69	83	83
2015	29	61	62	62
2017	58,71	46,24	59,77	73,23
2018	58,71	54,01	54,11	71,70
2019	58,71	51,36	52,81	71,27
2020	58,71	52,17	52,41	69,61
2021	58,71	48,78	48,83	61,80



Comparação dos estudos de projeção de demanda  
redução do índice de perdas



**BIBLIOGRAFIA**



- Airolidi, E. et al. O Rodizio no Abastecimento de Água na RMSP. *Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, RN, Vol. 2, Tomo II, Setembro, 1993 .p504-522.
- Almeida Neto, L.P. Alternativa de Utilização de Tarifa Horo-sazonal para Redução de Custos de Energia Elétrica. *Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, RN, Vol. 2, Tomo II, Setembro, 1993.p.523-536.
- Alonso, L.R. Controle e Desenvolvimento Operacional. Ações da SABESP na região Metropolitana de São Paulo. *Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*, IPT, São Paulo, Outubro.1986. p. 101-130
- Araujo, J.L. Modelos de Energia para planejamento, COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, setembro, 1988.
- Behling, P.J. & Bartilucci, N.J. Potencial Impact of Water-Efficient Plumbing Fixtures on Office Water Consumption. *Journal American Water Works Association (AWWA)*, October, 1992. p.74-78.
- Berry, L.G. & Brown, M. Participation of the elderly in residential conservation programmes in: *Energy Policy*, 16(2),1988. p. 152-163.
- Borba, Jr. E.F. Programa Especial de Redução de Perdas 198/83 na RMSP. *Revista DAE*, 119: 88-96, 1978.
- Borges, P.R. & Onofre, R.M.S. Setores de Abastecimento e o Controle das Perdas de Água na região Metropolitana de São Paulo. *Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, RN, Vol. 2, Tomo II, Setembro, 1993.
- Borges, P.R. Indicadores de Desempenho para Controle de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água. *Anais do 15º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Belém, Pará, Vol. 2, Tomo I, Setembro, 1989.
- Bruvold, W.H. and Mitchell, P.R. Evaluating the effect of residential water audits, *Journal of American Water Works Association (AWWA)*, august 1993. pp. 79-84.
- Cardia, N.G. O comportamento de conservação de água: subsídios teóricos para campanhas educativas de redução de consumo in: *Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*, São Paulo, 1986. Anais p. 179-195.
- Cassiano Filho, A. & Orsati, W.A. Redução de Custos de Energia Elétrica através da Reservação de Água, permitindo aplicação da Tarifa Horo-sazonal. *Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Natal, RN, Vol. 2, Tomo II, Setembro, 1993.p.670-682.
- CELITE, Catálogos do fabricante.
- CETESB, *Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água*, Vol. I, 2 ed., São Paulo, 1978.
- Constanzo, M. et al. Conservation Behavior - the difficult path from informations to action in: *American Psychologist*, 41(5), 1986., p. 521-528
- Cook, S.W. & Berrenberger, J.L. Approaches to encouraging conservation behaviour: a review of conceptue framework, *Journal os Social Times*, 37 (2): 73-107, 1981.
- Darley, J.M. & Beniger, J.R. Diffusion of energu-conserving innovations, *Journal of Social Issues*, 37 (2): 150-171, 1981.
- Portaria Nº 379, 25 abril de 1994 (Diário Oficial, Nº 80, 29 ABR 1994)
- DOCOL, Catálogos do fabricante.
- Dutt, G.S. *Techniques for End-Use Electricity Analysis and Conservation Program Design and Evaluation: A Manual*, Volume A: Technical and Economic End-Use Analysis, Princeton, NJ, 1992.
- Edney, J.J. The commons problem-alternative perspectives, in *American Psychologist*, 32(5), 1980. p.131-150.

- Eletrobrás, **Plano Decenal de Expansão**, período 1994 a 2003
- Eletrópaulo, **Anuário de Tarifas de Energia Elétrica**, 1993.
- Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo S.A. (Emplasa), **Sumário de dados da Grande São Paulo**, Secretaria do Estado dos Negócios Metropolitanos (SNM), 1992.
- Flack, E. **Urban Water Conservation: Increasing Efficiency-in-use Residential Water Demand**, American Society of Civil Engineers (ASCE), New York, 1982.
- Garcia, A. Programa de Uso Eficiente de Água da Cidade do México, **Anais do Seminário Internacional CIB W 62 Instalações hidráulicas e saneamento para regiões em desenvolvimento**, São Paulo, Setembro, 1987.
- Geller, H.S. **Efficient electricity use: a development strategy for Brazil**, American Council for an Energy Efficient Economy, Washington, 1991.
- Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo(IPT), **Consumo urbano de água e alternativas de conservação**, relatório 23363, São Paulo, 1986.
- Jannuzi, G. et al. **Estabelecendo um programa de iluminação eficiente para o setor residencial** Convênio Funcamp/636.2, Campinas, dezembro,1992;
- Konon, T.P. **A conservação da água e seu impacto nos sistemas hidráulicos prediais**, Notas do curso de pós-graduação ministrado na Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, maio, 1995.
- Lant, C.L. **The Social Acceptability of Water Conservation in Springfield, Ill.** *Journal American Water Works Association (AWWA)*, August, 1993, p.85-89.
- Maddaus, W.O. **Water Conservation**, *Journal of the American Water Works Association (AWWA)*, Denver, 1987, p. 67-73.
- Mann, P.C. **Reform in costing and pricing water**, *Journal of the American Water Works Association (AWWA)*, March, 1987, p.43-45.
- Manzione, M.; Jordan, B.; and Maddaus, W.O. **California industries cut water use**, *Journal of American Water Works Association (AWWA)*, october, 1991, pp 55-61.
- Montenegro, M.H.F. **Vazão em Instalações Hidráulicas Prediais e Consumo Domiciliar na Cidade de São Paulo**, **Anais do Seminário Internacional CIB W 62 Instalações hidráulicas e saneamento para regiões em desenvolvimento**, São Paulo, Setembro, 1987.
- Montenegro, M.H.F. & Silva, R.T. **Economia de água quadro de necessidades e linhas de ação in: Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público**, São Paulo, 1986 Anais p. 7-26.
- Morgan, W.D. **The economics of water conservation**, **Proceedings of the conference on water conservation: needs and implementing strategies**, American Society of Civil Engineers, New York, 1979.
- Neves, E.T. **Curso de Hidráulica**, Globo, 2ª ed., Porto Alegre, 1970.
- Nucci, N.L.R. **Aproveitamento dos Recursos Hídricos na Região Metropolitana de São Paulo**, in **Política e Gestão de Recursos Hídricos no Estado de São Paulo**, Secretaria do Meio Ambiente, junho, 1993, p9-33.
- Olsen, D. & Highstreet, A.L. **Socioeconomic Factors Affecting Water Conservation in Southern Texas**, *Journal American Water Works Association (AWWA)*, March, 1987, p.59-68.
- Olsen, M. **Consumers attitudes toward energy conservation in: Journal of Social Issues**, 37(2),1981, p. 108-131.
- Pereto, A.S. & Borges Neto, A.G. **Uso Racional de Motores como forma de Conservação de Energia** **Anais do 17º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental**, Natal, RN, Vol.2, Tomo II, Setembro, 1993.

- Petola, M. Better energy efficiency with variable speed drives, *ABB Review*, Aug., 9 1991, pp 17-22.
- Ploesser, J.H., Pike, C.W., and Kobrick, D. Nonresidential water conservation: a good investment, *Journal of American Water Works Association (AWWA)*, October, 1992, pp. 65-73.
- Reddy, A. A case study of electricity planning in Karnataka. *Parisian Annual Lecture*, 1990.
- Reddy, A. Barriers to improvements in energy efficiency in: *International Workshop on Reducing Carbon Emissions from the Developing World: Assessment of Benefits, Cost and Barriers*, California, 1991, p. 1-34.
- Roddy, B.S. The Energy Sector of the metropolis of Bangalore, Ph.D. diss. submission, Indian Institute of Science, July, 1990.
- Rubi, J.T. Programa de Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Mexico, *Anais do Simpósio Internacional sobre Economia de Água de Abastecimento Público*, IPT, São Paulo, Outubro, 1986, p. 131-176.
- SABESP. Dados de Demanda e Consumo Médios de Estações Consumidoras de Energia, 1994.
- SABESP. Relatório de Mercado, junho, 1993 (a).
- SABESP. Curso d'água, São Paulo, 1988.
- SABESP. Relatório da Diretoria Comercial, agosto de 1994 (a).
- SABESP. Relatório da Diretoria Comercial, novembro de 1993 (b).
- SABESP. Relatório da Diretoria Comercial, setembro de 1994 (b).
- SABESP. Relatório do Programa de Racionalização do Uso de Energia Elétrica, junho de 1993 (c).
- SABESP. Sistema Adutor Metropolitano (SAM), São Paulo, julho, 1995.
- SABESP. Sistema Adutor Metropolitano (SAM): Revisão e Atualização - Síntese, São Paulo, novembro, 1986.
- SABESP. Tarifa de água consumidor residencial, 1994/1995.
- Salas, I. A. B. Bases para a Melhoria da Eficiência na Iluminação na Região Metropolitana de Lima. Dissertação de Mestrado, IEE/USP, São Paulo, 1995.
- Sauer, I.L. et alii. Métodos de Análise Energética a partir dos Usos Finais. *International Workshop*, IEE/USP, março 1994.
- Sauer, I.L., Lima, A.X. *Estratégia Energética e Dívida Externa - Estudo de Caso do Brasil*, IEE/USP (no prelo)
- Tsuryia, M.T. Redução do Custo de Energia Elétrica em Estações Elevatórias de Sistemas de Abastecimento de Água de Pequeno e Médio Portes. Tese de Doutorado, EPLSP, 1989.
- Vickers, A. The Emerging Demand-Side Era in Water Management, *Journal American Water Works Association (AWWA)*, October, 1991, p.38-43.
- Vickers, A. The Energy Policy Act: Assessing its Impact on Utilities, *Journal American Water Works Association (AWWA)*, August, 1993, p.56-62.
- Vickers, A. & Markus, E.J. Creating economic incentives for conservation, *Journal of the American Water Works Association (AWWA)*, October, 1992, p. 42-45.
- Wade, J.A. et alii. High-Efficiency Motors. *Journal of the American Water Works Association (AWWA)*, (6): 52-55, 1987.
- Yates, S. & Aronson, E. A social psychological perspective on energy conservation in residential buildings, *American Psychologist*, April, 435-450.