

VANICE FERREIRA DOS SANTOS

ESTUDO DAS ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
NO SETOR RESIDENCIAL DA CIDADE DE LIMEIRA - SP

Dissertação apresentada à Faculdade de
Engenharia Civil da Universidade
Estadual de Campinas como requisito
para a obtenção do Título de Mestre em
Engenharia Civil, área de concentração
de Recursos Hídricos e Saneamento

Esta é a versão definitiva da dissertação

Eugenio
ORIENTADOR: PROF. DR. EUGENIO DA MOTA SINGER OK

CAMPINAS, 1991

VANICE FERREIRA DOS SANTOS

**ESTUDO DAS ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO DE ÁGUA
NO SETOR RESIDENCIAL DA CIDADE DE LIMEIRA - SP**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

CAMPINAS, 1991



VANICE FERREIRA DOS SANTOS

Engenheira Civil

**ESTUDO DAS ALTERNATIVAS PARA CONSERVAÇÃO
DE ÁGUA NO SETOR RESIDENCIAL DA CIDADE DE
LIMEIRA - SP**

..... Dissertação apresentada à Faculdade
de Engenharia Civil da Universidade
Estadual de Campinas como requisito
para a obtenção do Título de Mestre
em Engenharia Civil, área de con-
centração de Recursos Hídricos e
Saneamento.

Orientador: PROF. DR. EUGENIO DA MOTTA SINGER
Professor Assistente, Doutor do
Departamento de Hidráulica e
Saneamento da Faculdade de Engenha-
ria Civil de Campinas - UNICAMP

CAMPINAS, 1991

DEDICO

a todos que, direta ou
indiretamente, colaboraram para
a realização deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Eugenio da Motta Singer pela orientação, apoio, compreensão, estímulo e amizade no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Dr. Julio da Motta Singer do IMECC da USP pela orientação na parte estatística ao longo de todo o trabalho.

A Prof^a. Dra. Rozely Ferreira dos Santos pelos comentários e sugestões para a elaboração da dissertação.

Ao Prof. Álvaro Assumpção Olyntho e ao Prof. Dr. Carlos Alberto Mariotoni da Faculdade de Engenharia Civil (FEC) - UNICAMP pelas sugestões e participação como examinadores na banca de qualificação.

Ao Departamento de Hidráulica e Saneamento da FEC pelo apoio durante o programa de pós-graduação.

Ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Limeira (SAAE) pela colaboração no fornecimento de informações e dados relevantes à realização da pesquisa.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e ao Fundo de Amparo à Pesquisa da UNICAMP (FAP) pelo apoio financeiro.

Aos funcionários do Departamento de Hidráulica e Saneamento, Setor Gráfico e Biblioteca da FEC pela atenção e préstimos durante os anos de convivência.

Aos funcionários da Área de Apoio ao Usuário do Centro de Computação da UNICAMP, especialmente Mônica e Kusel, pela assistência computacional.

Aos amigos Antônio Roberto, Danilo, Edson, Prof^a. Emília, Geraldo, Glacir, Prof. Hélio, José Emílio, José Luiz, Luiz, Luiz Fernando, Marcelo, Matioli, Pedro e Virgínia, pelo estímulo e ajuda nos momentos difíceis.

Agradeço especialmente aos meus pais e irmãs pelo auxílio e paciência durante todos esses anos e ao meu amigo e companheiro Júlio pela ajuda imprescindível ao término deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xv

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO

1.1. Escopo do problema.....	1
1.2. Objetivos.....	3
1.3. Área de aplicação do estudo.....	4
1.3.1. Sistema de abastecimento de água e trata- mento de esgotos de Limeira.....	7

CAPÍTULO 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. O consumo de água.....	11
2.2. Conceito de conservação de água.....	14
2.3. Efeitos da conservação de água.....	15
2.4. Metodologia para planejamento de programas de conservação de água.....	16
2.5. Elementos de programas de conservação de água.....	23
2.5.1. Micromedicação.....	23
2.5.2. Detecção e reparo de vazamentos.....	25
2.5.3. Estrutura tarifária.....	27

2.5.4. Aparelhos e equipamentos de baixo consumo...	28
2.5.5. Revisão de normas, leis e regulamentos.....	42
2.5.6. Comunicação social.....	43
2.5.7. Reuso.....	44

CAPÍTULO 3. A METODOLOGIA PROPOSTA

3.1. Metodologia para estruturação do consumo de água...	48
3.2. Metodologia para hierarquização das alternativas de conservação de água.....	53
3.3. Aplicação da metodologia para estruturação do consumo de água.....	59
3.3.1. Seleção da área de estudo.....	59
3.3.2. Classe amostral.....	59
3.3.3. Período amostral.....	61
3.3.4. O questionário de consumo de água.....	62
3.4. Aplicação da metodologia para hierarquização das alternativas de conservação de água.....	65

CAPÍTULO 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

4.1. O universo de consumidores residenciais.....	68
4.2. Aplicação do questionário de consumo de água.....	69
4.3. Elementos de composição da estrutura do consumo de água.....	72
4.3.1. Nível de propriedade.....	72
4.3.2. Frequência média de uso dos componentes.....	73

4.3.3. Volume médio de água para componentes com volume definido por uso.....	75
4.3.4. Volume médio de água para componentes sem volume definido por uso.....	76
4.3.4.1. Exemplo de aplicação do modelo.....	84
4.3.4.2. Volume médio de água por uso considerando dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes.....	85
4.4. Estruturação do consumo médio de água através de dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes.....	86
4.5. Determinação do tamanho da amostra.....	90
4.6. As alternativas de conservação de água propostas...	92
4.7. A aplicação do questionário de alternativas de conservação de água.....	94
4.8. Aplicação do ELECTRE I e II.....	95
 CAPÍTULO 5. COMENTÁRIOS E CONCLUSÕES	
5.1. Estrutura do consumo de água.....	111
5.2. Hierarquização das alternativas de conservação de água.....	113
 BIBLIOGRAFIA.....	 115
ANEXO A.....	124
ANEXO B.....	139
ANEXO C	151

LISTA DE FIGURAS

	Página
 FIGURAS	
Figura 1.1. Localização da cidade de Limeira no estado de São Paulo.....	5
Figura 2.1. Diagrama esquemático do consumo urbano de água baseado em LINAWEAVER JR. <i>et al.</i>	13
Figura 4.1. Gráfico de forte preferência - <u>Caso I</u>	99
Figura 4.2. Gráfico de fraca preferência - <u>Caso I</u>	99
Figura 4.3. Gráfico de forte preferência - <u>Caso II</u>	102
Figura 4.4. Gráfico de fraca preferência - <u>Caso II</u>	102
Figura 4.5. Gráfico de forte preferência - <u>Caso III</u>	105
Figura 4.6. Gráfico de fraca preferência - <u>Caso III</u>	105
Figura 4.7. Gráfico de forte preferência - <u>Caso IV</u>	108
Figura 4.8. Gráfico de fraca preferência - <u>Caso IV</u>	108
Figura B.1. Fluxograma de opções do sistema de questionários	160
Figura C.1. Mapa da cidade de Limeira com a localização dos loteamentos das residências amostradas.....	162

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELAS	
Tabela 1. 1. População economicamente ativa por setor...	6
Tabela 1. 2. Faixas de consumo de água e respectivos preços para consumidores residenciais urbanos.....	8
Tabela 2. 1. Estrutura de consumo residencial de água segundo THACKRAY et al.....	18
Tabela 2. 2. Consumo residencial médio <i>per capita</i> por uso.....	19
Tabela 2. 3. Estrutura do consumo médio diário resi- dencial interno por pessoa para a Ingla- terra e E. U. A.	21
Tabela 2. 4. Estrutura do consumo diário residencial interno por pessoa para o Brasil e Áfri- ca do Sul.....	22
Tabela 2. 5. Consumo residencial médio <i>per capita</i> em diferentes países.....	23
Tabela 2. 6. Volume médio de água por descarga em conjuntos de vaso sanitário com válvula verificado em banheiro masculino de uso normal.....	32

Tabela 2. 7. Volume de descarga nominal em caixas de descarga de diversos países.....	33
Tabela 2. 8. Vazão e consumo de água em chuveiros de diferentes procedências.....	38
Tabela 2. 9. Duração média de banhos	38
Tabela 2.10. Estimativa do volume de água conservada devido ao uso de chuveiro em substitui- ção à banheira.....	40
Tabela 4. 1. Nível de propriedade dos consumidores.....	72
Tabela 4. 2. Componentes a serem adquiridos ou substituídos.....	73
Tabela 4. 3. Frequência média diária de uso dos com- ponentes por residência e por pessoa.....	74
Tabela 4. 4. Volume médio de água por uso para compo- nentes com volume definido por uso.....	76
Tabela 4. 5. Resultados das estimativas dos volumes para os componentes sem volume definido por uso.....	77
Tabela 4. 6. Coeficiente de determinação das equações de regressão.....	79
Tabela 4. 7. Resultado do teste F (p - value).....	79
Tabela 4. 8. Média dos valores das variáveis indepen- dentes (Fv, Fch e Fb) e dependente (CIR) considerados na equação de regressão.....	81

Tabela 4. 9. Dados de uma residência fictícia para exemplo de aplicação do modelo de regressão.....	84
Tabela 4.10. Resultados da regressão de CIR, Fv, Fch e Fb com dados da residência fictícia.....	85
Tabela 4.11. Duração do evento, vazão no componente e volume por uso.....	86
Tabela 4.12. Consumo médio diário e consumo interno médio diário.....	87
Tabela 4.13. Estrutura média diária do consumo de água por pessoa.....	87
Tabela 4.14. Estrutura média diária do consumo de água em porcentagem.....	88
Tabela 4.15. Tamanho mínimo da amostra a ser pesquisada baseado nos dados da amostra-piloto...	91
Tabela 4.16. Médias das notas da avaliação das alternativas de conservação de água - <u>Caso I</u>	96
Tabela 4.17. Classificação das alternativas em ordem decrescente de notas	96
Tabela 4.18. Matriz de concordância - <u>Caso I</u>	97
Tabela 4.19. Matriz de discordância - <u>Caso I</u>	97
Tabela 4.20. Matriz de superioridade para índices rígidos - <u>Caso I</u>	98
Tabela 4.21. Matriz de superioridade para índices relaxados - <u>Caso I</u>	98
Tabela 4.22. Classificação avante - <u>Caso I</u>	100

Tabela 4.23.	Classificação reversa - <u>Caso I</u>	100
Tabela 4.24.	Média das notas do julgamento das alter- nativas de conservação de água - <u>Caso II</u> ...	100
Tabela 4.25.	Matriz de concordância - <u>Caso II</u>	101
Tabela 4.26.	Matriz de discordância - <u>Caso II</u>	101
Tabela 4.27.	Matriz de superioridade para índices rígidos - <u>Caso II</u>	101
Tabela 4.28.	Matriz de superioridade para índices relaxados - <u>Caso II</u>	101
Tabela 4.29.	Classificação avante - <u>Caso II</u>	103
Tabela 4.30.	Classificação reversa - <u>Caso II</u>	103
Tabela 4.31.	Média das notas do julgamento das alter- nativas de conservação de água - <u>Caso III</u>	103
Tabela 4.32.	Matriz de concordância - <u>Caso III</u>	104
Tabela 4.33.	Matriz de discordância - <u>Caso III</u>	104
Tabela 4.34.	Matriz de superioridade para índices rígidos - <u>Caso III</u>	104
Tabela 4.35.	Matriz de superioridade para índices relaxados - <u>Caso III</u>	104
Tabela 4.36.	Classificação avante - <u>Caso III</u>	106
Tabela 4.37.	Classificação reversa - <u>Caso III</u>	106
Tabela 4.38.	Média das notas do julgamento das alter- nativas de conservação de água - <u>Caso IV</u> ...	106
Tabela 4.39.	Matriz de concordância - <u>Caso IV</u>	107
Tabela 4.40.	Matriz de discordância - <u>Caso IV</u>	107

Tabela 4.41. Matriz de superioridade para índices rígidos - <u>Caso IV</u>	107
Tabela 4.42. Matriz de superioridade para índices relaxados - <u>Caso IV</u>	107
Tabela 4.43. Classificação avante - <u>Caso IV</u>	109
Tabela 4.44. Classificação reversa - <u>Caso IV</u>	109
Tabela 4.45. Resultados da análise de sensibilidade.....	109
Tabela A. 1. Dados sobre a aplicação do questionário de consumo de água.....	125
Tabela A. 2. Características das residências.....	126
Tabela A. 3. Áreas médias das residências pesquisadas...	126
Tabela A. 4. Características dos componentes.....	127
Tabela A. 5. Grau de instrução e vínculo empregatício dos consumidores.....	128
Tabela A. 6. Renda familiar dos consumidores.....	128
Tabela A. 7. Preocupação com o consumo de água.....	129
Tabela A. 8. Número médio de pessoas por residência.....	129
Tabela A. 9. Frequência média diária de dados sema- nais de uso dos componentes por re- sidência.....	130
Tabela A.10. Volumes médios de água por uso dos com- ponentes instalados.....	134
Tabela A.11. Comparação entre os consumos médios por residência cadastrados e medidos.....	136
Tabela A.12. Consumo médio diário medido por residên- cia considerando 7, 14 e 21 dados.....	138

RESUMO

Este estudo, em escala piloto, visou desenvolver uma metodologia capaz de identificar a estrutura do consumo de água para o setor residencial e propor uma estratégia para hierarquizar medidas capazes de reduzir este consumo.

A estrutura do consumo foi estimada através dos hábitos de uso da água, características dos aparelhos e equipamentos e do consumo diário, obtidos através da aplicação de um questionário em uma amostra-piloto de consumidores com consumo médio superior a 61 m³/mês, consulta aos fabricantes e leituras nos hidrômetros das residências amostradas.

As medidas de conservação de água foram avaliadas pelo método DELPHI modificado e hierarquizadas utilizando-se análise de multicritérios, com a aplicação dos algoritmos ELECTRE I e ELECTRE II.

Os resultados apresentados fornecem subsídios para os órgãos de abastecimento interessados na implantação de programas de conservação de água.

ABSTRACT

This pilot study aimed to develop a method for identifying components of a domestic water demand and to propose a strategy for establishing priorities for consumption programme.

Consumption structure was estimated from water users' habits, appliances' characteristics and daily consumption. Informations were obtained through questionnaire applied not only to pilot users sample which average consumption was higher than 61 m³/month but to equipments' suppliers and house flowmeter control as well.

DELPHI method was used to analyse water saving policies which were serialised through multicriteria analysis applying algorithms ELECTRE I and II.

Results presented is helpful to water supplier institutions interested in water conservation programmes.

"...agoas sam muitas infimdas & em tal maneira he graciosa que querendoa aproveitar darses nela tudo per bem das agoas que tem,..."¹

p^o uaz de caminha (1500).

"Temos de considerar a água, a partir de agora, como uma mercadoria rara portanto apreciada, respeitável, e acabar com o seu esbanjamento."

René Dumont (1977).

"Para proteger e conservar as águas e prevenir seus efeitos adversos, o Estado incentivará a adoção, pelos Municípios, de medidas no sentido da instituição de programas permanentes de racionalização do uso das águas destinadas ao abastecimento público e industrial e à irrigação, assim como de combate às inundações e à erosão."

Constituição do Estado de São Paulo (1989).²

¹"(As) águas são muitas, infindas. E em tal maneira é graciosa que, querendo-a aproveitar, dar-se-á nela tudo, por causa das águas que tem."

Pero Vaz de Caminha (1500).

Trecho da carta de Pero Vaz de Caminha a Dom Manoel I, Rei de Portugal, notificando o descobrimento do Brasil.

²Constituição do Estado de São Paulo, Capítulo IV, Artigo 210, Alínea V.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1. Escopo do problema

Atualmente 88% da população urbana brasileira dispõe de abastecimento público de água e apenas 35% de rede pública de esgoto. Este quadro reflete uma grave situação em relação à indicadores de saúde pública como o índice de mortalidade infantil, que é o quarto pior da América Latina.

Concomitantemente, os grandes centros urbanos das regiões Sul e Sudeste do país, localizados em áreas originalmente com disponibilidade de recursos hídricos para abastecimento em qualidade e quantidade, estão sendo obrigados a fazer a captação de água em fontes cada vez mais distantes em decorrência do crescimento da demanda de água ou da má qualidade do manancial. Nas grandes cidades do Nordeste, tem

sido necessária a construção de grandes obras de reservação para se ter a garantia do abastecimento no período de seca. Assim, em decorrência do contínuo processo de crescimento e urbanização da população, há necessidade cada vez maior de investimentos em pesquisa e infraestrutura de saneamento básico (MONTENEGRO & ROCHA, 1985).

Uma política nacional de saneamento que diminua este grave déficit exigirá vultosos investimentos e, como hoje o setor está tentando sair de uma situação de deterioração, a elaboração de programas que possam maximizar os benefícios líquidos de investimentos já realizados ou por realizar é indispensável.

No setor de abastecimento de água a demanda tem sido estabelecida por simples aplicação de valores de consumo médio diário *per capita* sobre a estimativa do crescimento demográfico, método este que tem se mostrado falho (MADDAUS, 1987).

A conservação de água, adotada como política para otimização do setor, já vem sendo aplicada em outros países. No Brasil, ultimamente as companhias estaduais de saneamento tem se atido à implantação e desenvolvimento de programas de redução e controle de perdas nas redes de distribuição de água e nos reservatórios. Isto significa reduzir o volume de água

não faturado, não se preocupando com medidas que levem a uma redução do consumo real *per capita*.

A disposição em se adotar uma nova linha para o consumo de água poderá resultar no melhor conhecimento da estrutura do consumo e, conseqüentemente, fornecer subsídios para melhor estimar a demanda para o setor residencial ou outros setores que venham a ser estudados. Por sua vez, o menor consumo como resultado de práticas de conservação de água possibilitará uma redução do consumo de energia e da vazão esgotada, refletindo-se na redistribuição e aplicação de investimentos, beneficiando um maior número de usuários com os serviços de saneamento básico.

1.2. Objetivos

Os objetivos básicos deste estudo em escala piloto são:

- desenvolver uma metodologia capaz de identificar a estrutura do consumo de água para o setor residencial urbano; e
- propor uma estratégia para hierarquizar medidas capazes de reduzir o consumo de água.

1.3. Área de aplicação do estudo

O município de Limeira situa-se na região Sudeste do estado de São Paulo, latitude 22°33'52'' S e longitude 47°24'17'' W, a 154 km da capital estadual pela SP 330 (Via Anhangüera). A área do município é de 597 km², sendo 50 km² de área urbanizada. A Figura 1.1. situa o município no estado de São Paulo.

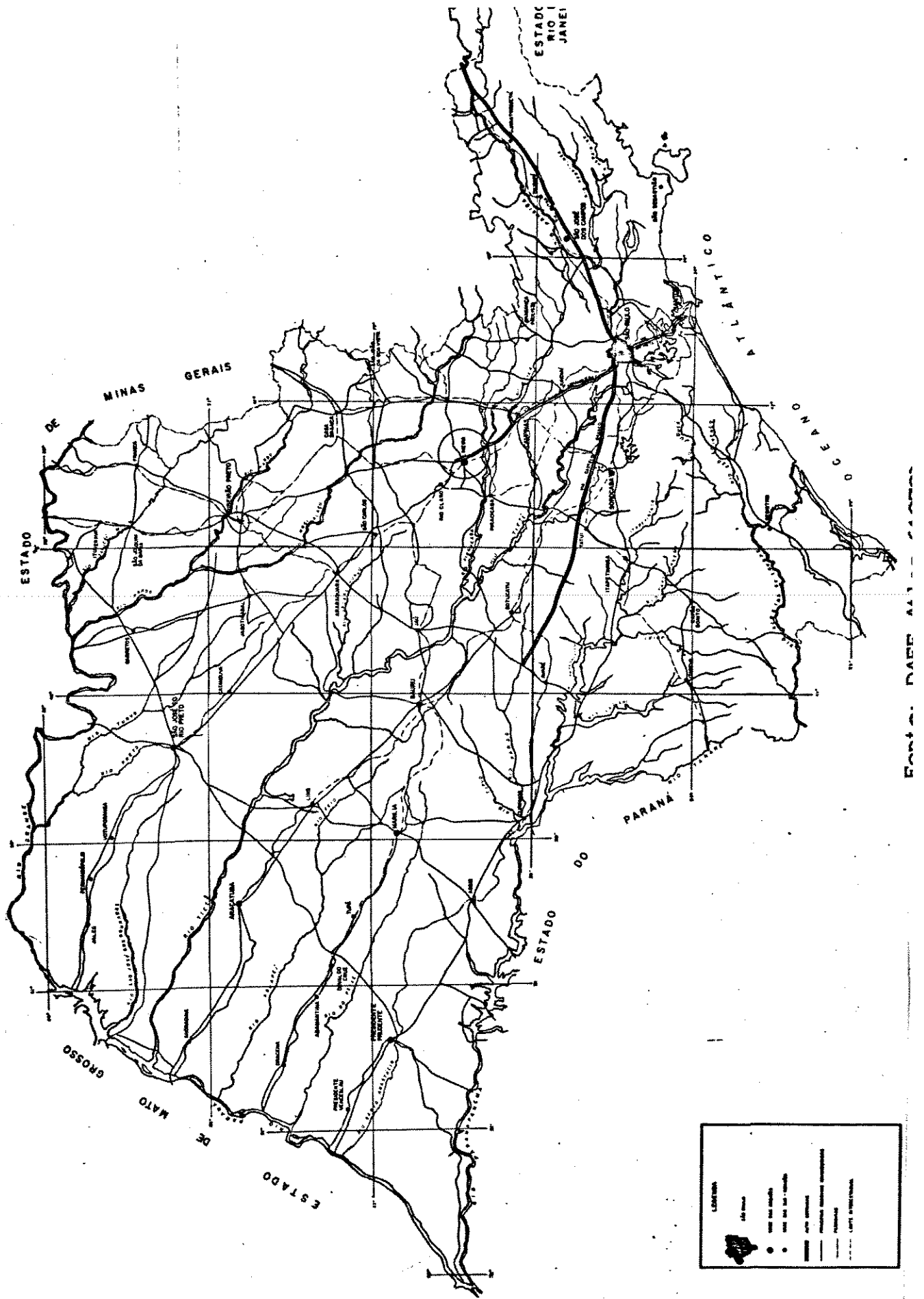
O clima é temperado apresentando verão chuvoso e inverno seco com temperatura média anual em torno de 22°C, sendo a média das máximas de 25°C e das mínimas de 17°C. A precipitação média anual é aproximadamente de 1.000 mm e a umidade média anual é de 75% com variação entre 10 e 15%. Os principais cursos de água são os rios Piracicaba e Jaguari e os ribeirões Tabajara, do Tatu, da Graminha e do Pinhal.

A população do município de Limeira, que em 1970 era de 90.963 habitantes e em 1980 de 150.561 habitantes¹, mostrou uma taxa de crescimento anual aproximada de 5,2% nesta década e, segundo projeções para o ano 2010, esta população poderá chegar a 626.400 habitantes² colocando-o entre os 3 maiores da bacia hidrográfica do rio Piracicaba, à qual pertence.

¹Fonte: IBGE (1970, 1980).

²Fonte: DAEE (1984).

Figura 1.1. Localização da cidade de Limeira no estado de São Paulo.



Em 1980, a população economicamente ativa (PEA) correspondia a 41% da população residente, distribuída em 45% no setor secundário, 42% no terciário e 13% no primário, apresentando características semelhantes às cidades do interior, como pode ser visto na Tabela 1.1.. Entretanto, esta distribuição baseia-se nos dados do censo de 1980, podendo não corresponder a configuração atual.

Tabela 1.1. População economicamente ativa por setor.

SETOR	LIMEIRA (%)	SÃO PAULO (INTERIOR) (%)	SÃO PAULO (MUNICÍPIO) (%)
Primário	13	16	0
Secundário	45	39	40
Terciário	37	38	49
Adm. pública	3	4	4
Outras ativid.	2	3	7

Fonte: IBGE (1980).

O município pertence a uma região tradicionalmente desenvolvida com agricultura avançada e indústrias diversificadas, participando com 7,3% do valor de transformação industrial³ (VTI) da bacia hidrográfica do rio

³Fonte: DAEE (1984).

Piracicaba, colocando-o em quinto lugar em relação aos 44 municípios pertencentes a esta bacia hidrográfica.

1.3.1. Sistema de abastecimento de água e tratamento de esgotos de Limeira⁴

A captação, adução, tratamento e distribuição de água para abastecimento público bem como a coleta e disposição final das águas servidas são realizados pelo Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE), Autarquia Municipal.

A captação é feita no rio Jaguari sendo a água bruta aduzida por meio de duas adutoras com aproximadamente 15 km de extensão cada uma. Na estação é tratado um volume médio de 800 l/s não se efetuando a adição de flúor na água distribuída à população.

A água tratada é armazenada em 21 reservatórios com capacidade total de reservação de 25.670 m³. A distribuição é feita através de 708 km de rede com 47.231 ligações o que corresponde a 54.311 economias servidas, ou seja, 97% da população urbana do município beneficiada. Existem ainda ligações de água paradas nas calçadas e não conectadas,

⁴Os dados constantes neste Item foram fornecidos pelo SAAE em 02/91.

distribuídas em loteamentos pavimentados ou loteamentos novos, à espera de utilização.

As perdas não autorizadas, ou seja, o volume de água não faturado e perdido através de vazamentos nas redes de distribuição, os erros de leituras e as ligações clandestinas, somam em torno de 35% do total da água distribuída.

A micromedição atinge 90% das economias cadastradas. A água consumida pela população é cobrada segundo a tarifa progressiva onde o preço varia de acordo com a categoria do consumidor, a faixa de consumo e o perímetro de localização. Um exemplo pode ser visto na Tabela 1.2..

Tabela 1.2. Faixas de consumo de água e respectivos preços para consumidores residenciais urbanos.

FAIXAS DE CONSUMO (m ³ /mês)	PREÇOS (Cr\$/m ³)
00 a 15	34,75
16 a 30	76,94
31 a 60	106,33
61 a 100	176,69
>100	234,64

Fonte: SAAE (02/1991).

Segundo o Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Limeira os consumidores estão divididos em três categorias:

- categoria 1: residencial e institucional;
- categoria 2: comercial; e
- categoria 3: industrial.

Apesar de cada consumidor de água possuir identificação da categoria a que pertence, o SAAE não tem organizado o perfil atual de consumo por setor, pois o cadastro de consumidores é antigo e desatualizado. Os consumidores residenciais, institucionais, comerciais e industriais com consumo superior a 90 m³/mês, considerados grandes consumidores de água, estão dispostos em cadastro separado e atualizado uma vez que têm maior atenção e controle deste órgão.

O tratamento de esgoto é realizado em pequenas estações localizadas em pontos estratégicos a fim de tratar os efluentes em bacias localizadas. Convém salientar que no momento um volume muito pequeno dos efluentes gerados pelo município recebe tratamento antes do lançamento nos corpos hídricos.

CAPÍTULO 2.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

..... Este capítulo contém a revisão bibliográfica
dividida em cinco seções. A primeira seção descreve o consumo residencial de água. A segunda contém conceitos importantes para o planejamento de programas de conservação de água. A terceira os efeitos da implantação desses programas. A quarta apresenta as metodologias que podem ser empregadas no planejamento de programas de conservação de água e que vão ao encontro dos objetivos propostos. A quinta apresenta as medidas de conservação que compuseram programas de conservação já implantados.

2.1. O consumo de água

O setor residencial de uma sociedade urbanizada é o responsável pela demanda de grandes quantidades de água (NARCHI, 1989), como pode ser observado pelo perfil do consumo do ano de 1984 apresentado por BOAVENTURA (1987) para o município de São Paulo⁴:

- consumo residencial: 73,4%;
- consumo comercial: 13,2%;
- consumo industrial: 7,8%; e
- consumo institucional: 5,6%.

Basicamente, este consumo pode ser classificado em interno e externo, onde:

- consumo interno: abrange a água utilizada para higiene pessoal, preparo de alimentos, lavagem de roupas e louças e limpeza de áreas internas; e
- consumo externo: refere-se à rega de jardins, limpeza de áreas externas, utilização em piscinas e lavagem de automóveis.

Segundo INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO (IPT, 1986), o consumo residencial interno é influenciado por uma série de fatores, tais como:

- nível de renda: que tem relação direta com a

⁴Período analisado: 09/84 a 02/85.

quantidade e variedade de aparelhos sanitários e domésticos que utilizam água;

- número de pessoas por residência: há redução do consumo *per capita* com o aumento do número de moradores;

- características dos aparelhos e das instalações prediais; e

- hábitos da população: como o número de banhos diários.

O consumo residencial externo, por sua vez, está condicionado a fatores como:

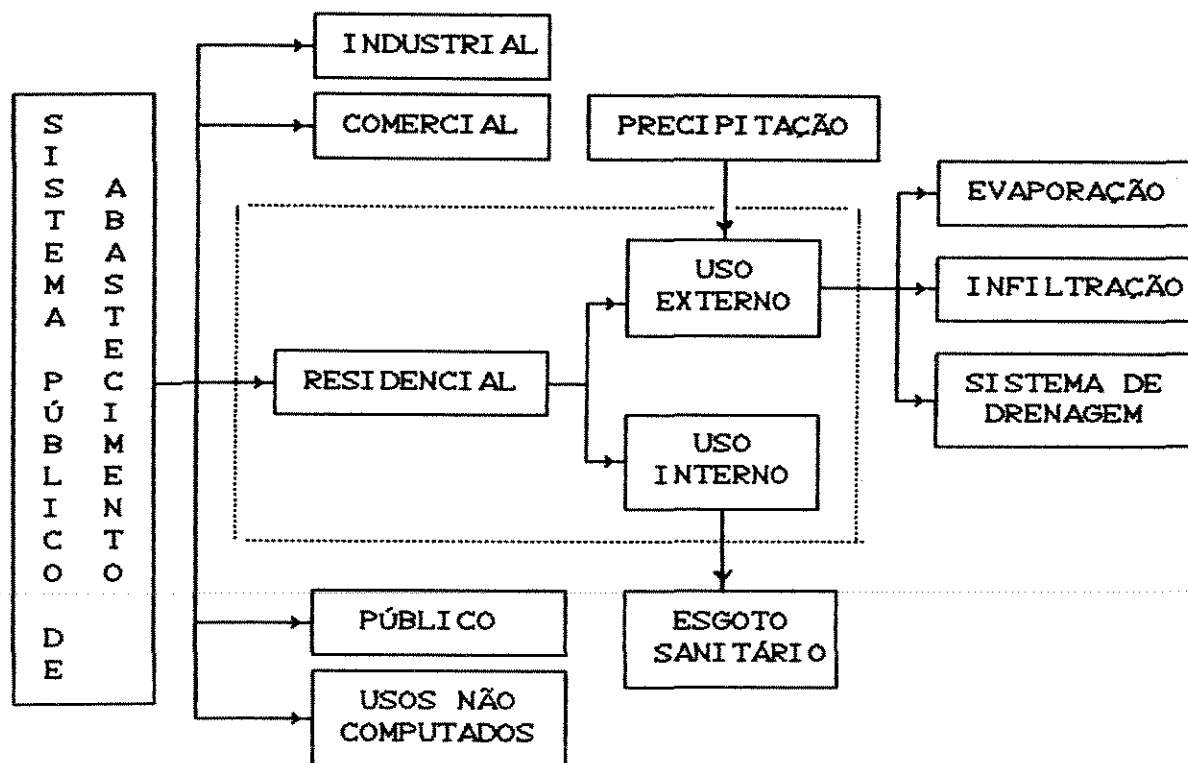
- nível de renda da população: incide basicamente na área dos jardins onde a água é utilizada para rega, no número de veículos que requerem lavagem e nas piscinas;

- clima: os períodos quentes e secos ocasionam aumento da frequência das regas de jardins e evaporação em piscinas; e

- tipo de vegetação dos jardins: existem espécies próprias de regiões secas que consomem menos água.

Baseado em LINAWEAVER JR. et al. (1967), é apresentado um diagrama esquemático do consumo urbano de água (Figura 2.1.).

Figura 2.1. Diagrama esquemático do consumo urbano de água baseado em LINAWEAVER JR. et al. (1967).



A melhoria das condições econômicas da população leva, possivelmente, a um aumento do consumo residencial de água e os indivíduos, naturalmente, não adotam medidas auto-restritivas.

Isto sugere aos setores responsáveis que adotem medidas que instiguem a redução ou manutenção desse consumo a níveis compatíveis com a capacidade de produzir água para abastecimento e tratar esgotos (CARDIA, 1987).

Existem várias medidas que estimulam a contenção do consumo e essas são elementos dos programas de conservação de água.

2.2. Conceito de conservação de água

Economia de água é frequentemente usada como sinônimo de conservação por ser facilmente compreensível, mas existem diferenças nos elementos que compõem cada programa. Por isto, é necessária uma correta conceituação para a elaboração de programas específicos e alocação de recursos financeiros para que estes sejam aplicados (IPT, 1986).

A economia de água pressupõe medidas que mantenham uma certa quantidade de água na bacia hidrográfica e que de outra maneira seria desincorporada, vinculando-se portanto, à contenção do uso "consumptivo", ou seja, aquele uso que não possibilita o retorno direto ou indireto da água à sua bacia de origem. A conservação refere-se à contenção do uso da água, independente de ser "consumptivo" (MONTENEGRO & SILVA, 1987).

Também é comum na literatura técnica a não diferenciação entre medidas de conservação e aquelas referentes a uma administração eficaz dos recursos hídricos em geral e do abastecimento de água em particular (IPT, 1986).

2.3. Efeitos da conservação de água

Os programas de conservação de água podem resultar, segundo MADDAUS (1987), em benefícios significativos para as empresas de saneamento básico e seus usuários, tais como:

- redução da vazão de água aduzida e esgotada;
 - economia da energia utilizada no tratamento, distribuição e uso da água, bem como para coletar e tratar esgotos;
 - maximização da população atendida; e
 - proteção ambiental pela diminuição da degradação do ambiente aquático.
-

Entretanto, estudos feitos por KOYASAKO (1982) e DAVIS (1982) mostram que nos sistemas convencionais de tratamento de esgotos ocorre um acréscimo no custo devido aos produtos químicos necessários ao tratamento de efluentes mais concentrados. Nos reatores biológicos existentes deve haver uma diminuição da vida útil devido ao sensível aumento da concentração, e nos coletores poderá ocorrer a deposição de sólidos, conseqüente exalação de odores e até corrosão das tubulações de concreto.

Nas novas estações de tratamento, espera-se uma redução de 2 a 5% nos investimentos para uma redução de vazão em torno de 20%. Nos custos de operação e manutenção, podem ocorrer uma pequena redução caso não haja grandes variações entre as vazões de tempo seco e úmido (IPT, 1986)

2.4. Metodologia para planejamento de programas de conservação de água

Segundo (MONTENEGRO & SILVA, 1987), no planejamento de programas de conservação de água para o setor residencial é essencial a caracterização da demanda com base no perfil sócio-econômico e hábitos de consumo. Nesse sentido a demanda pode ser elaborada através de medição do consumo diretamente nos pontos de utilização de água, ou indiretamente pelo conhecimento dos hábitos de uso da água e características dos aparelhos.

THACKRAY *et al.* (1978), com a finalidade de melhorar a previsão da demanda de água, estruturaram o consumo residencial para as cidades inglesas de Malvern e Mansfield através de amostras aleatórias, respectivamente de 461 e 392 consumidores, utilizando leituras diárias do consumo e do relato dos hábitos de uso da água.

As leituras diárias do consumo foram feitas nos hidrômetros das residências selecionadas por um período de 10 semanas. As características dos aparelhos domésticos e sanitários, instalações hidráulicas prediais, consumidores e residências foram obtidas através de questionário e a frequência diária de uso dos aparelhos através de registro fixado próximo aos mesmos.

Do consumo total diário para dias somente com uso interno foram subtraídos aqueles referentes a vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e máquinas de lavar louças, aparelhos cujos volumes por uso eram conhecidos. Os consumos residuais diários foram utilizados em uma equação de regressão para se estimar os volumes de água usados em banheiras, chuveiros, trituradores de lixo e lavagem manual de roupas em função das respectivas frequências de uso. Nessa equação de regressão o termo constante representa o uso básico, ou seja, a água consumida em outras finalidades dentro da residência.

A estimativa dessas variáveis foi usada para reduzir o consumo total para dias com uso interno e externo, deixando uma diferença (resíduo) que representa o volume diário gasto externamente. Estas diferenças foram aplicadas em uma nova equação de regressão para se estimar os volumes utilizados nas atividades externas, sendo que a reta de regressão tinha coeficiente angular zero, já que o consumo básico fora estimado anteriormente.

A estrutura do consumo foi definida como sendo o produto da frequência média diária pelo volume médio, para cada uso. A Tabela 2.1. apresenta a estrutura do consumo residencial de água obtida por THACKRAY *et al.* (1978).

Tabela 2.1. Estrutura do consumo residencial de água segundo THACKRAY et al. (1978) (l/p.dia).

USO	MALVERN (1976/77)	MANSFIELD (1976/77)
Vaso sanitário	32	33
Banheira/chuveiro	17	17
Máquina de lavar roupas	8	9
Uso externo	3	2
Diversos	38	37
TOTAL	98	98

Os autores justificaram a escolha dessa metodologia para o estudo por ser a mais econômica e a que menos incomodava o usuário.

A NATIONAL WATER COUNCIL (NWC, 1982) publicou trabalho no qual são apresentados os resultados de pesquisas realizadas por companhias de abastecimento inglesas sobre a composição do consumo residencial de água com o objetivo de melhorar as previsões de demanda. A Tabela 2.2. apresenta uma parte dos resultados finais.

Tabela 2.2. Consumo residencial médio *per capita* por uso (l/p.dia) (NWC, 1982).

USO	LOCAL	SEVERN TRENT (1976/77)	SOUTH WEST (1977)	ANGLIAN (1977)
Vaso sanitário		36	36	40
Banheira/chuveiro		19	19	29
Máquina lavar roupas		14	13	9
Uso externo		3	3	3
Diversos		38	42	29
TOTAL		110	113	110

Esses resultados de consumo médio diário *per capita* para cada componente foram obtidos basicamente pelo produto de 3 fatores descritos abaixo:

- proporção de domicílios usando ou possuindo aparelhos sanitários ou domésticos;
- frequência média de uso; e
- volume médio por uso.

As características dos aparelhos, dos consumidores e das residências foram obtidas através do preenchimento de um questionário, junto a uma amostra de residências escolhidas aleatoriamente.

Com a cooperação dos usuários obtiveram-se a frequência de uso dos aparelhos e pontos de utilização de água, com anotações diárias das atividades realizadas, isto é, número de banhos de chuveiro e de banheira, descargas em vasos sanitários, lavagem de automóveis, rega de jardins, etc..

Da mesma forma, o volume de água utilizado em vasos sanitários, máquinas de lavar roupas e máquinas de lavar louças foi fornecido pelos fabricantes e o volume gasto nos demais usos foi estimado.

Há diferença nos procedimentos de estimativa: Severn Trent usou regressão estatística, enquanto South West optou por um método mecânico em que, por exemplo, os participantes anotavam as dimensões da banheira e o tempo de duração de cada banho.

..... A COMPANHIA ENERGÉTICA DO ESTADO DE SÃO PAULO (CESP, 1985), em pesquisa sobre o consumo residencial de energia na cidade de São Paulo durante os meses de inverno e verão, utilizou uma metodologia que consiste na aplicação de questionários em uma amostra de consumidores, acompanhados de leituras em gráficos de amperímetros registradores instalados junto aos medidores de consumo, os quais forneciam a curva agregada da residência e possibilitavam a interpretação da entrada e saída de carga dos diferentes eletrodomésticos.

O questionário foi elaborado para caracterizar a residência, o consumidor, os aparelhos eletrodomésticos e os hábitos de uso dos mesmos, tais como o número de vezes que são utilizados, o horário de utilização e o tempo de uso.

Com as características dos aparelhos e o tempo de uso foi possível calcular o consumo mensal de energia. A coerência e veracidade das entrevistas foram verificadas através dos gráficos fornecidos pelo amperímetro.

As Tabelas 2.3. e 2.4. apresentam dados relativos à estrutura do consumo interno diário de água na Inglaterra e Estados Unidos (Califórnia), Brasil (Região Metropolitana de São Paulo) e África do Sul elaboradas por MONTENEGRO & ROCHA (1985).

Tabela 2.3. Estrutura do consumo médio diário residencial interno por pessoa para a Inglaterra e E.U.A. (l/p.dia) (MONTENEGRO & ROCHA, 1985).

COMPONENTE	INGLATERRA	E. U. A. (Califórnia)
Vaso sanitário	37 (34%)	95 (42%)
Banheira e lavatório	22 (21%)	73 (32%)
Lavagem de roupas	12 (11%)	32 (14%)
Outros (lavagem de pratos, cocção, bebida, etc.)	36 (34%)	27 (12%)
TOTAL	107 (100%)	227 (100%)

Tabela 2.4. Estrutura do consumo médio diário residencial interno por pessoa para o Brasil e África do Sul (l/p.dia) (MONTENEGRO & ROCHA, 1985, modificada).

COMPONENTE	BRASIL* (R. M. S. P.)	ÁFRICA DO SUL
Vaso sanitário	67,5 (42%)	48 (30%)
Banheiro e lavatório	51,3 (32%)	65 (41%)
Lavagem de roupas	22,5 (14%)	23 (14%)
Outros (lavagem de pratos cocção, bebida, etc.)	18,7 (12%)	24 (15%)
TOTAL	160 (100%)	160 (100%)

*Fonte: IPT (1988).

Os volumes típicos por descarga do vaso sanitário, nos casos das Tabelas 2.3. e 2.4., são 9,5 l, 20 l e 12 l, respectivamente para Inglaterra, E.U.A. e África do Sul (MONTENEGRO & ROCHA, 1985).

Na Tabela 2.5. é apresentada uma relação sumária do consumo médio *per capita* em diversos locais, elaborada por HOLMBERG *et al.* (1980).

Tabela 2.5. Consumo residencial médio *per capita* em diferentes países (HOLMBERG *et al.*, 1980, modificada).

PAÍS	ANO	CONSUMO (l/p. dia)
França	1975	101
Alemanha Ocidental	1977	135
Holanda	1977	137
Áustria	1974	149
* Região Metropolitana de São Paulo	1984	160
Dinamarca	1977	176
Luxemburgo	1977	180
Suécia	1978	197
* Reino Unido	1977	204
Japão	1978	220
Suíça	1977	225
** E. U. A.	1976	432

* Fonte: BOAVENTURA (1987).

** Fonte: IPT (1986).

2.5. Elementos de programas de conservação de água

A seguir são descritos os principais elementos dos programas de conservação de água a nível residencial urbano, levantados através de revisão bibliográfica, observando-se os conceitos expostos anteriormente.

2.5.1. Micromedicação

A micromedicação é uma medida importante de inibição do consumo residencial de água quando associada à cobrança por

volume (IPT, 1986). Entretanto, segundo MONTENEGRO & SILVA (1987), a micromedicação de todas as residências pode levar a custos maiores que benefícios, ou seja, os investimentos para implantação e operação podem ser superiores aos benefícios posteriores, especialmente no caso de ligações com baixo consumo *per capita* caracterizadas como de interesse social.

HANKE (1970), em uma análise dos efeitos no consumo residencial de água em virtude da mudança da tarifa única para tarifa por micromedicação, realizada para a cidade de Boulder (Colorado, E.U.A.), concluiu que:

..... - a demanda para rega de jardins sofreu redução, sendo o consumo para este fim maior que o necessário no período de tarifa única e menor naquele com tarifa por micromedicação;

- o consumo externo diminuiu não somente no momento da instalação dos hidrômetros, mas também subsequentemente; e

- o consumo interno foi reduzido em 36%.

Esta análise demonstrou que os usuários não retornavam ao consumo anterior após a instalação dos hidrômetros, mas sim reduziam sensivelmente o consumo fazendo com que ocorresse uma melhora permanente e significativa na eficiência do uso da água.

2.5.2. Detecção e reparo de vazamentos

O controle de perdas em sistemas de distribuição de água exige, como etapa preliminar, a implantação da pitometria a qual fornece dados que permitem a subtração entre o total de água medido na entrada de um determinado setor e a quantidade entregue aos usuários, sendo a diferença o volume não faturado no período, podendo ser subdividido em usos autorizados e perdas não autorizadas (IPT, 1986).

Dos usos autorizados fazem parte a água utilizada no combate a incêndio, lavagem de redes coletoras de esgoto, limpeza de ruas e praças e outros usos públicos. As perdas não autorizadas incluem vazamentos, erros de leitura desvio fraudulento de água.

De acordo com os conceitos definidos anteriormente, o controle de perdas relativas aos erros de leitura não constitui medida para um programa de conservação. Segundo IPT (1986), os vazamentos representam a maior fração das perdas não autorizadas e o controle destas perdas é parte essencial de uma ação de conservação.

BOAVENTURA (1987) verificou, através dos relatórios da Superintendência de Desenvolvimento da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), que a perda média para os municípios da R.M.S.P. no ano de 1984 foi de 25%

da água distribuída, sendo em torno de 10% por erros de leitura e 15% por perdas físicas. Dentro do contexto brasileiro, este valor é relativamente baixo, uma vez que as perdas físicas médias dos municípios do estado de São Paulo, por exemplo, situam-se na faixa de 25%.

Segundo MONTENEGRO & SILVA (1987), no volume não faturado ainda se enquadram pequenas perdas individuais por vazamentos nas instalações hidráulicas prediais e aparelhos sanitários, perdas estas que são difíceis de serem detectadas e quantificadas nos hidrômetros de velocidade usados no país. As perdas mais significativas devem ocorrer através de vazamentos em torneiras de bóia de reservatórios prediais e caixas ou válvulas de descarga.

Para reduzir os vazamentos citados acima podem-se alterar critérios de projeto instalando-se, por exemplo, o extravasor (ladrão) em locais de passagem freqüente de pessoas e de fácil visualização. Geralmente o extravasor dos reservatórios prediais é instalado no box do banheiro, e um eventual vazamento da caixa de descarga escoaria para o vaso sanitário, sendo difícil em ambos os casos a rápida visualização das perdas (IPT, 1986).

Com a finalidade de verificar vazamentos em caixas de descarga a uma vazão não perceptível ao usuário foi utilizada nos E.U.A. uma pastilha de substância corante não

tóxica. A ausência de vazamentos é caracterizada pela persistência da intensidade inicial da coloração desenvolvida (SHARPE, 1981). No Brasil, a SABESP orienta os consumidores a utilizarem cinzas de cigarro com este objetivo.

2.5.3. Estrutura tarifária

A estrutura tarifária e o preço cobrado pela água constituem instrumento de controle da demanda e estão associadas ao nível de micromedição (NUCCI, 1983).

A seguir estão descritas as estruturas tarifárias mais comuns, segundo IPT (1986):

- tarifa única: é aplicada em locais sem micromedição, ou seja, a conta de água não é afetada pelo volume consumido;

- tarifa uniforme: é necessário que haja a micromedição e o consumo é cobrado por unidade de volume sempre a um preço uniforme, ou seja, a conta varia linearmente com o consumo;

- tarifa regressiva: onde a água é cobrada por unidade de volume consumido, mas a medida que o consumo cresce, os preços unitários decrescem;

- tarifa progressiva: onde o consumo é cobrado por unidade de volume consumido, mas a medida que o consumo cresce, os preços unitários também crescem; e

- tarifa sazonal: é usada em combinação com qualquer das tarifas descritas anteriormente e acrescidas de um certo valor durante épocas de alto consumo.

A tarifa progressiva é a que melhor atende às finalidades de conservação de água e já é aplicada pelas companhias estaduais de saneamento através da Lei nº 6.528, de 11/05/78, e Decreto nº 82.587, de 06/11/78, que prevêem o regime de serviço pelo custo e que as tarifas sejam diferenciadas pelo tipo de consumidor e pela faixa de consumo (MONTENEGRO & SILVA, 1987).

2.5.4. Aparelhos e equipamentos de baixo consumo

O emprego deste elemento em um programa de conservação de água pressupõe que no mercado existam aparelhos sanitários, domésticos e dispositivos que conservem água (MONTENEGRO & SILVA, 1987).

A substituição ou adoção pelos consumidores destes aparelhos e equipamentos pode ser obtida através da motivação e estímulo aos usuários, podendo ser desde campanhas intensivas de comunicação social até a instituição da obrigatoriedade de modificação por meio de normas, leis e regulamentos (IPT, 1986).

No programa de conservação de água do estado da Califórnia (E.U.A.) foram colocados à disposição da população

"kits" de conservação de água para as residências construídas antes do início do programa. A partir de então, foram impostas restrições legais às novas residências, como por exemplo, os volumes máximos de descargas de bacias e vazões para chuveiros e torneiras foram limitados (MONTENEGRO & SILVA, 1987).

Os "kits" eram compostos por dispositivos para redução do volume da caixa de descarga, crivos especiais ou controladores de vazão para chuveiros, arejadores para torneiras e pastilhas para detecção de vazamentos.

A seguir são apresentados os aparelhos e equipamentos existentes no mercado nacional e as possíveis modificações para redução do consumo por uso.

- Vaso sanitário

O vaso sanitário, ou bacia sanitária, é responsável por uma grande parcela do consumo residencial de água, cerca de 35% conforme apresentado em THACKRAY (1978), NWC (1982) e ROCHA & MONTENEGRO (1984).

Segundo o IPT (1986), os vasos sanitários disponíveis são alimentados por:

- caixa de descarga externa elevada: é a mais usada pela população de baixa renda e possui um volume útil máximo de 12 l. Está em fase de comercialização uma caixa de

descarga elevada com volume útil de 5 l/descarga, que foi desenvolvida para trabalhar com uma bacia especial denominada bacia de volume de descarga reduzida (VDR). Devido a altura do fecho hídrico deste tipo de bacia, o seu uso deve ser avaliado para que não venha a ocorrer entupimentos nas tubulações e rompimento do fecho hídrico por sucção ou borbulhamento de gases devido à pressão negativa;

- caixa de descarga a média altura: é a que tem menor divulgação no mercado. Pode ser embutida ou fixada externamente à parede. O seu volume útil máximo é de cerca de 14 l;

- caixa cerâmica acoplada: tem boa penetração no mercado consumidor, com um volume útil máximo de 14 l. A maioria dos fabricantes declara que os conjuntos funcionam adequadamente com 12 l/descarga, sendo que foram desenvolvidos modelos que consomem 7,5 l/descarga, com funcionamento satisfatório mas não disponível no mercado por questões comerciais, e 7,0 l/descarga, segundo informações do fabricante (ROCHA & MONTENEGRO, 1987);

- caixa integrada: tem pouca aceitação no mercado devido ao seu alto preço. Segundo o fabricante o volume por descarga é de cerca de 17 l;

- caixa cerâmica a baixa altura: é pouco utilizada e o maior volume útil é de cerca de 14 l;

- válvula externa: tem pouca divulgação no mercado consumidor e pode ser de ciclo fixo ou variável. Na válvula de ciclo fixo o volume de descarga independe do tempo de

acionamento, já que obedece a uma regulação prévia (comum na cidade do Rio de Janeiro). Na válvula de ciclo variável o volume de descarga é função do tempo de acionamento (ROCHA & MONTENEGRO, 1984); e

- válvula de descarga de embutir (tipo HYDRA): é a solução mais difundida entre os consumidores urbanos. É utilizada tanto em residências térreas como em apartamentos. O seu volume de descarga é em torno de 7 a 10 l de água quando bem regulada e operando com valores de vazão inferiores ao usual (2 l/s) (ROCHA & MONTENEGRO, 1987).

Segundo os mesmos autores os vasos sanitários alimentados por válvulas consomem, em média, 14 a 20 l/descarga, isto quando as mesmas são novas e instaladas corretamente.

Em medições de consumo real de água em conjuntos de vaso com válvula verificadas em banheiro masculino de um dos prédios do IPT foram observados os dados constantes na Tabela 2.6..

Tabela 2.6. Volume médio de água por descarga em conjuntos de vaso sanitário com válvula verificado em banheiro masculino de uso normal (IPT, 1982).

VASO SANITÁRIO		VÁLVULA DE DESCARGA		VAZÃO DE REGIME (l/s)	VOLUME POR DESCARGA (l)
MARCA	MODELO	MARCA	MODELO		
Celite	Lotus	Oriente	Super	1,7	9,1 (1,1)*
Hervy	Fatura	Horizonte	P20	1,7	10,0 (1,0)
Deca	Ipanema	Deca	Hydra-master	1,7	7,5 (1,1)

*Os valores entre parênteses referem-se aos desvios padrão.

MONTENEGRO & ROCHA (1985) mencionam que em outros países existe uma caixa com sistema de descarga chamado "dual" que possibilita a escolha pelo usuário entre dois volumes de descarga: um volume maior, igual ao volume útil da caixa, e outro menor, igual à metade do volume útil que é utilizado quando há somente dejetos líquidos no vaso sanitário. O mecanismo deste tipo de descarga pode ser empregado em vasos instalados através da substituição ou modificação do sifão da caixa.

Os mesmos autores citam também um tipo de sifão utilizado na Suécia desenvolvido para resolver eventuais problemas de transporte de sólidos provocados pelo uso de descargas com apenas 3 l. Este sifão armazena esgoto de várias descargas e de outros aparelhos, e quando atinge sua capacidade máxima ocorre uma descarga automática de 20 l.

A Tabela 2.7. apresenta o volume de caixas de descarga típicas de diversos países (MONTENEGRO & ROCHA, 1985).

Tabela 2.7. Volume de descarga nominal em caixas de descarga de diversos países (MONTENEGRO & ROCHA, 1985, modificada).

PAÍS	VOLUME (l)
E. U. A.	30 a 13
* Brasil	17 a 5
África do Sul	13 e 11
Alemanha	9 e 6
Israel	9
Suíça	9
** Inglaterra	9 e 6
Holanda	9 e 6
Suécia	9, 6 e 3

* Fonte: IPT (1986).

** Fonte: ROCHA & MONTENEGRO (1987).

Pela Norma Brasileira NBR 6452/84 o volume máximo admissível de uma descarga para que se tenha a limpeza do vaso atendendo a critérios de desempenho é de 12 l (INM, 1984; IPT, 1986).

Conforme ROCHA & MONTENEGRO (1987) há basicamente dois tipos de vaso sanitário disponíveis no mercado nacional:

- vaso sanitário comercializado como peça independente usado com qualquer tipo de descarga; e

- vaso sanitário vendido com caixa de descarga que pode ser integrada, acoplada ou a baixa altura.

Os vasos comercializados como peças independentes não sofrem restrições de uso, ou seja, os fabricantes não indicam o tipo de descarga que assegura o bom funcionamento, nem as vazões e volumes de descarga necessários.

Para a redução do consumo de água em vasos comercializados como peças independentes ROCHA & MONTENEGRO (1987) apontam como necessário, por parte dos fabricantes, o aprimoramento do projeto do aparelho, a indicação dos valores de vazão adequados para o bom funcionamento e a transferência destas informações aos fabricantes de caixas e válvulas de descarga para adequação das condições de uso.

No caso da válvula de descarga de embutir, o problema se encontra na dificuldade de controlar as vazões nas instalações prediais. A solução deste problema é o desenvolvimento de um dispositivo limitador de vazão a ser instalado junto à válvula ou que faça parte de seu corpo.

Para os vasos com caixa acoplada, uma alternativa é o desenvolvimento de um mecanismo de descarga "dual" ou controlada. Considerando que este tipo de aparelho é utilizado em habitações de pessoas de renda média ou alta, os custos relativos às modificações podem ser absorvidos no preço final

do produto. É importante observar que a penetração deste vaso no mercado tem aumentado nos últimos anos, particularmente substituindo o vaso com válvula de descarga.

- Torneira de lavatório e pia

O importante nas torneiras para a conservação de água é a forma do jato, sua vazão e o tempo de duração de uso, estando estes fatores relacionados com o grau de conforto do usuário.

Assim, é interessante que nas torneiras sejam incorporados dispositivos que controlem a dispersão do jato e que reduzam a vazão a valores baixos, minimizando o tempo de operação do usuário. Existem à disposição no mercado peças tipo "arejadores ou sprays" desenvolvidos para esta finalidade (ROCHA & MONTENEGRO, 1987).

O arejador é um dispositivo fixado na saída da torneira que reduz a seção de passagem da água através de telas de malhas finas e orifícios laterais que permitem a entrada de ar e a formação de bolhas dentro do jato. As bolhas de ar dão ao usuário a impressão de que a vazão é maior quando na verdade isto não acontece, ocorrendo, então, redução de consumo de água. Nos E.U.A. a maioria dos arejadores reduz a vazão em 50% resultando valores entre 0,13 e 0,76 l/ (ROCHA & MONTENEGRO, 1987).

Encontra-se em fase de elaboração, na Comissão de Estudo dos Metais Sanitários da ABNT, um projeto de norma para torneiras no qual foi estabelecida a vazão mínima de 0,10 l/s quando a pressão de alimentação é de 5 kPa, torneira de diâmetro nominal DN 20 (ϕ 3/4"), ou 10 kPa, torneira de DN 15 (ϕ 1/2"). Uma torneira com arejador poderá apresentar vazão mínima de 0,05 l/s em condições específicas de alimentação (ROCHA E MONTENEGRO, 1987).

Em alguns países, existem disponíveis no mercado, controladores de vazão e pulverizadores para a redução do consumo. Os controladores de vazão consistem basicamente de um disco de borracha com orifício central a ser instalado a montante de torneiras e chuveiros. O orifício se deforma com o aumento da perda de carga no disco, diminuindo a sua seção, tendo-se uma vazão praticamente constante a partir de um determinado valor (MONTENEGRO & ROCHA, 1985). O pulverizador transforma o jato em um feixe de jatos menores, semelhante a um chuveiro, sendo que a vazão considerada agradável em torneiras com este equipamento foi cerca de 0,03 l/s, conforme estudo de CRISP & SOBOLEV (1956) em edifício de escritórios.

- Chuveiro e banheira

O chuveiro elétrico (ou com aquecedor de água integrado) é o meio mais utilizado para o banho pessoal em

nosso país. Em medições realizadas nos laboratórios do IPT verificou-se que este tipo de chuveiro trabalha com vazões baixas, com cerca de 0,05 l/s. Estas vazões estão relacionadas com a potência elétrica de aquecimento do chuveiro que é da ordem de 3,5 kW. Para vazões maiores é necessário empregar chuveiros de potência mais elevada, que pode chegar até a 6,5 kW (IPT, 1986).

MONTENEGRO & ROCHA (1985) alertam para o fato de não haver informações disponíveis sobre as características de vazão por parte dos fabricantes deste tipo de aparelho.

No Brasil, o chuveiro sem aquecedor de água integrado é empregado quando se dispõe de pressão igual ou superior a 30 kPa com vazão da ordem de 0,20 l/s no ponto de utilização, principalmente em edifícios de apartamentos e residências de alto padrão, sendo utilizado então aquecedor de água a gás ou elétrico (IPT, 1986). A NB 92-1980 (ABNT) de instalações hidráulicas prediais de água fria considera este valor para vazão de projeto.

MALAN (1984) analisou chuveiros procedentes de diferentes países e obteve os resultados apresentados na Tabela 2.8..

Tabela 2.8. Vazão e consumo de água em chuveiros de diferentes procedências (MALAN, 1984, modificada).

ORIGEM	PRESSÃO DE ALIMENTAÇÃO (kPa)	VAZÃO MÍNIMA (l/s)	CONSUMO DE ÁGUA PARA BANHOS COM DURAÇÃO DE 5 MINUTOS (l)
África do Sul	100	0,23	69
Israel	100	0,12	36
* E. U. A.	100	0,07	21
** Brasil	≥ 30	0,20	60

* Chuveiro do tipo conservador de água.

** Obtido através das informações anteriores.

Em pesquisa realizada pela CESP (1986) na cidade de Rio Claro, localizada a 30 km da cidade de Limeira, sobre consumos residenciais de energia e refrigeração verificou-se a duração média de banhos, conforme Tabela 2.9..

Tabela 2.9. Duração média de banhos (CESP, 1986).

ESTRATO (kWh/mês)	POTÊNCIA MÉDIA (W)		NÚMERO DE PESSOAS / FAMÍLIA	DURAÇÃO MÉDIA DE BANHOS (min)
	INVERNO	VERÃO		
30	2.700	2.000	3,0	5,63
200	2.656	2.379	3,7	7,94
500	2.667	2.472	4,7	9,03
501	3.524	2.497	5,0	10,20

Duas características importantes da cidade de Rio Claro, levantadas através dessa pesquisa, devem ser salientadas:

- ligações diretas de água à rede pública de abastecimento (sem reservatório predial) asseguram uma pressão maior nos pontos de utilização de água; e

- pequena penetração do aquecedor central nas residências.

Para a cidade de São Paulo foi verificada uma duração média de banhos de 7,6 minutos. A variação da duração é pequena, sendo registrada uma duração de 3 a 9 minutos para a maioria dos eventos (CESP, 1985).

..... Baseado em levantamento de dados sobre consumo de água em banheiras e chuveiros na Inglaterra, RUMP (1978) concluiu que na banheira o consumo médio era de 90 l/banho e no chuveiro de 23 l/banho, considerando neste ultimo aparelho vazão de 0,05 l/s e tempo médio de banho em torno de 7,5 minutos.

A Tabela 2.10., elaborada pelo mesmo autor, faz comparações mostrando uma possível redução de consumo a ser obtida no caso de uso do chuveiro no lugar da banheira.

Tabela 2.10. Estimativa do volume de água conservada devido ao uso de chuveiro em substituição à banheira (RUMP, 1978).

SITUAÇÃO	ÁGUA CON-SERVADA (l/p. dia)	PORCENTAGEM DO CONSUMO DOMÉSTICO (%)	ENERGIA P/ AQUECIMENTO DA ÁGUA CONSERVADA (%)
Banheira substitu- tuida por chuveiro con- vencional	15	14	17
Banheira subs- tituida por chuveiro com jato* atomi- zado	18	16	20

* Assumido consumo de 10 l/p. banho.

De acordo com as informações dos fabricantes e comerciantes de banheiras, atualmente no Brasil, elas têm tido uma maior penetração entre os consumidores residenciais devido a modernização, principalmente nas classes com maior poder aquisitivo.

- Máquina de lavar roupas e máquina de lavar louças

São equipamentos de uso crescente no país e a substituição do processo manual de lavagem de roupas e louças por estes equipamentos implica num maior consumo de água (ROCHA & MONTENEGRO, 1987).

Conforme dados levantados por RUMP (1978), o consumo médio de água para lavagem de roupas através de máquinas em residências da Inglaterra e País de Gales era de 575 l/semana e 171 l/semana, respectivamente máquinas automáticas e não automáticas, contra 95 l/semana para aquelas residências que não as utilizavam, sendo o consumo médio das máquinas automáticas em torno de 118 l/ciclo.

ROCHA & MONTENEGRO (1987) sugerem que a conservação de água nesse aparelho pode ser obtida através de campanhas de orientação abordando a racionalização do uso com a escolha adequada de cada ciclo operacional com o máximo de carga para o nível de água, e do desenvolvimento de controle automático do nível de água de acordo com a carga de roupa a ser lavada.

Para as máquinas de lavar louças o consumo médio de água semanal era de 276 l quando utilizadas, contra 180 l se a lavagem fosse manual, sendo o consumo médio de 48 l/ciclo completo.

De acordo com PALLA (1980), o consumo neste aparelho varia entre 57 e 49 l/ciclo normal, respectivamente máquinas típicas e modelos mais recentes. Segundo MALLAN (1984), um modelo novo alemão utiliza 30 l/ciclo completo.

A perspectiva de conservação de água na máquina de lavar louças está na possibilidade do usuário programar o ciclo completo de acordo com a quantidade e tipo de louça a ser lavada (ROCHA E MONTENEGRO, 1987).

2.5.5. Revisão de normas, leis e regulamentos

A revisão de normas, leis e regulamentos compreende adoções ou modificações nos padrões de consumo dos aparelhos e pontos de utilização de água, nos critérios de projetos de instalações e especificações do sistema público de abastecimento, como também na estrutura institucional e legal para implementação de programas de conservação. Quanto a normatização de aparelhos sanitários e domésticos, a revisão abrange as especificações, padronizações e também os métodos de ensaio (FISHER & YOST, 1981; IPT, 1986).

FISHER & YOST (1981) exemplificam como medidas de caráter institucional e legal as modificações no código de obras para obrigatoriedade de instalação de aparelhos de baixo consumo em reformas ou novas construções (FLACK, 1981), aprovação de incentivos para implementação dos programas de conservação a nível de consumidor, obrigatoriedade de apresentação de programa de detecção de perdas como condição para alocação de recursos federais e estaduais destinados à reforma ou expansão do sistema de abastecimento, entre outras.

Durante a realização do Simpósio Internacional sobre a Economia de Água de Abastecimento Público, em São Paulo (1986), os participantes recomendaram aos órgãos governamentais que aplicassem uma parcela das receitas provenientes das tarifas de água e esgoto no financiamento de programas e pesquisas na área de conservação de água e saneamento básico.

2.5.6. Comunicação social

É uma das formas de motivar e estimular os consumidores a aplicarem as medidas de conservação de água; e torna-se mais importante quanto maior for o número de ações que dependam da participação do usuário, principalmente em épocas de abastecimento normal (IPT, 1986).

As campanhas de comunicação social devem ter como temas principais a divulgação de fatos relativos à oferta de água e à incorporação da responsabilidade dos usuários sobre esta oferta. Além disto, propiciar o aprendizado sobre a conservação de água, através da discussão e apresentação de hábitos específicos de conservação (GORDON , 1981; MONTENEGRO & SILVA, 1987).

No Brasil, algumas concessionárias já têm experiências significativas em comunicação social em situações de crise no abastecimento de água, faltando apenas uma

avaliação da eficiência alcançada por tais campanhas (MONTENEGRO & SILVA, 1987).

2.5.7. Reuso²

Segundo PERRIER (1988), a adoção deste elemento implica na instalação de um "sistema de dupla tubulação", ou seja, uma residência ou mesmo um sistema de distribuição de água de uma cidade provida com rede duplicada de tubulação, uma com água potável e outra com água não potável.

Independente do alto custo envolvido na duplicação da rede, existem os riscos à saúde e aos padrões de higiene. Entretanto, muitos países, particularmente Japão e E.U.A., utilizam este sistema, sendo a água usada proveniente da chuva e de efluentes tratados (PERRIER, 1988).

A água reciclada pode servir para os seguintes usos:

- vasos sanitários;
- irrigação de jardins e parques; e
- no setor industrial, para resfriamento de instalações de ar condicionado e produção de água gelada entre outros.

²Neste estudo os termos reciclagem e reuso foram empregados como sinônimos.

O estado da Califórnia (E.U.A.), dentro de um programa de uso de água reciclada, estabeleceu critérios para os vários usos baseados no grau de exposição do homem a organismos patogênicos e outros contaminantes que poderiam estar presentes na água reciclada (CROOK, 1985).

O reuso da água foi uma das propostas apresentadas por técnicos e autoridades da área de abastecimento como a solução para o suprimento de água da R.M.S.P. no século XXI caso a cidade mantenha índices de crescimento em torno de 3,5% ao ano.

Com este ritmo de expansão urbana, os recursos hídricos da Grande São Paulo expandida (conjunto de municípios dentro de um círculo de raio de 10 km do centro da capital) estarão esgotados antes do ano 2010. Isto deverá ocorrer mesmo com a execução dos planos de expansão de captação de água para a área (CAMPOS, 1986).

A seleção dos elementos de um programa de conservação de água deve considerar as características locais, da população-alvo e a existência de uma situação de abastecimento aguda ou crônica, uma vez que a eficiência e o tempo necessário à implantação dos elementos variam de acordo com a situação (MONTENEGRO & SILVA, 1987; SINGER & SANTOS, 1990).

O planejamento de um programa em época de abastecimento normal exige:

- previsão da demanda de água, baseada no perfil sócio-econômico e hábitos da população, que fornece a dimensão das necessidades futuras possibilitando a avaliação dos custos para implantação do programa e gastos com a ampliação do sistema de abastecimento;

- análise da eficiência dos elementos que compõe o programa; e

- estabelecimento de metas de acordo com a demanda local, levando em conta também as necessidades regionais e nacionais.

É importante que as decisões sejam tomadas considerando-se os pontos de vista político, técnico, econômico, legal e da sociedade (SINGER & SANTOS, 1990).

CAPÍTULO 3.

A METODOLOGIA PROPOSTA

..... Este capítulo descreve a metodologia para
estruturação do consumo residencial de água, metodologia para
seleção e hierarquização das alternativas de conservação, bem
como aplicação em campo.

3.1. Metodologia para estruturação do consumo de água

Para a identificação da estrutura do consumo residencial de água para cada componente¹ foi desenvolvida uma metodologia, semelhante à utilizada por THACKRAY *et al.* (1978) e NWC (1978) para estimativa da demanda de água, que consiste no produto de 3 elementos:

$$\bar{C} = \bar{F} \cdot \bar{V} \cdot f \quad (3.1.)$$

onde:

$\bar{C}$ = consumo médio por pessoa no componente (l/p.dia);

$\bar{F}$ = frequência média diária de uso do componente por pessoa (uso/p.dia);

$\bar{V}$ = volume médio de água por uso em cada componente (l/uso); e

f = porcentagem de consumidores que possui o componente.

A estrutura do consumo residencial de água incluiu os seguintes componentes:

- banheira;
- chuveiro;
- bidê;
- vaso sanitário;

¹Neste estudo entende-se por componente cada ponto de utilização de água.

- máquina de lavar louças;
- máquina de lavar roupas;
- uso interno básico; e
- uso externo.

A frequência diária de uso de cada componente por residência, bem como o número de pessoas por residência, foram obtidos através de um questionário aplicado em uma amostra piloto, previamente estratificada, composta de consumidores escolhidos por sorteio. A frequência média diária de uso do componente por pessoa foi obtida através da razão entre a média das frequências médias diárias de uso por residência e o número médio de consumidores por residência.

O volume de água por uso foi obtido de acordo com o tipo de componente. Para componentes com volume de água definido por uso, temos:

- banheira: o volume por uso foi fornecido pelo fabricante ou obtido quando da aplicação do questionário através de medição direta;

- vaso sanitário: o volume por uso é função do tipo de equipamento que o alimenta. Para aqueles alimentados por caixa de descarga, caixa cerâmica ou válvula externa de ciclo fixo, foi utilizado o volume útil máximo por descarga fornecido pelos fabricantes; e

- máquina de lavar louças e máquina de lavar roupas: o volume por uso foi informado pelos fabricantes.

O volume médio de água por uso de cada componente foi obtido através da média dos valores de volume por uso do mesmo em cada residência.

Para componentes sem volume de água definido por uso o volume foi estimado por residência como segue:

$$C_i = L_i - L_{i-1} \quad (3.2.)$$

onde:

C_i = consumo de água no dia i (l);

L_i = valor da leitura no hidrômetro residencial no dia i ; e

L_{i-1} = valor da leitura no dia $i-1$.

Esse consumo de água é composto pelo consumo interno (CI_i) e pelo consumo externo (CE_i), logo:

$$C_i = CI_i + CE_i \quad (3.3.)$$

CI_i = consumo interno de água no dia i (l); e

CE_i = consumo externo de água no dia i (l).

Considerando somente os dias com consumo interno de água ($CE = 0$):

$$CIR_i = C_i - \sum_{i=1}^n CD_i \quad (3.4.)$$

onde:

CIR_i = consumo interno residual no dia i que engloba o consumo de água no chuveiro, bidê, vaso sanitário com válvula de descarga de embutir ou externa e uso interno básico (1);

CD_i = consumo nos componentes com volume de água definido por uso no dia i (1); e

n = número de componentes com volume de água definido por uso utilizado no dia i .

O volume de água para os componentes do consumo interno residual no dia i foi estimado através da equação de regressão linear abaixo:

$$CIR_i = u_i + Vch.Fch_i + Vb.Fb_i + Vv.Fv_i + e_i \quad (3.5.)$$

onde:

u_i = uso interno básico no dia i (1);

Vch = volume de água por banho de chuveiro (1/uso);

Fch_i = frequência diária de uso do chuveiro no dia i (uso);

Vb = volume de água por uso do bidê (1/uso);

Fb_i = frequência diária de uso do bidê no dia i (uso);

Vv = volume de água por uso do vaso sanitário com válvula de descarga de embutir ou externa de ciclo variável (1/uso);

Fv_i = frequência diária de uso do vaso sanitário com válvula de descarga de embutir ou externa de ciclo variável no dia i (uso); e

e_i = erro aleatório.

O volume médio por uso para esses componentes foi obtido através da média dos volumes estimados pela equação de regressão linear com dados de cada residência.

O consumo de água para o uso interno básico foi calculado como sendo a média dos valores das constantes das equações de regressão linear.

O consumo externo de água foi determinado considerando os dias com consumo interno e externo, ou seja:

$$CIER_i = C_i - \sum_{i=1}^n CD_i \quad (3.6.)$$

ou:

$$CE_i = CIER_i - \hat{u}_i - (\hat{V}ch.Fch_i) - (\hat{V}b.Fb_i) - (\hat{V}v.Fv_i) \quad (3.7.)$$

onde:

$CIER_i$ = consumo interno e externo residual no dia i que engloba o consumo nos componentes sem volume de água definido por uso (1);

$\hat{u}_i$ = uso interno básico estimado em (3.5.) (1);

$\hat{V}_{ch}$ = volume de água por banho de chuveiro estimado em (3.5.) (l/uso);

$\hat{V}_b$ = volume de água por uso do bidê estimado em (3.5.) (l/uso); e

$\hat{V}_v$ = volume de água por uso do vaso sanitário com válvula de descarga estimado em (3.5.) (l/uso).

O consumo de água para uso externo foi calculado como sendo a média dos valores obtidos através da equação (3.7.) com dados de cada residência.

Com base na estrutura do consumo residencial identificada, foram propostas alternativas de conservação de água adequadas à população amostrada.

3.2. Metodologia para hierarquização das alternativas de conservação de água

As alternativas de conservação de água a nível residencial urbano propostas foram analisadas sob vários pontos de vista e hierarquizadas posteriormente.

Os pontos de vista consideraram a opinião de uma equipe multidisciplinar. A avaliação deu-se através da aplicação de um questionário utilizando a técnica DELPHI modificada (CHAMBERS *et al.*, 1971 ; RIGGS, 1983) a qual permite uma análise espontânea do entrevistado eliminando o efeito psicológico de uma análise em grupo.

A hierarquização das alternativas de conservação de água foi feita através de análise multicriterial, utilizando os algoritmos ELECTRE I e ELECTRE II.

O método ELECTRE I (SINGER, 1983; FRICKE et al., 1989) tem a finalidade de ordenar um conjunto de alternativas e para isto são utilizados dois índices:

- índice de concordância que expressa como uma alternativa corresponde aos pontos de vista ou critérios; e
- índice de discordância que reflete o grau da insatisfação dos pontos de vista.

Conseqüentemente, a alternativa deve apresentar o maior índice possível de concordância e, concomitantemente, o menor índice possível de discordância.

O desenvolvimento deste método parte de um quadro que consiste, principalmente, de uma matriz, denominada matriz de impactos, cujos elementos têm por objetivo a avaliação de cada alternativa, segundo cada ponto de vista. Neste quadro tem-se as informações sobre os pontos de vistas e seus respectivos pesos.

Através da comparação dos pares das n alternativas i com j , são determinadas as matrizes de concordância $C(n \times n)$ e de discordância $D(n \times n)$.

O índice de concordância $C_{i,j}$ indica quanto a alternativa i é superior à alternativa j , sendo definido segundo a expressão:

$$C_{i,j} = \frac{\sum_{k \in A_{i,j}} W(k)}{\sum_k W(k)} \quad (3.8)$$

onde:

$W(k)$ = peso atribuído ao ponto de vista k , $k = 1, 2, \dots, k$; e

$A_{i,j} = \{k : i \geq j\}$, ou seja, o conjunto de todos os pontos de vista para os quais é preferível sobre j .

O índice de concordância depende exclusivamente dos pesos relativos aos pontos de vista sendo por definição $0 \leq C_{i,j} \leq 1$. Quando $C_{i,j} = 1$, a alternativa i é superior ou igual a alternativa j , sob todos os pontos de vista. Se $C_{i,j} = 0$, a alternativa i é sempre inferior à alternativa j .

O índice de discordância $D_{i,j}$ indica de quanto a alternativa i é inferior em relação à escala estabelecida. Este índice é definido como:

$$D_{i,j} = \frac{\text{máx. } (Z_{j,k} - Z_{i,k}) \text{ quando } i < j}{R^*} \quad (3.9.)$$

onde:

$Z_{j,k}$ = avaliação (nota) da alternativa j com respeito ao ponto de vista k ; e

R^* = maior diferença da escala de pontos de vista.

A escolha das alternativas preferidas, pertencentes ao conjunto das não dominadas, é obtida através da comparação dos índices com valores limites p e q , onde p é o valor limite para os índices de concordância e indica a superioridade desejada, e q é o valor limite para os índices de discordância e define a discordância aceitável.

Todas as alternativas que apresentam $C_{i,j} \geq p$ e $D_{i,j} \leq q$ são preferíveis às outras alternativas. O valor que corresponde à concordância máxima significa que a alternativa i deve ser preferida sobre a alternativa j em relação a todos os pontos de vista. Para $q = 0$ significa nenhuma discordância.

O resultado do ELECTRE I são gráficos de preferência, os quais apresentam uma ordenação parcial das alternativas e provêm das matrizes de superioridade para índices rígidos e relaxados.

Essas matrizes são obtidas pela atribuição do valor 1 (um) ao elemento correspondente da matriz quando a alternativa i é preferível à alternativa j , ou seja, quando a comparação atende aos valores limite fixados. Caso contrário, é atribuído o valor 0 (zero).

O gráfico de forte preferência (GF) resulta do uso de valores limite rígidos, ou seja, alto nível de concordância e baixo nível de discordância. No gráfico de fraca preferência (Gf) os valores limites são relaxados (p mais baixo e q mais alto) e representam limites mais baixos na conformação do sistema.

Para a construção desses gráficos as alternativas (nós) são plotadas aleatoriamente e a superioridade entre elas é representada por meio de setas no sentido das superiores para as inferiores.

O gráfico de forte preferência é um subgráfico do gráfico de fraca preferência, mas a diferenciação entre forte e fraca preferência é feita para assegurar uma completa classificação das alternativas.

O ELECTRE II (ROY & BERTIER, 1971; SINGER, 1983; FRICKE *et al.*, 1989) é usado para a hierarquização das alternativas sendo que para a sua execução é necessária a existência de duas classificações separadas, denominadas de classificação avante e classificação reversa.

Na classificação avante são identificados os nós do gráfico GF que não têm precedentes, ou seja, aqueles que não recebem setas, sendo este grupo denominado de conjunto GF. Da mesma forma, os nós que não têm precedentes no gráfico Gf são identificados e definido como conjunto Gf.

A seguir é feita a redução dos gráficos de forte e fraca preferência pela eliminação dos nós contidos no conjunto G_f e das setas originadas destes nós. Este gráfico de GF reduzido é examinado novamente para a identificação dos nós sem precedentes. Estes nós formarão o novo conjunto GF , e o procedimento descrito anteriormente é repetido. O novo conjunto G_f de nós é classificado em segundo lugar. Esta interação é feita até que todos os nós dos gráficos de preferência forte e fraca tenham sido descartados e as alternativas classificadas.

Na classificação reversa o primeiro passo é inverter a direção das setas de GF e G_f . Assim, se a alternativa i foi preferida sobre a alternativa j na classificação avante, a alternativa j será preferida sobre a alternativa i na classificação reversa. Os procedimentos posteriores são idênticos aos passos da classificação avante, sendo que a alternativa classificada por último será classificada em primeiro e as demais serão classificadas em ordem inversa.

Com base nas classificações avante e reversa, é feita uma média para cada nó. Por exemplo, se a alternativa i foi classificada em primeiro na classificação avante e em segundo na classificação reversa, a sua classificação média é 1,5. O último passo no ELECTRE II consiste na ordenação das alternativas de acordo com as classificações médias, estabelecendo a hierarquização completa das alternativas.

3.3. Aplicação da metodologia para estruturação do consumo de água

3.3.1. Seleção da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido na cidade de Limeira pelas razões abaixo:

- a captação da água para abastecimento público é feita no rio Jaguari, e o principal corpo receptor dos lançamentos de efluentes líquidos é o ribeirão Tatu, ambos pertencentes à crítica bacia do rio Piracicaba, crítica quanto à qualidade e quantidade de seu corpo hídrico;

- interesse do SAAE na linha de trabalho e fornecimento dos dados necessários;

- antiga localização do campus da Faculdade de Engenharia Civil da UNICAMP (FEC) com seus cursos de graduação e pós-graduação na área de Saneamento e Recursos Hídricos; e

- ter sido Limeira escolhida como cidade piloto para elaboração do censo de 1990.

Desta forma conciliaram-se os aspectos técnicos e políticos para a realização deste trabalho.

3.3.2. Classe amostral

A estrutura do consumo de água foi feita para uma amostra-piloto de consumidores residenciais infamiliares com consumo médio superior a 61 m³/mês, em 6 meses contínuos de consumo (período processado pelo SAAE).

Este tipo de consumidor foi escolhido pelos seguintes motivos:

- compatibilidade de consumo com as faixas da estrutura tarifária de água;²

- uma residência com consumo mensal de 61 m³ tem um consumo médio diário de 2033 l. De acordo com o censo de 1980, uma residência possui em média 3,8 pessoas, resultando num consumo *per capita* diário aproximado de 535 litros, ou seja, duas vezes maior que a cota média por habitante da cidade (DAEE, 1984);

- são consumidores com maior poder aquisitivo (SPAULDING, 1972) e possuidores de componentes variados, formando assim uma base mais completa e abrangente para o estudo;

- mostram a tendência de consumo das classes sociais mais baixas; e

- são indivíduos inovadores no sentido de adotar novas tecnologias (CARDIA, 1987) e mais susceptíveis aos programas de conservação (LINSKY, 1982).

²Ver faixas de consumo no Item 1.3.1. do Capítulo 1.

3.3.3. Período amostral

A escolha do período de 6 meses para seleção dos consumidores foi feita com base em dados de temperatura, visto que esta influencia na variação do consumo residencial de água (GRIMA, 1972 ; DANIELSON, 1979). Foi selecionado o período compreendido entre junho e novembro, incluindo estes dois, por serem os meses em que verificou-se o maior valor médio de temperaturas mínimas durante o ano de 1987³, este critério assegura um alto consumo mesmo em condições desfavoráveis de temperatura.

A seleção dos consumidores residenciais se deu através do cadastro de consumidores de água do ano de 1987 do SAAE e a amostra-piloto a ser pesquisada foi escolhida por sorteio.

A partir de uma série histórica de 47 anos de observações de temperatura foram definidos os meses de janeiro e fevereiro para a realização da pesquisa de campo, isto porque estes meses apresentaram as médias de temperaturas

³Dados do Posto Hidrometereológico de Limeira fornecidos pela FEC - Departamento de Hidráulica e Saneamento.

máximas, médias e mínimas mais elevadas. Os dados das médias das temperaturas fornecidos pelo Instituto Agrônômico de Campinas foram colhidos na Estação de Cordeirópolis, localizada a 10 km da cidade de Limeira.

Para assegurar que este período seria o ideal, tentou-se verificar se nos meses de janeiro e fevereiro ocorriam os maiores volumes de água medidos para a categoria residencial. Isto não foi possível porque o SAAE possui apenas dados totais de volumes distribuídos em todas as categorias.

3.3.4. O questionário de consumo de água

O questionário de consumo de água foi desenvolvido com os seguintes objetivos:

- identificar o consumo impessoalmente e avaliar o interesse na pesquisa;
- caracterizar a residência, pontos de consumo de água e a condição sócio-econômica do consumidor amostrado, de forma a obter o perfil do consumidor e os hábitos de uso da água;
- ser rapidamente preenchido pelo entrevistador; e
- facilitar o armazenamento e processamento dos dados necessários ao desenvolvimento da metodologia.

O questionário foi testado antes de sua aplicação definitiva para avaliar o preenchimento no campo e verificar se estava correspondendo aos objetivos.

O convite para participar na pesquisa foi feito através de um ou mais contatos telefônicos com os moradores das residências sorteadas explicando-se os objetivos e marcando-se data e horário para a entrevista.

Para estabelecer uma rotina de aplicação desse questionário no campo e retirar as dúvidas dos entrevistados sobre os componentes foi elaborado um manual de instruções.

Também foi feita divulgação da pesquisa nos principais setores do SAAE e da FEC, principalmente junto às pessoas responsáveis pelo serviços de recepção e telefones, para que possíveis dúvidas pudessem ser esclarecidas.

A aplicação dos questionários foi feita pela autora, com a orientação prévia da agência local do IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia Estatística.

Na época da aplicação dos questionários, foram realizadas leituras diárias nos hidrômetros das residências dos consumidores amostrados durante um período de 15 dias. Essas leituras foram feitas sempre no mesmo horário e antes da chegada dos empregados, tomando-se o cuidado para não realizar a leitura com o hidrômetro em funcionamento.

Em algumas residências foram obtidas 22 leituras para se analisar a variação do consumo de água em função do número de leituras e, se possível, inferir o período ideal para esse tipo de pesquisa. As residências que forneceram 3 semanas de dados de consumo foram aquelas que tinham o hidrômetro instalado fora dos limites do terreno.

Com a finalidade de verificar possíveis erros de leitura ocorridos durante a pesquisa, foram feitas comparações com o consumo mensal medido pelo SAAE.

Foram efetuados contatos com os fabricantes dos componentes antes e após a aplicação do questionário de consumo de água no campo. O primeiro para a elaboração do questionário, e o segundo para obtenção dos volumes e das informações necessárias ao desenvolvimento da metodologia.

No Anexo B segue a descrição do método de abordagem telefônica e persuasão dos moradores, questionário de consumo de água e o manual de instruções para sua aplicação.

Para processamento das informações obtidas da aplicação do questionário de consumo de água foi desenvolvido um "SISTEMA DE QUESTIONÁRIOS" para armazenar os dados, efetuar cálculos e apresentar resultados na forma de relatório por consumidor amostrado.

A Figura B.1. do Anexo B., apresenta o fluxograma de opções do "SISTEMA DE QUESTIONÁRIO" desenvolvido.

3.4. Aplicação da metodologia para hierarquização das alternativas de conservação de água

As alternativas de conservação de água consideradas na análise multicriterial foram sugeridas através da revisão bibliográfica⁴ e indicadas pela estrutura do consumo de água.

A avaliação das alternativas para aplicação no ELECTRE I e II foi feita através do questionário utilizando a técnica DELPHI modificada, considerando os pontos de vista dos consumidores amostrados, de profissionais da área de saneamento e recursos hídricos da FEC e representante do SAAE.

O questionário de alternativas de conservação de água foi desenvolvido com o objetivo de selecionar 3 alternativas de um conjunto de 5, por ordem de preferência, que seriam implantadas pelos avaliadores. Este questionário foi testado, modificado e aplicado de maneira semelhante ao questionário de consumo de água.

⁴Ver Item 2.5. do Capítulo 2.

A ponderação adotada para utilização nos métodos ELECTRE foi:

- primeira alternativa selecionada = 4;
- segunda alternativa selecionada = 3;
- terceira alternativa selecionada = 2; e
- alternativa não selecionada = 1.

Na aplicação dos algoritmos foram propostos pesos iguais e diferenciados aos pontos de vista, ou seja, foi feita uma variação da importância dos pontos de vista para se testar a robustez do modelo em relação à mudança dos pesos.

No Anexo B encontra-se o questionário para avaliação das alternativas de conservação de água e o respectivo manual de instruções.

CAPÍTULO 4.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A primeira seção deste capítulo descreve os resultados da pesquisa cadastral para a identificação do universo de consumidores e do sorteio da amostra-piloto. A segunda enfoca a aplicação do questionário de consumo de água no campo. A terceira e a quarta discutem, respectivamente, os elementos de composição da estrutura do consumo de água e a estruturação do consumo propriamente dita. A quinta apresenta as alternativas de conservação de água propostas, e a sexta a aplicação do questionário de alternativas de conservação. Finalmente, a sétima apresenta a seleção e a hierarquização destas alternativas.

4.1. Universo de consumidores residenciais

Como resultado da pesquisa cadastral junto ao SAAE, foram identificados 720 consumidores residenciais com consumo médio superior a 61 m³/mês no período de junho a novembro de 1987. Este número representa 1,6% do número de economias servidas e 15% do volume de água faturado.

Dos 720 consumidores identificados foram retirados os vieses explícitos como:

- consumidores comerciais e industriais utilizando-se de contratos residenciais de ligação;
- consumidores que apresentaram vazamento;
- medidores que atendem a mais de uma economia; e
- erros sensíveis de digitação dos dados de consumo no cadastro de consumidores.

A exclusão desses vieses resultou no reconhecimento de 398 consumidores que se enquadraram nas condições estabelecidas.

Desses 398 consumidores foram sorteados 258 dos quais 198 constavam na lista telefônica por endereços 88/89 da cidade de Limeira como assinantes comerciais, industriais ou residenciais multifamiliares. Portanto, restaram 60 consumidores que foram contatados, sendo que 47 concordaram em participar da pesquisa.

O baixo número de recusas de participação da pesquisa (22%) pode ser atribuído ao método de abordagem (através de contato telefônico) e a aplicação do questionário de consumo de água com data e horário previamente marcados em uma cidade com características interioranas, sendo que esta porcentagem poderia ser diminuída caso contasse com o suporte de um programa institucional. Mesmo marcando-se a entrevista com antecedência, foi preciso retornar mais de uma vez a algumas residências.

4.2. A aplicação do questionário de consumo de água

A aplicação do questionário de consumo de água ocorreu entre 10/01 e 24/05/89, resultando em 35 entrevistas que serviram de base para os dados apresentados, e 12 entrevistas excluídas por não corresponderem ao perfil do consumidor adotado. Este questionário foi respondido pela responsável pela manutenção da residência, às vezes com o auxílio da empregada. O tempo para sua aplicação variou entre 15 e 30 minutos, sendo em média 20 minutos.

As perguntas que apresentaram maior dificuldade para serem respondidas pelas entrevistadas foram aquelas que diziam respeito a:

- como diminuir o consumo de água: todas as entrevistadas declararam interesse em reduzir o consumo, mas

não sabiam com clareza o procedimento a ser adotado, indicando o desconhecimento das medidas de conservação de água;

- frequência diária de uso dos componentes por peça: as respostas não especificavam a frequência diária de uso de cada peça e sim a frequência total de uso, ou a frequência total de uso por tipo de componente;

- frequência de uso do vaso sanitário: as respostas foram dadas em função dos hábitos de uso das entrevistadas; e

- renda por pessoa: era fornecida a renda familiar e algumas entrevistadas hesitavam em responder a esta pergunta, o que pode indicar este como um dado pouco confiável.

O interesse na pesquisa por parte das entrevistadas foi manifestado através de perguntas sobre a pesquisa, a estrutura do consumo de água da residência, dia de maior consumo, disposição em fornecer os hábitos de uso da água detalhadamente, entre outras.

De maneira geral, as entrevistadas respondiam com facilidade às perguntas do questionário, sendo que somente em 2 entrevistas (6%) houve demonstração de falta de conhecimento sobre o consumo de água na residência.

A maioria (94%) das residências dos consumidores amostrados estão localizadas em bairros considerados, pela Prefeitura Municipal de Limeira, como sendo do primeiro

perímetro da cidade, ou seja, aqueles com terrenos de maior valor venal atribuído pelo órgão público. O Anexo C contém o mapa da cidade de Limeira com a identificação dos bairros onde estão localizadas as residências dos consumidores pesquisados.

As leituras nos hidrômetros residenciais, para obtenção do consumo diário de água, foram realizadas entre 7:00 e 8:30 horas de segunda a sábado, e 7:00 e 10:00 horas aos domingos, variando em função do início das atividades da residência. Em 21 das residências participantes o período de leitura foi de 15 dias, e em 14 foi de 22 dias.

Como a aplicação do questionário de consumo de água foi realizada por apenas uma pessoa e o horário entre as leituras apresentava pouca variação, não houve a possibilidade de execução de várias leituras no mesmo período.

Foi observado, durante as leituras, que os hidrômetros se encontravam sujos, embaçados ou instalados em locais e posição inadequados. Entretanto, o valor lido não foi prejudicado porque foram tomadas providências que permitiram uma leitura correta.

As Tabelas de A.1. a A.8. do Anexo A mostram os resultados da aplicação do questionário, bem como as características das residências amostradas, dos componentes, dos consumidores e a preocupação com o consumo de água.

4.3. Elementos de composição da estrutura do consumo de água

4.3.1. Nível de propriedade

A Tabela 4.1. fornece o nível de propriedade dos consumidores pesquisados ¹e a Tabela 4.2. os componentes a serem adquiridos ou substituídos mostrando o sentido da evolução da demanda de água.

Tabela 4.1. Nível de propriedade dos consumidores.

COMPONENTES	NÍVEL DE PROPRIEDADE (%)
Banheira	77
Chuveiro elétrico/aq. solar	71
Chuveiro sem aquecedor de água integrado	29
Bidê	100
Vaso sanitário sem volume definido por uso	100
Vaso sanitário com volume definido por uso	9
Máquina de lavar louças	69
Máquina de lavar roupas	100

¹Ver Tabela A.4. do Anexo A.

Tabela 4.2. Componentes a serem adquiridos ou substituídos.

COMPONENTES	Nº DE CONSUMIDORES	% DA AMOSTRA
Máquina de lavar louças	7	20
Máquina de lavar roupas	7	20
Banheira	3	9
Vaso sanitário com válvula de embutir	1	3
Lavatório	1	3
Sauna	3	9
Piscina	3	9

4.3.2. Frequência média de uso dos componentes

A Tabela 4.3. apresenta a frequência média diária de uso de cada componente por residência, o desvio padrão e a frequência média diária de uso por pessoa, calculados a partir das frequências médias diárias de dados semanais de uso dos componentes das residências amostradas e do número médio de moradores e empregados residentes.² Neste cálculo, para as residências que não utilizam o componente foi considerado frequência igual a zero. A Tabela A.9. do Anexo A, apresenta as frequências médias diárias com base em dados semanais de uso dos componentes das residências amostradas.

²Ver Tabela A.8. do Anexo A.

Tabela 4.3. Frequência média diária de uso dos componentes por residência e por pessoa.

COMPONENTES	FREQUÊNCIA MÉDIA	
	uso/res. dia	uso/p. dia
USO INTERNO		
Banheira	0,01 (0,04)*	0,00
Chuveiro elétrico/aq. solar	8,36 (2,48)	1,86
Chuveiro sem aquecedor de água integrado	4,00 (1,89)	0,89
Bidê	4,74 (3,71)	1,06
Vaso sanitário sem volume definido por descarga	20,86 (6,46)	4,65
Vaso sanitário com volume definido por descarga	7,86 (1,08)	1,75
Máquina de lavar louças	0,23 (0,24)	0,05
Máquina de lavar roupas	1,12 (0,97)	0,25
USO EXTERNO		
Lavagem da área externa	0,41 (0,19)	—
Rega de jardins	0,34 (0,18)	—
Lavagem de carros	0,22 (0,08)	—
Piscina	0,18 (0,25)	—
Sauna	0,00	—

* Os números entre parênteses referem-se aos desvios padrão.

Dos dados da Tabela 4.3., observa-se que:³

- o banho de banheira não é uma prática comum, embora cada residência amostrada possua, em média, pelo menos uma banheira instalada.⁴ A frequência média de banho de chuveiro é em torno de 1,6 banhos/pessoa.dia;

³Ver comentários da Tabela A.9. do Anexo A.

⁴Ver Tabela A.4. do Anexo A.

- a frequência de uso do bidê por pessoa está associada à frequência do vaso sanitário apresentando uma razão média de uso diário de 1,1 para cada 4,8 vezes respectivamente, entretanto, este valor pode estar viesado pelo fato do questionário ter sido respondido em função dos hábitos de uso das entrevistadas;

- a frequência média de uso da máquina de lavar louças por residência é aproximadamente 1,6 vezes por semana, a sua utilização se dá geralmente nos finais de semana devido à folga dos empregados;

- a lavagem da área externa é feita aproximadamente 2,9 vezes por semana, a rega de jardins 2,4 vezes e a lavagem de carros 1,5 vezes;

- o nível d'água da piscina é completado, em média, pelo menos 1,3 vezes por semana; e

- os desvios padrão das frequências médias por residência são altos indicando dispersão dos dados, podendo ser ocasionado pela diversidade dos hábitos de uso dos componentes e/ou pelas declarações das entrevistadas.

4.3.3. Volume médio de água para componentes com volume definido por uso

A Tabela 4.4. apresenta o volume médio de água por uso para os componentes com volume definido com base nos dados das residências que utilizam o componente. A Tabela A.10. do

Anexo A mostra este volume para os componentes instalados nas residências amostradas.

Tabela 4.4. Volume médio de água por uso para componentes com volume definido por uso.

COMPONENTES	VOLUME MÉDIO (1)
Banheira	251,00 (29,70)*
Vaso sanitário	9,67 (3,79)
Máquina de lavar louças	50,94 (18,96)
Máquina de lavar roupas	119,23 (15,89)

* Os números entre parênteses referem-se aos desvios padrão.

Na Tabela 4.4. observa-se que os valores de volume médio não são dispersos exceto para o vaso sanitário e a máquina de lavar louças. Este desvio é atribuído à variação do volume por uso para componentes de diferentes marcas.

4.3.4. Volume médio de água para componentes sem volume definido por uso

A Tabela 4.5. apresenta os volumes estimados para os componentes sem volume de água definido por uso para cada residência amostrada obtido através do modelo de regressão (3.5.) considerando somente os dias com consumo interno de água. Algumas residências apresentam dois valores de volume estimado correspondendo a 15 e 22 dias de leitura respectivamente.

Tabela 4.5. Resultados das estimativas dos volumes para os componentes sem volume definido por uso.

C O N S U M I D O R	A M O S T R A D O	RESULTADOS					
		n*	COEF. DE DETER.	ESTIMATIVAS			
				$\hat{u}$	$\hat{V}_v$	$\hat{V}_{ch}$	$\hat{V}_b$
							NÍVEL DESCRITIVO (P-VALUE)
1	10	0,00	664,90	0,00	0,00	0,00	0,00
1	15	0,00	780,73	0,00	0,00	0,00	0,00
2	10	0,00	752,40	0,00	0,00	0,00	0,00
2	15	0,00	769,13	0,00	0,00	0,00	0,00
3	10	0,43	8,33	156,17	-179,50	0,00	0,14
4	9	0,29	-2.980,81	172,14	0,00	0,00	0,13
5	12	0,00	965,17	0,00	0,00	0,00	0,00
6	11	0,00	827,45	0,00	0,00	0,00	0,00
7	—	—	—	—	—	—	—
8	6	0,47	575,75	65,93	0,00	0,00	0,13
8	9	0,57	372,00	75,33	0,00	0,00	0,01
9	—	—	—	—	—	—	—
10	7	0,00	614,29	0,00	0,00	0,00	0,00
11	8	0,65	-3.753,50	388,94	0,00	0,00	0,02
12	8	0,77	-1.552,00	172,08	0,00	0,00	0,00
13	7	0,42	-525,80	125,40	0,00	0,00	0,11
14	5	0,38	5.737,00	-313,83	0,00	0,00	0,27
15	5	0,31	4.547,00	-226,42	0,00	0,00	0,32
16	8	0,45	-4.550,50	87,75	546,75	0,00	0,22
16	11	0,14	-1.565,20	155,17	-538,50	0,00	—
17	8	0,85	-7.011,33	43,83	871,00	0,00	0,00
17	16	0,89	-6.915,78	46,27	859,08	0,00	0,00
18	8	0,08	-482,00	93,44	0,00	0,00	0,49
18	12	0,12	-591,33	102,07	0,00	0,00	0,27
19	8	0,27	-820,33	70,53	0,00	0,00	0,18
19	12	0,27	-811,00	71,13	0,00	0,00	0,01
20	1	0,00	1.900,00	0,00	0,00	0,00	—
21	2	1,00	-818,00	224,33	0,00	0,00	—
22	8	0,00	1.441,62	0,00	0,00	0,00	0,00
22	12	0,00	1.399,25	0,00	0,00	0,00	0,00
23	4	0,55	-648,00	68,25	0,00	0,00	0,25
24	—	—	—	—	—	—	—
25	8	0,22	-1.738,89	120,44	0,00	0,00	0,24

*n = número de elementos utilizados na equação de regressão.

Tabela 4.5. Resultados das estimativas dos volumes para os componentes sem volume definido por uso.

C O N S U M I D O R	A M O S T R A D O	RESULTADOS						
		n*	COEF. DE DETER.	ESTIMATIVAS				NÍVEL DESCRITIVO (P VALUE)
				$\hat{u}$	$\hat{V}_v$	$\hat{V}_{ch}$	$\hat{V}_b$	
26	8	0,44	-708,30	112,67	0,00	0,00	0,07	
27	6	0,00	934,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
27	9	0,00	991,89	0,00	0,00	0,00	0,00	
28	13	0,01	695,37	59,40	0,00	0,00	0,71	
29	8	0,00	1.812,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
29	11	0,00	1.577,91	0,00	0,00	0,00	0,00	
30	1	0,00	1.988,00	0,00	0,00	0,00	—	
31	8	0,00	1.744,25	0,00	0,00	0,00	0,00	
31	11	0,00	2.008,64	0,00	0,00	0,00	0,00	
32	—	—	—	—	—	—	—	
33	8	0,15	-2.258,43	126,31	0,00	0,00	0,34	
34	6	0,00	984,17	0,00	0,00	0,00	0,00	
34	9	0,00	920,22	0,00	0,00	0,00	0,00	
35	13	0,00	1.971,54	0,00	0,00	0,00	0,00	

*n = número de elementos utilizados na equação de regressão

As 31 equações de regressão correspondentes às residências com apenas consumo interno, geraram equações normais que foram consideradas como matrizes singulares e para solução das mesmas foram empregadas matrizes inversas generalizadas. Isto se deve à pequena, ou a não variação da frequência diária de uso dos componentes declarada pelas entrevistadas. Portanto, as estimativas acima não devem ser consideradas.

As Tabelas 4.6 e 4.7. resumem os dados da Tabela 4.5. para facilitar análises posteriores.

Tabela 4.6. Coeficiente de determinação das equações de regressão.

Nº DE RESIDÊNCIAS		COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO
14 DADOS DE CONSUMO	14 E 21 DADOS DE CONSUMO	
13	13	0,00
13	12	entre 0,00 e 0,50
4	5	entre 0,50 e 1,00
1	1	1,00

Tabela 4.7. Resultado do teste F (p - value).

Nº DE RESIDÊNCIAS		P - VALUE
14 DADOS DE CONSUMO	21 DADOS DE CONSUMO	
—	2	0,01
1	—	entre 0,01 e 0,05
1	—	entre 0,05 e 0,10

Das 4 residências com 14 dados de consumo que apresentaram coeficiente de determinação entre 0,50 e 1,00, apenas uma apresentou p - value significativo (entre 0,01 e 0,05), mesmo assim com 65% da variabilidade da frequência diária de uso do vaso sanitário (Fv), chuveiro (Fch) e bidê (Fb) explicada pelo consumo interno residual (CIR), respectivamente variáveis independentes e dependente. Para as residências com 21 dados de consumo, uma tem p - value

altamente significativo, igual 0,01, porém com baixo coeficiente de determinação (0,57). A residência que apresentou coeficiente de determinação igual a 1,00 possui apenas dois dias com consumo interno. Portanto, nenhuma das 31 equações de regressão indica a existência da relação entre as variáveis independentes e dependente satisfatoriamente, ou seja, coeficiente de determinação acima de 0,85 e p - value significativo.

A não comprovação pelo modelo de regressão da relação causal entre a frequência diária de uso dos componentes e o consumo de água, verificados em estudo similar, pode ser explicado em duas hipóteses tomando-se por base os dados da Tabela 4.8..

- 1ª Hipótese: erro na declaração da frequência diária de uso do vaso sanitário, chuveiro e bidê pela entrevistada.

A frequência de uso desses componentes não varia para os dias úteis, somente para os finais de semana quando os empregados não residentes se ausentam. Este fato pode ser observado no desvio padrão da frequência diária de uso do bidê por residência considerada na equação de regressão, o qual sugere que as entrevistadas não declararam o uso deste componente pelos empregados.

Tabela 4.8. Média dos valores das variáveis inde-
pendentes (Fv, Fch e Fb) e dependente (CIR) considerados na
equação de regressão.

CONSUM. AMOS- TRADO	CIR	Fv	Fch	Fb
01	664,90(814,71)	40,00(0,00)	12,00(0,00)	3,00(0,00)
02	752,40(427,81)	25,00(0,00)	12,00(0,00)	3,00(0,00)
03	1.714,70(925,25)	23,80(2,53)	11,20(1,55)	5,00(0,00)
04	1.776,11(847,84)	27,11(2,67)	10,00(0,00)	5,00(0,00)
05	965,17(505,21)	15,00(0,00)	12,00(0,00)	20,00(0,00)
06	950,55(450,65)	15,00(0,00)	10,00(0,00)	9,00(0,00)
07	—	—	—	—
08	2.070,33(197,79)	22,67(2,07)	2,00(0,00)	4,00(0,00)
09	—	—	—	—
10	614,29(285,36)	20,00(0,00)	5,00(0,00)	0,00(0,00)
11	1.691,63(1.032,19)	14,00(2,13)	5,00(1,06)	8,00(0,00)
12	1.545,50(626,74)	18,00(3,21)	6,00(1,07)	10,00(0,00)
13	1.516,43(565,93)	16,28(2,92)	5,42(0,97)	8,00(0,00)
14	1.217,80(681,58)	14,40(1,34)	6,80(0,44)	1,00(0,00)
15	1.286,60(541,86)	14,40(1,34)	5,80(0,45)	1,00(0,00)
16	1.534,63(927,54)	22,50(2,78)	9,00(1,07)	4,00(0,00)
17	1.726,25(1.090,97)	20,50(2,78)	9,00(1,06)	4,00(0,00)
18	1.620,50(912,15)	22,50(2,78)	8,00(0,00)	4,00(0,00)
19	1.472,00(624,17)	32,50(4,62)	8,00(0,00)	5,00(0,00)
20	1.900,00(—)	15,00(—)	5,00(—)	4,00(—)
21	2.547,00(951,77)	15,00(4,24)	4,00(0,00)	3,00(0,00)
22	1.441,63(691,83)	18,00(0,00)	8,00(0,00)	0,00(0,00)
23	921,75(317,75)	23,00(3,46)	7,00(1,15)	5,00(0,00)
24	—	—	—	—
25	1.483,00(1.077,97)	26,75(4,16)	10,25(1,39)	4,00(0,00)
26	1.150,50(470,38)	16,50(2,78)	5,50(0,93)	4,00(0,00)
27	984,00(171,09)	15,00(0,00)	5,00(0,00)	1,00(0,00)
28	1.559,00(852,74)	14,54(1,66)	3,00(0,00)	6,00(0,00)
29	1.812,00(1.087,13)	37,00(0,00)	8,00(0,00)	5,00(0,00)
30	1.988,00(—)	13,00(—)	4,00(—)	4,00(—)
31	1.744,25(1.294,43)	18,00(0,00)	8,00(0,00)	0,00(0,00)
32	—	—	—	—
33	1.436,13(1.049,87)	29,25(3,24)	11,25(1,39)	5,00(0,00)
34	984,17(373,30)	15,00(0,00)	5,00(0,00)	1,00(0,00)
35	1.917,54(1.503,24)	17,00(0,00)	4,00(0,00)	9,00(0,00)

Obs.: Os valores entre parênteses referem-se aos desvios
padrão.

Como mencionado no Item 4.2., as entrevistadas tinham dificuldade em responder a frequência de uso do vaso sanitário e esta informação para os demais moradores e empregados da residência foi baseada nos hábitos das mesmas.

- 2ª Hipótese: erro no consumo interno residual (CIR).

Este erro pode ser devido ao consumo diário medido, ao volume de água por uso para componentes com volume definido, à frequência de uso dos componentes com volume definido e à declaração dos dias de uso interno e/ou externo de água na residência.

O erro na leitura do consumo de água no hidrômetro residencial pode ser verificado pela comparação do consumo mensal de água medido pelo SAAE no período de realização da pesquisa no campo e o obtido na pesquisa.

Com base nos dados das Tabelas A.11. e A.12. do Anexo A, o consumo médio diário das 35 residências medido pelo SAAE foi de aproximadamente $60 \text{ m}^3/\text{mês}$ sendo que, considerando a média de 7 dados, obtém-se um consumo médio aproximado de $60 \text{ m}^3/\text{mês}$. Para 14 e 21 dados resulta em $61 \text{ m}^3/\text{mês}$ e $62 \text{ m}^3/\text{mês}$, respectivamente.

O volume de água por uso dos componentes com volume definido foi fornecido pelos fabricantes, sendo que para a máquina de lavar louças e a máquina de lavar roupas foi considerado, além da marca e modelo, o ano de aquisição do componente. Para a banheira foi considerada a marca e/ou as dimensões do componente.

As frequências de uso da máquina de lavar louças e da máquina de lavar roupas foram respondidas com facilidade pelas entrevistadas, e em caso de dúvidas foram consultados os empregados. A banheira é utilizada em somente 2 residências, porém deve-se salientar que o uso deste componente implica numa variação de consumo em média de 251 l/uso.

A declaração do dia de uso interno e externo da água na residência é um dado extremamente importante para a aplicação da metodologia uma vez que é em função desta informação que ocorre a separação dos dados que são aplicados na equação de regressão.

Com base no exposto nas duas hipóteses, os erros que influenciam o modelo de regressão são:

- frequência diária de uso do vaso sanitário;
- frequência diária de uso da banheira; e
- dias com consumo de água interno exclusivamente.

4.3.4.1. Exemplo de aplicação do modelo

Para verificar a aplicabilidade do modelo de regressão proposto foi gerado um conjunto de dados baseado nas frequências observadas em campo e volumes obtidos através de revisão bibliográfica e informações dos fabricantes para uma residência fictícia composta por 4 moradores, 2 empregados não residentes, válvula de descarga de embutir, chuveiro elétrico e bidê. A Tabela 4.9. apresenta os dados da residência fictícia e a Tabela 4.10. os volumes estimados pelo modelo de regressão para os componentes sem volume definido.

Tabela 4.9. Dados de uma residência fictícia para exemplo de aplicação do modelo de regressão.

OBS	CIR	Fv	Fch	Fb	DIA	Nº DE PESSOAS
1	480	16	8	4	DOM.	4
2	640	23	10	4	TER.	6
3	700	28	12	5	QUI.	6
4	600	23	10	3	SAB.	6
5	400	16	8	3	DOM.	4
6	650	23	11	4	TER.	6
7	680	25	11	5	QUI.	6
8	580	22	9	3	SAB.	6

Tabela 4.10. Resultados da regressão de CIR, Fv, Fch e Fb com os dados da residência fictícia.

PARÂMETROS	ESTIMATIVAS (1/USO)
CONSTANTE DE REGRESSÃO	27,44
$\hat{V}_v$	8,57
$\hat{V}_{ch}$	19,15
$\hat{V}_b$	14,93

Graus de liberdade = 27
 Coeficiente de determinação = 0,9 (> 0,85)
 P-value = 0,01 (altamente significativo)

4.3.4.2. Volume médio de água por uso considerando dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes

Para estruturação do consumo o volume de água por uso foi calculado em função da duração do evento e a vazão no componente. Neste estudo foram feitas as considerações apresentadas na Tabela 4.11. para o volume de água por uso do chuveiro, bidê e vaso sanitário baseados em dados apresentados na revisão bibliográfica e informações dos fabricantes dos componentes.

Tabela 4.11. Duração do evento, vazão no componente e volume por uso.

COMPONENTE	DURAÇÃO DO EVENTO (min)	VAZÃO (l/min)	VOLUME (l/uso)
Chuveiro elétrico ou com aquecedor solar	9	3	27
Chuveiro com aquecedor elétrico ou a gás sem reservatório de acumulação	9	12	108
Bidê	3*	6**	18
Vaso sanitário	—	—	7 e 14

* Foi considerado este valor devido à falta de informações.

** De acordo com a NB 92-1980 (ABNT) para instalações prediais de água fria.

4.4. Estruturação do consumo médio de água através de dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes

A Tabela 4.12. sumariza os dados das Tabelas A.11. e A.12. do Anexo A apresentando o consumo médio diário e o consumo interno médio diário por residência necessários para a estimativa do consumo externo médio. O consumo médio diário considera os dias com uso interno e/ou uso externo e o consumo interno medido somente os dias com uso interno, baseados em 14 dados de consumo.

Tabela 4.12. Consumo médio diário e consumo interno médio diário.

CONSUMO MÉDIO		CONSUMO INTERNO MÉDIO	
l/res. dia	l/p. dia	l/res. dia	l/p. dia
2.039,43	454,22	1.526,53	339,98

As Tabelas 4.13 e 4.14. apresentam a estrutura média diária do consumo de água considerando dois volumes por descarga no vaso sanitário, dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes dos componentes.

Tabela 4.13. Estrutura média diária do consumo de água por pessoa.

COMPONENTE	CONSUMO MÉDIO (l/p. dia)	
	7 l/descarga	14 l/descarga
USO INTERNO	339,98	339,98
Banheira	0,00	0,00
Chuveiro elétrico/aq. solar	35,66	35,66
Chuveiro sem aquecedor de água integrado	27,87	27,87
Bidê	19,08	19,08
Vaso sanitário sem volume de descarga definido por uso	32,55	65,10
Vaso sanitário com volume de descarga definido por uso	1,52	1,52
Máquina de lavar louças	1,76	1,76
Máquina de lavar roupas	29,81	29,81
Uso interno básico	191,73	159,18
USO EXTERNO	114,24	114,24
TOTAL	454,22	454,22

Tabela 4.14. Estrutura média diária do consumo de água em porcentagem.

COMPONENTE	% CONSUMO MÉDIO DIÁRIO	
	7 l/descarga	14 l/descarga
USO INTERNO	74,9	74,9
Chuveiro	14,0	14,0
Bidê	4,2	4,2
Vaso sanitário	7,5	14,7
Máquina de lavar louças	0,4	0,4
Máquina de lavar roupas	6,6	6,6
Uso interno básico	42,2	35,0
USO EXTERNO	25,1	25,1
TOTAL	100,0	100,0

O uso interno básico contribui com a maior parcela na composição do consumo interno de água. Entretanto, esta participação deve ser menor levando em consideração que este foi obtido por diferença entre o consumo médio diário e o consumo interno médio diário, acumulando todos os possíveis erros nas declarações das frequências de uso dos componentes e dos volumes por uso.

O chuveiro é o segundo componente com maior consumo dentro do uso interno da água e isto se deve a penetração do chuveiro sem aquecedor de água integrado nesse perfil de consumidor e ao alto valor de vazão, comparado ao chuveiro elétrico ou com aquecedor solar.

O vaso sanitário participa com 7,5 a 14,7% no consumo diário e com 10,0 a 19,6% no consumo interno, porcentagens estas inferiores às esperadas podendo ter como principal fator de erro na composição do consumo as declarações de frequência de uso.

A lavagem de roupas com máquina representa 6,6% do consumo de água podendo ser considerado um dado confiável face à exposição feita no Item 4.3.4..

O consumo de água no bidê é um dado duvidoso em função da falta de informações para este componente e possíveis erros nas declarações das frequências de uso.

A máquina de lavar louças contribui com menos de 1% no consumo de água. Este fato se deve à baixa frequência de utilização uma vez que o volume por uso é praticamente a metade do volume para máquina de lavar roupas.

A banheira possui um alto valor de volume médio por uso, praticamente duas vezes o volume da máquina de lavar roupas, porém a frequência média de utilização é aproximadamente nula.

O uso externo participa praticamente com 25% do consumo e, pelo método de obtenção, traz acumulado neste valor todos os erros de determinação do consumo dos componentes anteriores.

Para elaboração de programas de conservação de água a estruturação do consumo em uso interno e uso externo é razoável. Entretanto, a apresentação do consumo por componente pelo produto do nível de propriedade, frequência de uso e volume de água por uso possibilita também a estimativa da demanda futura levando em consideração as alterações nas condições sócio-econômicas bem o aprimoramento das características dos componentes.

Este estudo é de cunho metodológico baseado em uma amostra-piloto não devendo os valores da estrutura apresentada serem considerados como base para a elaboração de programas de conservação e/ou estimativa de demanda futura de água.

4.5. Determinação do tamanho da amostra

A determinação do tamanho mínimo da amostra para se ter estimativas seguras das médias pode ser feita utilizando-se estimativas dos desvios padrão aplicados na estatística t

*Student*¹. O número de elementos determinado com os dados da amostra-piloto permite a visualização da dimensão da amostra para um estudo realizado em escala real e que poderia ser calculado baseando-se nos desvios padrão dos volumes, com precisão de 2% e 95% de confiança. A Tabela 4.15. ilustra o tamanho mínimo da amostra com base nos dados da amostra-piloto.

Tabela 4.15. Tamanho mínimo da amostra baseado nos dados da amostra-piloto.

COMPONENTES	TAMANHO DA AMOSTRA
Banheira	140
Vaso sanitário com volume definido por descarga	1.536
Máquina de lavar louças	1.385
Máquina de lavar roupas	178

Segundo os resultados da Tabela 4.15. seria necessário obter 1536 dados de volume de vaso sanitário com volume definido por descarga. Isto porque o valor do desvio padrão deste componente é alto e foi determinado o tamanho da amostra para 95% de confiança. O nível de confiança depende das decisões que serão tomadas e do nível de incerteza aceitável pelos decisores em função dos resultados da pesquisa.

$$^1 n = \left[\frac{t_{(n-1, \alpha/2)} s}{e_o} \right]^2$$

4.6. As alternativas de conservação de água propostas

Em função da estrutura do consumo, foram propostas 5 alternativas de conservação de água descritas a seguir.

- Tarifa

A estrutura tarifária adotada pelo SAAE favorece a inibição do consumo de água por ser uma tarifa progressiva, mas a indicação desta alternativa se deve ao fato de refletir diretamente no orçamento doméstico do consumidor. Assim, um aumento do preço unitário do volume consumido implica num incremento de custo.

Trata-se de uma alternativa independente que pode ser completada com políticas de incentivos positivos e negativos as quais influenciam a decisão dos consumidores quanto ao consumo de água.

O incentivo positivo é a recompensa por ter adotado ações relacionadas com a conservação de água. Ao contrário, o incentivo negativo, é a punição pela não adoção de medidas de conservação.

- Racionamento ou rodízio

Esta medida limita a liberdade individual do consumidor mais severamente que a tarifa e não necessita de grandes recursos financeiros por parte do serviço de água para sua implantação.

O objetivo da sugestão desta alternativa é analisar principalmente a reação do consumidor diante da imposição de uma medida. Este tipo de ação já foi aplicado pelo SAAE em situações de escassez absoluta.

- Campanhas

Segundo LORD et al.(1983), esta medida é facilmente aceita pelo público, não exige grandes investimentos comparada com outras alternativas de conservação de água, e já foi adotada pelo SAAE em conjunto com o racionamento ou rodízio.

- Reuso

Esta medida foi sugerida devido ao fato de alguns consumidores já adotá-la através da lavagem da área externa com água da lavagem de roupa, e também para verificar o comportamento do consumidor diante da utilização de água

reciclada fornecida pelo SAAE com distribuição diferenciada. A utilização desta no setor industrial está sendo amplamente estudada.

- Equipamentos e aparelhos de baixo consumo

O objetivo da sugestão desta alternativa é verificar a aceitabilidade dos consumidores diante de equipamentos e aparelhos com menor consumo de água por uso e está diretamente associada aos custos desses equipamentos. Esta alternativa está ligada, principalmente, à substituição do chuveiro sem aquecedor de água integrado, vaso sanitário e máquina de lavar roupas, em virtude da sua participação na estrutura do consumo médio diário de água.

4.7. A aplicação do questionário de alternativas de conservação de água

A aplicação do questionário de alternativas de conservação de água teve duração de 25 dias (01 a 25/03/90) resultando em 41 entrevistas, sendo 35 com os consumidores amostrados, 5 com especialistas na área e 1 com o representante do SAAE.

O tempo para aplicação deste questionário foi, em média, de 5 minutos, sendo que as entrevistadas não encontraram dificuldade na escolha das alternativas.

4.8. Aplicação do ELECTRE I e II

O ELECTRE I foi aplicado ao sistema de alternativas versus pontos de vista, produzindo as matrizes de concordância e discordância. Destas duas matrizes foram obtidas as matrizes de superioridade para os índices rígidos e relaxados, e os gráficos de forte e fraca preferência cujos índices p e q foram $\langle 1,0;0,0 \rangle$ para forte preferência e para fraca preferência variaram de acordo com os valores limites adotados ou aceitos pelo analista ou decisor.

Os pesos considerados para avaliação das alternativas pelos critérios em ordem decrescente de preferência foram:

- primeira alternativa selecionada = 4;
- segunda alternativa selecionada = 3;
- terceira alternativa selecionada = 2; e
- alternativa não selecionada = 1.

- Caso I: distribuição uniforme e igual para os pontos de vista.

A Tabela 4.16. apresenta as médias das notas da avaliação das alternativas de conservação de água e a Tabela 4.17. a classificação das alternativas por ordem decrescente de notas médias.

Tabela 4.16. Médias das notas da avaliação das alternativas de conservação de água - Caso I.

ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS	CONSUMIDOR	ESPECIALISTA	SAAE
		0,33	0,34	0,33*
Tarifa (T)		2,0	1,7	3,0
Racionamento (R)		1,0	1,5	1,0
Campanhas (C)		3,5	3,7	4,0
Reuso (RE)		1,4	1,2	1,0
Equipamentos (E)		3,1	3,0	2,0

*Pesos normalizados.

Tabela 4.17. Classificação das alternativas em ordem decrescente de notas.

CLASSIFICAÇÃO	CONSUMIDOR	ESPECIALISTA	SAAE
1	C	C	C
2	E	E	T
3	T	T	E
4	RE	R	R e RE
5	R	RE	

Como exemplo, é descrita a comparação entre as alternativas racionamento (R) e reuso (RE).

O cálculo do índice de concordância é obtido com o somatório dos pesos nos casos em que a nota média da alternativa R é superior ou igual à nota média da alternativa RE e, pela divisão do valor deste somatório pelo somatório total dos pesos da escala.

$$C_{i,j} = \frac{0,34 + 0,33}{0,34 + 0,33 + 0,33} = 0,67$$

O índice de discordância é obtido pela razão entre o valor da maior diferença entre as notas médias, quando a nota média atribuída à alternativa R é inferior a nota média atribuída a alternativa RE, e a maior diferença da escala de notas.

$$D_{i,j} = \frac{0,4}{3,0} = 0,13$$

Tabela 4.18. Matriz de concordância - Caso I.

	T	R	C	RE	E
T	—	1,00	0,00	1,00	0,33
R	0,00	—	0,00	0,67	0,00
C	1,00	1,00	—	1,00	1,00
RE	0,00	0,66	0,00	—	0,00
E	0,67	1,00	0,00	1,00	—

Tabela 4.19. Matriz de discordância - Caso I.

	T	R	C	RE	E
T	—	0,00	0,67	0,00	0,43
R	0,67	—	1,00	0,13	0,70
C	0,00	0,00	—	0,00	0,00
RE	0,67	0,10	1,00	—	0,60
E	0,33	0,00	0,67	0,00	—

Tabela 4.20. Matriz de superioridade para índices rígidos ($p = 1,0$ e $q = 0,0$) - Caso I.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	0	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	0	1	0	1	—

Tabela 4.21. Matriz de superioridade para índices relaxados ($p = 0,67$ e $q = 0,33$) - Caso I.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	1	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	1	1	0	1	—

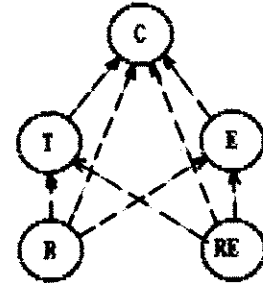
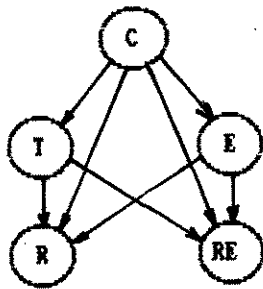
Aplicando-se o ELECTRE II, com o gráfico de forte preferência (Figura 4.1.) obtido dos valores limites $p = 1,0$ e $q = 0,0$ e o gráfico de fraca preferência (Figura 4.2.) obtido dos valores $p = 0,67$ e $q = 0,33$, é obtido a classificação final das alternativas :

- 1º lugar: campanhas;
- 2º lugar: equipamentos e aparelhos de baixo consumo;
- 3º lugar: tarifa;
- 4º lugar: racionamento; e
- 5º lugar: reuso.

Figura 4.1. Gráfico de forte preferência - Caso I.

Classificação avante

Classificação reversa

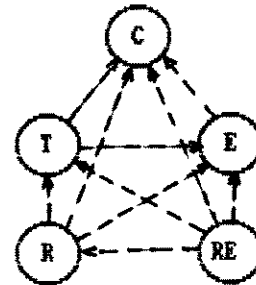
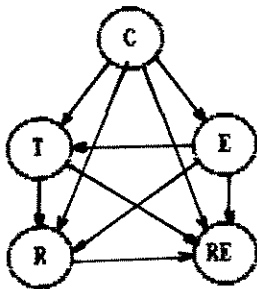


$$GF = \langle C; E, T; R, RE \rangle$$

Figura 4.2. Gráfico de fraca preferência - Caso I.

Classificação avante

Classificação reversa



$$Gf = \langle C; E; T; R; RE \rangle$$

Tabela 4.22. Classificação avante - Caso I.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<C; E,T; R,RE>	<C; E; T; R; RE>	<C>	1
<E,T; R, RE>	<E; T; R; RE>	<E>	2
<R, RE>	<T; R; RE>	<T>	3
	<R; RE>	<R>	4
	<RE>	<RE>	5

Tabela 4.23. Classificação reversa - Caso I.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<RE, R; T, E; C>	<RE; R; T; E; C>	<RE>	5
<T, E; C>	<R; T; E; C>	<R>	4
<C>	<T; E; C>	<T>	3
	<E;C>	<E>	2
	<C>	<C>	1

- Caso II: maior importância ao ponto de vista do consumidor.

Tabela 4.24. Médias das notas do julgamento das alternativas de conservação de água - Caso II.

ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS	CONSUMIDOR	ESPECIALISTA	SAAE
		0,50	0,25	0,25*
Tarifa (T)		2,0	1,7	3,0
Racionamento (R)		1,0	1,5	1,0
Campanhas (C)		3,5	3,7	4,0
Reuso (RE)		1,4	1,2	1,0
Equipamentos (E)		3,1	3,0	2,0

*Pesos normalizados.

Tabela 4.25. Matriz de concordância - Caso II.

	T	R	C	RE	E
T	—	1,00	0,00	1,00	0,25
R	0,00	—	0,00	0,50	0,00
C	1,00	1,00	—	1,00	1,00
RE	0,00	0,75	0,00	—	0,00
E	0,75	1,00	0,00	1,00	—

Tabela 4.26. Matriz de discordância - Caso II.

	T	R	C	RE	E
T	—	0,00	0,67	0,00	0,43
R	0,67	—	1,00	0,13	0,70
C	0,00	0,00	—	0,00	0,00
RE	0,67	0,10	1,00	—	0,60
E	0,33	0,00	0,67	0,00	—

Tabela 4.27. Matriz de superioridade para índices rígidos ($p = 1,0$ e $q = 0,0$) - Caso II.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	0	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	0	1	0	1	—

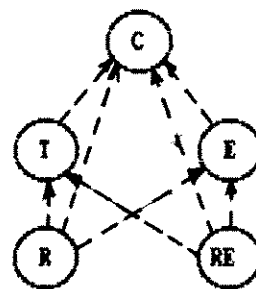
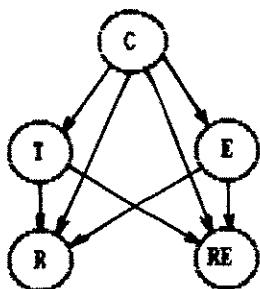
Tabela 4.28. Matriz de superioridade para índices relaxados ($p = 0,75$ e $q = 0,33$) - Caso II.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	0	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	1	0	—	0
E	1	1	0	1	—

Figura 4.3. Gráfico de forte preferência - Caso II.

Classificação avante

Classificação reversa

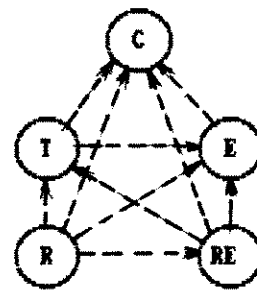
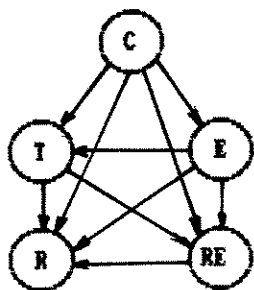


$$GF = \langle C; E, T; R, RE \rangle$$

Figura 4.4. Gráfico de fraca preferência - Caso II.

Classificação avante

Classificação reversa



$$Gf = \langle C; E; T; RE; R \rangle$$

Tabela 4.29. Classificação avante - Caso II.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<C; E,T; R,RE>	<C; E; T; RE; R>	<C>	1
<E,T; R, RE>	<E; T; RE; R>	<E>	2
<R, RE>	<T; RE; R>	<T>	3
	<RE; R>	<RE>	4
	<R>	<R>	5

Tabela 4.30. Classificação reversa - Caso II.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<R, RE; T, E; C>	<R; RE; T; E; C>	<R>	5
<T, E; C>	<RE; T; E; C>	<RE>	4
<C>	<T; E; C>	<T>	3
	<E;C>	<E>	2
	<C>	<C>	1

- Caso III: maior importância ao ponto de vista do especialista.

Tabela 4.31. Médias das notas do julgamento das alternativas de conservação de água - Caso III.

ALTERNATIVAS	CRITÉRIOS	CONSUMIDOR	ESPECIALISTA	SAAE
		0,25	0,50	0,25*
Tarifa (T)		2,0	1,7	3,0
Racionamento (R)		1,0	1,5	1,0
Campanhas (C)		3,5	3,7	4,0
Reuso (RE)		1,4	1,2	1,0
Equipamentos (E)		3,1	3,0	2,0

* Pesos normalizados.

Tabela 4.32. Matriz de concordância - Caso III.

	T	R	C	RE	E
T	—	1,00	0,00	1,00	0,25
R	0,00	—	0,00	0,75	0,00
C	1,00	1,00	—	1,00	1,00
RE	0,00	0,50	0,00	—	0,00
E	0,75	1,00	0,00	1,00	—

Tabela 4.33. Matriz de discordância - Caso III.

	T	R	C	RE	E
T	—	0,00	0,67	0,00	0,43
R	0,67	—	1,00	0,13	0,70
C	0,00	0,00	—	0,00	0,00
RE	0,67	0,10	1,00	—	0,60
E	0,33	0,00	0,67	0,00	—

Tabela 4.34. Matriz de superioridade para índices rígidos ($p = 1,0$ e $q = 0,0$) - Caso III.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	0	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	0	1	0	1	—

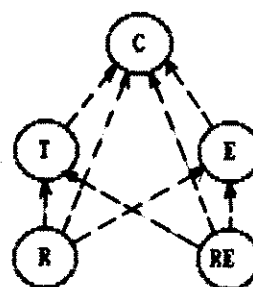
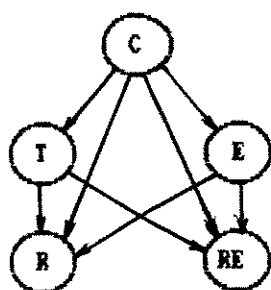
Tabela 4.35. Matriz de superioridade para índices relaxados ($p = 0,75$ e $q = 0,33$) - Caso III.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	1	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	1	1	0	1	—

Figura 4.5. Gráfico de forte preferência - Caso III.

Classificação avante

Classificação reversa

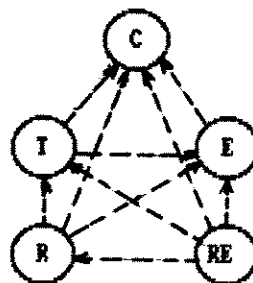
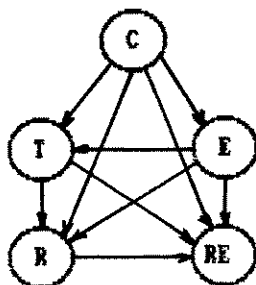


$$GF = \langle C; E, T; R, RE \rangle$$

Figura 4.6. Gráfico de fraca preferência - Caso III.

Classificação avante

Classificação reversa



$$Gf = \langle C; E; T; R; RE \rangle$$

Tabela 4.36. Classificação avante - Caso III.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<C; E,T; R,RE>	<C; E; T; R; RE>	<C>	1
<E,T; R, RE>	<E; T; R; RE>	<E>	2
<R, RE>	<T; R; RE>	<T>	3
	<R; RE>	<R>	4
	<RE>	<RE>	5

Tabela 4.37. Classificação reversa - Caso III.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
<RE, R; T, E; C>	<RE; R; T; E; C>	<RE>	5
<T, E; C>	<R; T; E; C>	<R>	4
<C>	<T; E; C>	<T>	3
	<E;C>	<E>	2
	<C>	<C>	1

- Caso IV: maior importância ao ponto de vista do SAAE.

Tabela 4.38. Médias das notas do julgamento das alternativas de conservação de água - Caso IV.

CRITÉRIOS	CONSUMIDOR	ESPECIALISTA	SAAE
ALTERNATIVAS	0,25	0,25	0,50*
Tarifa (T)	2,0	1,7	3,0
Racionamento (R)	1,0	1,5	1,0
Campanhas (C)	3,5	3,7	4,0
Reuso (RE)	1,4	1,2	1,0
Equipamentos (E)	3,1	3,0	2,0

* Pesos normalizados.

Tabela 4.39. Matriz de concordância - Caso IV.

	T	R	C	RE	E
T	—	1,00	0,00	1,00	0,50
R	0,00	—	0,00	0,75	0,00
C	1,00	1,00	—	1,00	1,00
RE	0,00	0,75	0,00	—	0,00
E	0,50	1,00	0,00	1,00	—

Tabela 4.40. Matriz de discordância - Caso IV.

	T	R	C	RE	E
T	—	0,00	0,67	0,00	0,43
R	0,67	—	1,00	0,13	0,70
C	0,00	0,00	—	0,00	0,00
RE	0,67	0,10	1,00	—	0,60
E	0,33	0,00	0,67	0,00	—

Tabela 4.41. Matriz de superioridade para índices rígidos ($p = 1,0$ e $q = 0,0$) - Caso IV.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	0	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	0	0	—	0
E	0	1	0	1	—

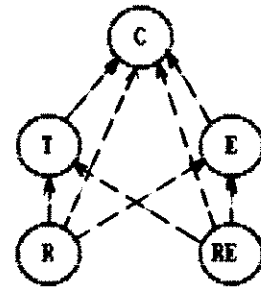
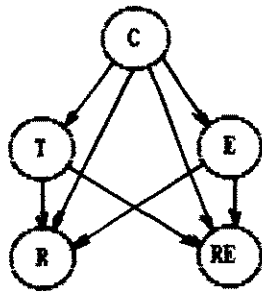
Tabela 4.42. Matriz de superioridade para índices relaxados ($p = 0,75$ e $q = 0,33$) - Caso IV.

	T	R	C	RE	E
T	—	1	0	1	0
R	0	—	0	1	0
C	1	1	—	1	1
RE	0	1	0	—	0
E	0	1	0	1	—

Figura 4.7. Gráfico de forte preferência - Caso IV.

Classificação avante

Classificação reversa

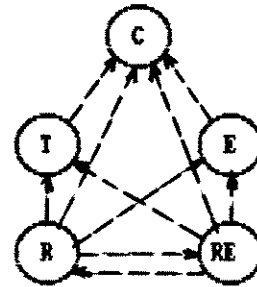
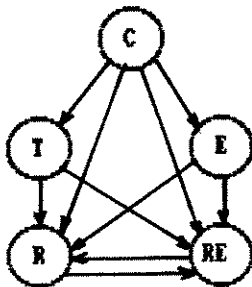


$$GF = \langle C; E, T; R, RE \rangle$$

Figura 4.8. Gráfico de fraca preferência - Caso IV.

Classificação avante

Classificação reversa



$$Gf = \langle C; E, T; R, RE \rangle$$

Tabela 4.43. Classificação avante - Caso IV.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
$\langle C; E, T; R, RE \rangle$	$\langle C; E, T; R, RE \rangle$	$\langle C \rangle$	1
$\langle E, T; R, RE \rangle$	$\langle E, T; R, RE \rangle$	$\langle E, T \rangle$	2
$\langle R, RE \rangle$	$\langle R, RE \rangle$	$\langle R, RE \rangle$	3

Tabela 4.44. Classificação reversa - Caso IV.

GF	Gf	CONJUNTO	CLASSIFICAÇÃO
$\langle RE, R; T, E; C \rangle$	$\langle RE, R; T, E; C \rangle$	$\langle RE, R \rangle$	3
$\langle T, E; C \rangle$	$\langle T, E; C \rangle$	$\langle T, E \rangle$	2
$\langle C \rangle$	$\langle C \rangle$	$\langle C \rangle$	1

A Tabela 4.45. sumariza a classificação finas das alternativas por caso testando a robustez do modelo.

Tabela 4.45. Resultados da análise de sensibilidade.

CLASSIFICAÇÃO	CASO I	CASO II	CASO III	CASO IV
1	C	C	C	C
2	E	E	E	E, T
3	T	T	T	R, RE
4	R	RE	R	
5	RE	R	RE	

A análise de sensibilidade elaborada demonstrou que as companhias educacionais, segundo qualquer ponto de vista, caracterizam-se como a alternativa mais viável.

Analisando-se a estrutura dos resultados, verifica-se também, que as outras alternativas tiveram as suas ordens de importância quase invariáveis. Foram classificadas a seguir: equipamentos, tarifa, racionamento e reuso, respectivamente.

A manutenção das posições das alternativas demonstra a baixa elasticidade das mesmas ou sua robustez em relação à variação dos pesos, ou importância das mesmas. Também se conclui que como as alternativas são independentes, elas podem ser adotadas conjuntamente. Isto é indispensável quando se considera que qualquer uma das alternativas selecionadas para conservação de água deve ser adotada com um programa adequado que estabeleça uma campanha.

Em todos os casos a consistência dos resultados foi demonstrada, sendo que existiram mínimas variações na ordem de classificação, podendo-se considerar praticamente três níveis de resultados. O primeiro nível classificando as campanhas, o segundo os equipamentos e tarifas e o terceiro o racionamento e o reuso, que ficou muito explícito no caso IV.

CAPÍTULO 5

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Estrutura do consumo de água

A estrutura do consumo de água foi obtida considerando dados de referências bibliográficas e informações dos fabricantes dos componentes porque não foi possível estimar os volumes por uso através da metodologia proposta, principalmente devido às incertezas nas declarações da frequência de uso do vaso sanitário e dos dias com consumo interno e/ou externo. Entretanto, a metodologia proposta exprime a relação causal existente entre a frequência de uso dos componentes e o consumo de água, e é praticável. Isto já foi demonstrado por THACKRAY (1978) e NWC (1982) e verificado no exemplo de aplicação, mostrando-se como uma alternativa recomendada para a estruturação do consumo de água e conseqüente estimativa do consumo. Esta metodologia é

relevante face a indisponibilidade atual, no Brasil, de equipamentos que forneçam o consumo para utilização pontual de água no setor residencial.

Esta metodologia apresenta vantagens, em relação à medição direta nos pontos de utilização, o fato de não incomodar o consumidor, ser menos onerosa e possibilitar a estimativa da demanda futura de água.

O método de implantação da pesquisa no campo apresentou como pontos favoráveis a abordagem do consumidor residencial através de contato telefônico e a aplicação do questionário de consumo de água com data e horário marcados, o que levou a um número de recusas abaixo da expectativa.

Este estudo metodológico, aplicado em uma amostra-piloto, fornece subsídios aos órgãos de abastecimento interessados em adotar esta metodologia, seja para implantação de programas de conservação de água ou para estimativas da demanda.

Como recomendações para estudos posteriores sugere-se:

- a obtenção da frequência de uso dos componentes através de um diário fixado próximo aos mesmos, no qual o usuário registre o seu uso, principalmente do vaso sanitário e dos dias com uso interno e/ou externo de água;

- estudos laboratoriais para estimativas dos volumes definidos; e
- verificação da coerência e veracidade das declarações através de gráficos registrando os usos dos componentes.

Para esta finalidade sugere-se testar a instrumentação desenvolvida pelo IPT para realização do projeto "Medição de Vazão em Ligações Prediais" que consiste num hidrômetro volumétrico com transmissão magnética entre a câmara e a relojoaria, onde é alojado um interceptador magnético que produz pulso elétrico a cada volume de água que passa pela câmara. Este interceptador é ligado ao DICA (dispositivo condicionador e armazenador de vazão) que, por sua vez, conta o número de pulsos gerados pelo interceptador e os armazena em sua memória. Retirado do campo, o DICA é conectado a um computador programado para efetuar a leitura dos dados e processá-los fornecendo a curva "Vazão x Tempo".

5.2. Hierarquização das alternativas de conservação de água

A avaliação e hierarquização das alternativas de conservação através da análise multicriterial apontou, por ordem decrescente de classificação, as seguintes alternativas:

- campanhas;
- aparelhos e equipamentos de baixo consumo;
- tarifa;

- racionamento; e
- reuso.

Convém salientar que as campanhas, embora aceitas com facilidade pelo público e relativamente de baixo custo de implementação, têm eficiência limitada quando aplicadas isoladamente. A literatura mostra que as reduções alcançadas somente por meio de campanhas são modestas, exceto em situações de emergência (seca, rompimento da adutora) (LORD *et al.*, 1983), portanto devendo ser aplicadas em conjunto com outras alternativas de conservação.

Apesar dos resultados apresentados serem indicativos, cujo intuito primordial é o de avaliar e testar a metodologia comparando a coerência dos resultados, não se pode afirmar que essa hierarquia seja a indicada para um programa de conservação. Outrossim, os fatores locacionais, tecnológicos e culturais da área de estudo podem influenciar na hierarquização final das alternativas.

Sugere-se, portanto, que a pesquisa para estudos similares contemple um espectro amostral significativo entre os decisores e/ou participantes podendo-se inclusive realizar estudos estatísticos como a análise de variância inter e entre as avaliações elaboradas para as alternativas.

Metodologicamente consideram-se os resultados plenamente satisfatórios e esclarecedores.

BIBLIOGRAFIA

01. BOAVENTURA, S. G. S. Consumo de água na Região Metropolitana de São Paulo. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, 28-30/out./1986 - Anais. São Paulo, 1987. p.63-97.
02. CAMPOS, H. Em 2010, São Paulo pode beber água de esgoto tratada. In: FOLHA DE SÃO PAULO, São Paulo, 19/05/1986. p.12.
03. 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, 28-30/out./1986 - Anais. São Paulo, 1987. p.177-195.
04. CHAMBERS, J. C.; MULLICK, S. K. & SMITH, D. D. How to choose the right forecasting technique. Forecasting Series (21215):57-86, 1971.

05. COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP Consumos resi-
denciais de energia. São Paulo, 1985.
06. COMPANHIA ENERGÉTICA DE SÃO PAULO - CESP Consumos resi-
denciais de energia e refrigeração - Rio Claro. 1.
Interpretação dos dados. São Paulo, 1986.
07. CRISP, J. & SOBOLEV, A. Water and fuel economy - the use
of spray taps. The Journal of the Royal Institute of
British Architects, 63(9):386-388, 1956.
08. CROOK, J. Water reuse in California. Journal A.W.W.A.,
77(5):60-71, 1985.
09. DANIELSON, L. E. An analysis of residential demand for
water using micro time-series data. Water Resources
Research, 15(4):763-767, 1979.
10. DAVIS, J. A. Effects of water conservation on municipal
wastewater treatment facilities. In: NATIONAL WATER
CONSERVATION CONFERENCE ON PUBLICLY SUPPLIED POTABLE
WATER, Denver, 14-15/april/1981 - Proceedings.
Washington, National Bureau of Standards, 1982.
p.135-143.

11. DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE Plano global de recursos hídricos do rio Piracicaba - 1ª etapa. Vol. 2. São Paulo, 1984.
12. DUMONT, R. O crescimento da fome. Lisboa, Editorial Vega, 1977. 159p. Coleção Senso Comum.
13. FISHER, D. L. & YOST, J. A. State water conservation planning guide. In: NATIONAL WATER CONSERVATION CONFERENCE ON PUBLICLY SUPPLIED POTABLE WATER, Denver, 14-15/april/1981 - Proceedings. Washington, National Bureau of Standards, 1982. p.91-102.
14. FLACK, J. E. Residential water conservation. Journal of the Water Resources Planning and Management Division, 107(WR1):85-95, 1981.
15. FRICKE, G. T.; NOUR, E. A. A. & SINGER, E. M. Análise multicriterial da bacia do rio Piracicaba através das metodologias ELECTRE I e ELECTRE II. In: 15º CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Belém, 17-22/set./1989 - Anais. Belém, 1989. p.193-213.
16. GORDON, S. P. Investigation of psychological components of water conservation behavior. North Carolina State Univ. at Raleigh Dept. of Psychology, 1981. 162p.

17. GRIMA, A. P. Residential water demand. Alternative choices for management. Toronto, University of Toronto Press, 1972. 211p.
18. HANKE, S. H. Demand for water under dynamic conditions. Water Resources Research, 6(5):1253-1261, 1970.
19. HOLMBERG, S.; LINDVALL, L. & OLSSON, E. Save water-save energy. In: DRAINAGE AND WATER SUPPLY FOR BUILDINGS: A TWO-DAY SEMINAR ON CURRENT RESEARCH AND FUTURE NEEDS AND OBJECTIVES, Uxbridge, 3-4/jun./1980 - Proceedings. Uxbridge, Brunel University in conjunction with CIB W62, 1980. p.37-47.
20. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Censo demográfico de 1970. Rio de Janeiro, 1970.
21. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE Censo demográfico de 1980. Rio de Janeiro, 1980.
22. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE O processo de comunicação e técnica de entrevista. Rio de Janeiro, 1988.
23. INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA - INM Aparelhos sanitários de material cerâmico. Rio de Janeiro, 1984 (NBR 6452/84).

24. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

- IPT Tipos de aparelhos em instalações sanitárias e sua influência no consumo de água e contribuição de esgotos. Relatório nº 17.976. São Paulo, 1982. 185p.

25. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

- IPT Consumo urbano de água e alternativas de conservação. Relatório nº 23.363. São Paulo, 1986. 111p.

26. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO

- IPT SABESP pede economia de água para evitar racionamento ainda maior. In: FOLHA DE SÃO PAULO, São Paulo, 02/07/1988. p. A-15.

27. KOYASAKO, J. S. Water conservation and wastewater flow

reduction - is it worth it? In: NATIONAL WATER CONSERVATION CONFERENCE ON PUBLICLY SUPPLIED POTABLE WATER, Denver, 14-15/april/1981 - Proceedings. Washington, National Bureau of Standards, 1982. p.123-133.

28. LINAWEAVER JR, F. P.; GEYER, J. C. & WOLFF, J. B. Summary

report on the residential water use research project. Journal A.W.W.A, 59(3):267-282, 1967.

29. LINSKY, H. S. Water conservation as a long-range supply option for Massachusetts: dispelling the myths and facing reality. In: NATIONAL WATER CONSERVATION CONFERENCE ON PUBLICLY SUPPLIED POTABLE WATER, Denver, 14-15/april/1981 - Proceedings. Washington, National Bureau of Standards, 1982. p.155-166.
30. LORD, W. B.; CHASE, J. A. & WINTERFIELD, L. A. Choosing the optimal water conservation policy. Journal A.W.W.A. 75(7):324-329, 1983.
31. MADDAUS, W. O. Water conservation. American Water Works Association. Denver, 1987. 93p.
32. MALAN, G. J. Water economy - the worthwhile goal. National Building Research Institute, 1984. 28p.
33. MONTENEGRO, M. H. F. & ROCHA, A. L. Economia de água de uso doméstico. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1985. 22p. (Comunicação Técnica 367).

34. 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, 28-30/out./1986 - Anais. São Paulo, 1987. p.8-26.
35. NARCHI, H. A demanda doméstica de água. Revista DAE, 49 (154):1-7, 1989.
36. NATIONAL WATER COUNCIL - NWC Components of household water demand. London, 1982. 18p. (NWC Occasional Technical Paper Number 6).
37. NUCCI, N. L. R. Avaliação da demanda urbana de água. Aspectos econômicos e urbanísticos. A área edificada como possível variável explicativa e prospectiva. Revista DAE, 44(135): 22-29, 1983.
38. PALLA, R. L. Water usage characteristics of household appliances and the potential for water savings. Washington, National Bureau of Standards, 1980. 25p. (NBSIR 80-2173).
39. PERRIER, F. Conservação de água: síntese dos trabalhos desenvolvidos pelos membros do CIB W62. Engenharia Sanitária, 27(2):156-159, 1988.

40. RIGGS, W. E. The DELPHI technique. An experimental evaluation. Technological Forecasting and Social Change, 23:89-94, 1983.
41. ROCHA, A. L. & MONTENEGRO, M. H. F. Desempenho de bacias sanitárias e aparelhos de descarga. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1984. 49p. (Pesquisa & Desenvolvimento 18).
42. ROCHA, A. L. & MONTENEGRO, M. H. F. Conservação de água no uso doméstico: esforço brasileiro. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECONOMIA DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO PÚBLICO, São Paulo, 28-30/out./1986 - Anais. São Paulo, 1987. p.290-315.
43. ROY, B. & BERTIER, P. La méthode ELECTRE II: une méthode de classement en présence de critères multiples. Note de Travail 142, Direction Scientifique Groupe Metra, 1971.
44. RUMP, M. E. Potential water economy measures in dwellings: their feasibility and economics. Garston, Building Research Establishment, 1978. 18p. (BRE-Current Paper 65/78).

45. SHARPE, W. E. Water conservation devices for new or existing dwellings. Journal A.W.W.A., 73:(3) 144-149, 1981.
46. SINGER, E. M. Development and application of a new methodology for water quality indices: a multiobjective approach. Dissertation. Faculty of the Graduate School of Vanderbilt University, Nashville, Tennessee, 1983. 185p.
47. SINGER, E. M. & SANTOS, V. F. A necessidade de programas de conservação de água. Saneamento Ambiental (1):35-38, 1990.
48. SPAULDING, I. A. Social class and household water consumption. In: WILLIAM R. BURCH JR., NEILH CHEEK JR. & LEE TAYLOR. Social Behavior, Natural Resources, and the Environment. New York, Harper & Row, 1972. 374p., p.11-28.
49. THACKRAY, J. E.; COCKER, V. & ARCHIBALD, G. The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage. Proceedings of I.C.E., Part I, 64:37-61, 1978.

ANEXO A

Tabela A.1. Dados sobre a aplicação do questionário de consumo de água.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	% AMOSTRA
PARTICIPAÇÃO NA PESQUISA		
Nº de consumidores contatados	60	100
Nº que concordaram em tomar parte	47	78
Nº excluídos	12	20
Amostra final	35	58
INTERESSE NA PESQUISA		
Nº de entrevistados com interesse na pesquisa	28	80
Nº de entrevistados sem interesse na pesquisa	7	20
Nº de entrevistados com maior facilidade em responder o questionário	33	94
Nº de entrevistados com menor facilidade em responder o questionário	2	6

Tabela A.2. Características das residências.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	% DA AMOSTRA
TIPO DE CONSTRUÇÃO		
Casa térrea	30	86
Sobrado	5	14
Outros	0	0
TÍTULO DE POSSE		
Própria	33	94
Alugada	0	0
Financiada	2	6
Cedida	0	0
TEMPO DE RESIDÊNCIA		
Abaixo de 5 anos	4	12
5 a 10 anos	16	45
10 a 20 anos	15	43
Acima de 20 anos	0	0
AUTOMÓVEIS		
1	7	20
2	26	74
3	2	6
4	0	0
ÁREA EXTERNA		
Cimentada	15	43
Gramada ou solo natural	20	57

Tabela A.3. Áreas médias das residências pesquisadas.

DESCRIÇÃO	ÁREA MÉDIA (m ²)
Terreno	1.843,41 (2.039,31)*
Construída	367,44 (110,21)
Externa	1.486,33 (1.963,91)

* Os valores entre parênteses referem-se aos desvios padrão.

Tabela A.4. Características dos componentes.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	% POR TIPO DE COMPONENTE
BANHEIRA		
Comum	26	68,4
Hidromassagem	12	31,6
CHUVEIRO OU DUCHA		
Elétricos	49	41,9
Com aquecedor	68	58,1
BIDÊ OU SIMILAR	77	100,0
VASO SANITÁRIO		
Com válvula de embutir	151	100,0
Com caixa cerâmica acoplada	2	1,3
Com caixa de descarga elevada externa	1	0,7
TRITURADOR DE LIXO	9	100,0
MÁQUINA DE LAVAR LOUÇAS		
Marca Brastemp	21	87,5
Marca Enxuta	3	12,5
MÁQUINA DE LAVAR ROUPAS		
Marca Brastemp	31	83,8
Marca White Westinghouse	2	5,4
Marca Climax Lavinia	2	5,4
Tanquinho	2	5,4
PISCINA		
Água de poço	4	19,0
Água do sistema de abastecimento	17	81,0
SAUNA	8	100,0

Tabela A.5. Grau de instrução e vínculo empregatício dos consumidores.

CARACTERÍSTICAS	CHEFE DA CASA (%)	ESPOSA (%)
GRAU DE INSTRUÇÃO		
Primário/ginasial	—	13
Ginasial/colegial	14	20
Colegial/superior	26	40
Superior	60	27
VÍNCULO EMPREGATÍCIO		
Empregado de setor privado	27	—
Profissional liberal	32	20
Proprietário de empresa	21	13
Empresa pública ou economia mista	6	—
Serviço público	7	—
Aposentado	7	—
Sem vínculo empregatício	—	67

Tabela A.6. Renda familiar dos consumidores.

RENDIA FAMILIAR (NCz\$)	% DE RESIDÊNCIAS AMOSTRADAS
300,01 a 400,00	7
750,01 a 1.000,00	27
1.000,01 a 1.500,00	13
1.500,01 a 2.00,00	7
acima de 2.000,00	46

Tabela A.7. Preocupação com o consumo de água.

DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	% DA AMOSTRA
PREOCUPAÇÃO COM O CONSUMO DE ÁGUA		
Nº de residências que se preocupam em diminuir o consumo	35	100
Nº de residências que não se preocupam em diminuir o consumo	0	0
AÇÃO PARA DIMINUIR O CONSUMO DE ÁGUA*		
Mudança de hábito	21	—
Água do poço	6	—
Uso de equipamentos**	5	—
Reuso da água	3	—
Não tem como diminuir o consumo	3	—

* Alguns consumidores adotam mais de uma ação para reduzir o consumo.

** Refere-se ao uso do esguicho.

Tabela A.8. Número médio de pessoas por residência.

DESCRIÇÃO	NÚMERO MÉDIO
Moradores/residência	4,29 (1,04)*
Empregados residentes/residência	0,20 (0,53)
Empregados não residentes/residência	1,71 (0,82)
Moradores + empregados residentes/residência	4,49 (1,17)
Moradores + empregados residentes + empregados não residentes/residência	6,20 (1,35)

* Os números entre parênteses referem-se aos desvios padrão.

Tabela A.9. Frequência média diária de dados semanais de uso dos componentes por residência.

C O N S U M I D O R	A M O S T R A D O	FREQUÊNCIA MÉDIA (uso/res.dia)								
		USO INTERNO						USO EXTERNO		
		Ban.	Ch.	Bidê	Vaso San.	Maq. Lou.	Maq. Rou.	Fina- lid.	Pis- cina	Sau- na
01		0,00	12,00	3,00	40,00	0,29	2,86	0,29 0,29	0,00	—
02		0,00	12,00	3,00	25,00	0,29	2,86	0,29 0,29	0,00	—
03		0,00	10,86	5,00	24,14	0,14	0,29	0,29 0,29	—	0,00
04		0,00	10,00	5,00	26,86	0,14	0,29	0,29 0,29	—	0,00
05		—	12,00	20,00	15,43	—	0,86	0,14 0,14	—	—
06		—	10,00	9,00	15,00	—	0,86	0,14 0,14	—	—
07		0,00	2,00	8,00	30,14	—	0,57	0,29 0,86	0,29	0,00
08		0,00	2,00	4,00	23,43	—	0,57	0,43 0,43	0,29	0,00
09		0,00	2,00	4,00	20,00	—	0,43	0,43 0,86	—	0,00
10		—	5,00	0,00	20,00	—	0,43	0,43	—	—
11		0,14	5,43	8,00	14,86	0,29	1,71	0,29 0,29 0,14	0,00	0,00
12		0,14	6,43	10,00	19,29	0,29	1,71	0,29 0,29 0,14	0,00	0,00
13		0,00	5,71	8,00	17,14	0,29	1,29	0,29 0,29 0,14	0,00	0,00
14		0,00	6,86	1,00	14,57	0,00	1,14	0,14 0,14	0,29	—
15		0,00	4,86	1,00	14,57	0,00	0,86	0,14 0,14	0,29	—
16		0,00	9,43	4,00	23,17	0,43	1,00	0,43 0,43 0,29	0,00	—

Tabela A.9. Frequência média diária de dados semanais de uso dos componentes por residência.

C O M O N S U T R M I D D O R	FREQUÊNCIA MÉDIA (uso/res.dia)								
	USO INTERNO						USO EXTERNO		
	Ban.	Ch.	Bidê	Vaso San.	Maq. Lou.	Maq. Rou.	Fina- lid.	Pis- cina	Sau- na
17	0,00	9,43	4,00	21,14	0,43	0,86	0,43 0,43 0,29	0,00	—
18	0,00	8,00	4,00	23,14	0,29	0,71	0,43 0,43 0,29	—	—
19	0,00	8,00	5,00	33,57	0,14	1,71	0,43 0,43	—	—
20	0,00	5,00	4,00	20,14	0,00	1,14	0,86 0,29	—	—
21	0,00	4,00	3,00	17,14	0,00	0,85	0,71 0,29	—	—
22	0,00	8,00	0,00	18,00	—	0,00	0,43 0,14	—	—
23	—	7,71	5,00	25,14	—	2,86	0,71 0,43	—	—
24	—	5,86	5,00	23,43	—	3,57	0,71 0,43	0,29	—
25	0,00	10,57	4,00	20,00 7,71	0,00	0,00	0,43 0,43	—	—
26	0,00	5,71	4,00	17,14	0,00	0,86	0,43 0,43	0,14	—
27	—	5,00	1,00	15,00	0,86	0,57	0,29 0,14	0,14	—
28	0,00	3,00	6,00	14,14	0,29	0,71	—	—	—
29	0,00	8,00	5,00	37,00	0,14	1,71	0,43 0,43	—	—
30	0,00	4,71	4,00	17,00	0,00	1,14	0,86 0,29	—	—
31	0,00	8,00	0,00	18,00	—	0,00	0,43 0,14	—	—
32	—	10,86	4,00	14,00 6,86	—	3,57	0,71 0,43	1,00	—
33	0,00	11,57	5,00	21,00 9,00	0,00	0,00	0,43 0,43	0,14	—

Tabela A.9. Frequência média diária dados semanais de uso dos componentes por residência.

C O N S U M I D O R	A M O S T R A D O	FREQUÊNCIA MÉDIA (uso/res.dia)							
		USO INTERNO					USO EXTERNO		
		Ban.	Ch.	Bidê	Vaso San.	Maq. Lou.	Maq. Rou.	Fina- lid.	Pis- cina
34	—	5,00	1,00	15,00	0,86	0,57	0,29 0,14	0,14	—
35	0,00	4,00	9,00	16,43	0,29	0,71	—	—	—

MÉTODO DE CÁLCULO: a frequência média diária dos dados semanais de uso dos componentes por residência foi obtida através da média das frequências diárias de uso dos componentes por residência, para um período de uma semana.

Os valores de frequência de uso do chuveiro referem-se, respectivamente, ao uso do chuveiro elétrico/aquecedor solar e sem aquecedor de água integrado. Da mesma forma, a frequência de uso de vaso sanitário referem-se aos vasos sem volume definido e com volume definido.

Os dados de frequência das finalidades apresentados referem-se às finalidades 1, 2 e 3, respectivamente, limpeza externa, rega de jardins e lavagem de carros.

CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO:

- foi considerada frequência igual a zero para os dias em que o consumidor não utilizava o componente;

- não foram consideradas as descargas no vaso sanitário quando da limpeza cotidiana dos banheiros. O volume desta descarga foi englobado no uso interno básico;

- quando a entrevistada não especificava o dia em que se dava uma determinada atividade, esta foi atribuída ao dia com maior consumo registrado. Nestes casos, os questionários foram analisados separadamente; e

- somente foram consideradas as frequências de uso dos componentes que utilizavam água do sistema público de abastecimento.

Tabela A.10. Volumes médios de água por uso dos componentes instalados.

CONSUMIDOR AMOSTRADO	VOLUMES MÉDIOS (1)			
	Banheira	Vaso San.	Maq. Lou.	Maq. Rou.
1	275	—	60	164
2	280	—	60	118
3	444	—	70	122
4	400	—	70	122
5	—	—	—	96
6	—	—	—	108
7	300	—	—	122
8	320	—	—	122
9	300	—	—	122
10	—	—	—	82
11	272	—	60	122
12	230	—	70	128
13	300	—	69	118
14	472	—	60	128
15	400	—	60	122
16	300	—	30	122
17	320	—	30	128
18	320	—	60	122
19	210	—	60	120
20	320	—	60	122
21	300	—	60	122
22	300	—	—	128
23	—	—	—	122
24	—	—	—	128
25	300	8	60	128
26	300	—	60	122
27	—	—	18	128
28	320	—	60	94
29	215	—	30	120
30	320	—	60	122
31	320	—	—	122
32	—	14	—	128
33	300	7	60	128
34	—	—	18	128
35	320	—	50	72

MÉTODO DE CÁLCULO: os volumes foram obtidos através dos fabricantes dos componentes ou diretamente durante a aplicação do questionário de consumo de água. No caso do consumidor

amostrado possuir mais de um mesmo tipo de componente, por exemplo 3 banheiras, o volume apresentado é o volume médio.

CONSIDERAÇÕES DE CÁLCULO: quando o consumidor possui o componente e não o utiliza é apresentado o volume máximo por uso.

Tabela A.11. Comparação entre os consumos médios por residência cadastrados e medidos.

C O N S U M I D O R	A M O S T R A D O	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO POR RESIDÊNCIA (l/res.dia)				Nº* D E P E S S O A S
		CONSUMO CADASTRADO	CONSUMO CADASTRADO	CONSUMO INTERNO	CONSUMO INT. E EXT.	
		SELEÇÃO	PESQUISA	MEDIDO	MEDIDO	
1		2.033,33	1.566,67	1.082,50	2.327,25	5-0-1
2		2.233,33	1.566,67	1.059,60	2.556,75	5-0-1
3		2.100,00	1.066,67	1.753,10	2.081,25	5-0-2
4		2.733,33	1.933,33	1.811,80	2.100,25	5-0-2
5		2.300,00	1.233,33	1.045,17	832,50	6-0-0
6		6.800,00	1.000,00	950,55	1.028,00	5-0-0
7		2.266,67	2.300,00	—	2.503,90	2-0-3
8		2.166,67	2.233,33	2.070,33	2.528,67	2-0-2
9		2.800,00	2.266,67	—	2.278,64	2-0-3
10		2.066,67	666,67	614,29	783,33	4-1-0
11		4.166,67	2.466,67	1.721,63	2.880,33	4-0-2
12		2.100,00	2.700,00	1.580,50	2.834,67	5-0-2
13		4.400,00	2.466,67	1.542,14	2.880,83	4-0-2
14		2.233,33	2.000,00	1.422,60	2.092,20	4-0-1
15		2.266,67	1.933,33	1.433,00	2.033,60	4-0-1
16		3.966,67	2.333,33	1.618,00	4.314,50	4-0-3
17		2.700,00	2.500,00	1.812,75	3.752,83	4-0-2
18		2.633,33	2.333,33	1.712,13	3.938,50	4-0-2
19		3.000,00	2.033,33	1.667,00	2.849,33	5-0-2
20		3.300,00	3.600,00	1.900,00	3.943,13	5-0-2
21		2.333,33	3.766,67	2.547,00	3.761,50	4-0-2
22		2.333,33	2.200,00	1.441,63	2.924,83	3-1-1
23		2.266,67	1.933,33	942,75	2.414,50	6-0-2
24		2.900,00	2.200,00	—	2.236,07	5-0-1
25		2.633,33	800,00	1.537,00	2.201,33	5-2-3
26		2.200,00	1.666,67	1.150,50	2.357,00	4-0-2
27		2.633,33	1.833,33	996,00	1.487,88	4-0-1
28		2.300,00	2.000,00	1.645,00	—	3-0-2
29		2.100,00	1.600,00	1.999,50	2.373,17	5-0-2
30		3.566,67	2.866,67	1.988,00	3.862,64	5-0-2
31		2.633,33	2.000,00	1.744,25	2.320,00	3-1-1
32		5.300,00	1.800,00	—	1.883,64	6-0-2
33		2.866,67	933,33	1.499,13	2.009,83	5-2-3
34		4.466,67	1.700,00	996,17	984,16	4-0-1
35		2.200,00	2.233,33	2.038,46	—	4-0-2
MÉDIA		2.885,71	1.992,38	1.526,53	2.465,37	—
DESVIO		±1.053,36	±681,94	±425,77	± 901,41	—

* Nº moradores-Nº empregados residentes-Nº empreg. não resid.

MÉTODO DE CÁLCULO: o consumo médio cadastrado pelo SAAE considerado para seleção refere-se à média do consumo dos 6 meses contínuos (junho a novembro) do período amostral. O consumo médio cadastrado no período da pesquisa é o consumo nos meses em que foram feitas as leituras de consumo em campo.

O consumo interno médio refere-se à média do consumo dos dias com consumo interno obtido pela leitura do hidrômetro. De maneira análoga, o consumo interno e externo médio refere-se à média do consumo para os dias com consumo interno e externo.

ANEXO B

Tabela A.12. Consumo médio diário medido por residência considerando 7, 14 e 21 dados.

C O N S U M I D O R	CONSUMO MÉDIO DIÁRIO POR RESIDÊNCIA (l/res.dia)					Nº * D E P E S S O A S
	7 DADOS	14 DADOS	21 DADOS	SEGUNDA A SEXTA	SÁBADO E DOMINGO	
1	1.643,86	1.438,14	1.494,38	1.493,30	1.300,25	5-0-1
2	1.613,86	1.487,36	1.481,38	1.665,20	1.042,75	5-0-1
3	1.836,29	1.846,86	—	2.127,40	1.145,50	5-0-2
4	1.833,33	1.900,00	—	2.166,00	1.013,33	5-0-2
5	917,00	1.014,79	—	1.111,00	774,25	6-0-0
6	870,86	962,46	—	1.142,22	558,00	5-0-0
7	2.095,60	2.503,90	2.495,79	2.620,22	1.457,00	2-0-3
8	2.167,33	2.299,50	2.256,33	2.380,50	1.894,50	2-0-2
9	2.096,67	2.278,64	2.258,06	2.374,40	1.321,00	2-0-3
10	671,43	693,91	—	790,00	366,67	4-1-0
11	2.732,29	2.218,21	—	2.716,00	973,75	4-0-2
12	2.633,43	2.118,71	—	2.791,10	1.099,25	5-0-2
13	2.556,83	2.160,00	—	2.497,00	1.036,67	4-0-2
14	1.928,00	1.757,40	—	1.793,00	1.615,00	4-0-1
15	1.844,67	1.733,30	—	1.746,75	1.679,50	4-0-1
16	2.536,14	2.773,86	2.874,30	3.486,90	991,25	4-0-3
17	2.516,29	2.644,21	2.654,09	3.368,10	834,50	4-0-2
18	2.354,86	2.666,29	2.718,81	3.330,60	1.005,50	4-0-2
19	2.161,43	2.178,21	2.253,86	2.619,10	1.146,25	5-0-2
20	3.930,00	3.772,92	—	4.094,70	2.164,00	5-0-2
21	3.653,60	3.559,08	—	3.761,50	2.547,00	4-0-2
22	2.000,43	2.077,29	2.023,81	2.518,50	974,25	3-1-1
23	1.867,43	2.000,00	—	2.414,50	963,75	6-0-2
24	2.032,29	2.236,07	—	2.579,90	1.376,50	5-0-1
25	1.714,29	1.821,71	—	2.281,20	673,00	5-2-3
26	1.578,29	1.667,57	—	2.030,90	759,25	4-0-2
27	1.182,71	1.277,07	1.292,90	1.421,50	916,00	4-0-1
28	1.528,57	1.645,15	—	1.881,60	857,00	3-0-2
29	2.028,00	2.159,64	1.930,11	2.409,70	1.534,50	5-0-2
30	3.717,80	3.706,42	—	3.906,10	2.708,00	5-0-2
31	1.863,71	1.991,00	2.059,65	2.383,00	1.011,00	3-1-1
32	1.649,71	1.888,64	—	2.183,00	1.135,25	6-0-2
33	1.663,43	1.710,50	—	2.130,30	703,00	5-2-3
34	1.130,71	1.152,79	1.051,57	1.168,40	1.074,93	4-0-1
35	1.528,57	2.038,46	—	2.300,00	1.166,67	4-0-2
MÉDIA	2.002,28	2.039,43	2.060,36	2.333,82	1.194,83	—
DESVIO	±735,33	±699,12	±557,03	±792,93	±510,83	—

* Nº moradores-Nº empregados residentes-Nº empreg. não resid.

INTRODUÇÃO A ENTREVISTA

BOM....., MEU NOME É VANICE DA FACULDADE DE ENGENHARIA DE LIMEIRA DA UNICAMP.

NÓS ESTAMOS REALIZANDO UMA PESQUISA DE CONSUMO DE ÁGUA E SUA RESIDÊNCIA FOI SORTEADA POR ACASO ENTRE OS CONSUMIDORES DE ÁGUA DA CIDADE.

A SUA PARTICIPAÇÃO É EXTREMAMENTE IMPORTANTE PORQUE UM PEQUENO NÚMERO DE PESSOAS FORAM SELECIONADAS.

ESTA PESQUISA CONSISTE EM RESPONDER UM QUESTIONÁRIO SOBRE O CONSUMO DE ÁGUA.

AS INFORMAÇÕES SERÃO ESTRITAMENTE CONFIDENCIAIS E NÃO IMPLICAM EM QUALQUER ALTERAÇÃO NA CONTA DE ÁGUA.

EU GOSTARIA DE MARCAR DATA E HORÁRIO PARA EXPLICAR A PESQUISA E APLICAR O QUESTIONÁRIO.

QUALQUER DÚVIDA OU INFORMAÇÃO PODE SER OBTIDA PELO TELEFONE 42 2210, RAMAL 74, DEPARTAMENTO DE HIDRÁULICA E SANEAMENTO COM OS SRs. PEDRO OU BETO. QUANDO DA APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO EXIJA A IDENTIFICAÇÃO DA ENTREVISTADORA.

OBRIGADA PELA ATENÇÃO E PARTICIPAÇÃO.

QUESTIONARIO DE CONSUMO DE AGUA

 RICA

 DATA DA ENTREVISTA

:
 HORARIO

 AVENIDA

NUMERO

 RUA

 TELEFONE

 DE INICIO DA LEITURA

:
 HORARIO

 CODIGO DO ENTREVISTADOR(A)

LUGAR DA ENTREVISTA:

- ☐ 1 COMPLETA
- ☐ 2 INCOMPLETA
- ☐ 3 RESIDENCIA VAZIA
- ☐ 4 NAO SE ENQUADRA NA CATEGORIA
- ☐ 5 RECUSA

RETORNAR OU LIGAR EM

HORARIO :

OBSERVAÇÕES

	CODIGO		

TIPO DE CONSTRUCAO:

☐ 1 CASA TERREA☐ 1 PROPRIA☐ 4 CEDIDA☐ 2 SOBRADO☐ 2 ALUGADA☐ 3 OUTRO☐ 3 FINANCIADAHA QUANTO TEMPO MORA NESTA RESIDENCIA? ANOSNUMERO DE AUTOMOVEIS:

AREA DO TERRENO: _____ m2

AREA TOTAL CONSTRUIDA: _____ m2

AREA DO PAVIMENTO TERREO: _____ m2

A MAIOR PARTE DA AREA EXTERNA E: ☐ 1 PAVIMENTADA☐ 2 GRAMADA OU SOLO NATURALEXISTE PREOCUPACAO EM DIMINUIR O CONSUMO DE AGUA? ☐ 1 SIM☐ 2 NAO

COMO? _____

- JA FOI OBSERVADO VAZAMENTO DE AGUA NA RESIDENCIA? ☐ 1 SIM☐ 2 NAO

- ONDE? _____ 12- QUANDO ? _____

- A RESIDENCIA POSSUI CX. D'AGUA? ☐ 1 SIM☐ 2 NAO- A LIGACAO DE AGUA ABASTECE: ☐ 1 UMA RESIDENCIA☐ 2 MAIS DE UMA RESIDENCIA

BANHEIRA

Nº	*	MARCA	**	Nº VEZES UTILIZADA POR DIA POR PEÇA	DIA EM QUE E UTILIZADA	DIMENSÕES (m)			VOL. UN. (1)
						COMP./ DIAM.	LARG.	ALT. N.A.	

TIPOS DE BANHEIRAS

banheira comum

banheira hidromassagem

** FORMATOS

1- retangular

2- quadrada

3- circular

4- oval

5- canto

OBS.: ALT. N.A. (ALTURA DO NÍVEL D'ÁGUA) DEVER SER PREENCHIDO QUANDO NÃO CONSTAR A MARCA DA BANHEIRA

CHUVEIRO OU DUCHA

Nº	*	Nº VEZES UTILIZADO POR DIA POR PEÇA	DIA EM QUE E UTILIZADO
1			
2			
3			
4			
5			
6			

TIPOS DE CHUVEIROS OU DUCHAS

eletrico

com aquecedor

OBS.: NÃO ESQUECER DOS CHUVEIROS OU DUCHAS DOS BANHEIROS DOS EMPREGADOS E DAS DEPENDÊNCIAS EXTERNAS

BIDE OU SIMILAR

No	No VEZES UTILIZADO POR DIA POR PEÇA	DIA EM QUE E UTILIZADO
1		
2		
3		

VASO SANITARIO

lo	*	MARCA/MODELO	No VEZES UTILIZADO POR DIA POR PEÇA	DIA EM QUE E UTILIZADO	DIMENSÕES DAS CAIXAS (m)			VOL.UN. (l)
					COMP.	LARG.	ALT.	

TIPOS DE DESCARGAS

- valvula de descarga embutida
- valvula de descarga externa de ciclo fixo
- valvula de descarga externa de ciclo variavel
- caixa ceramica acoplada
- caixa ceramica a baixa altura
- caixa integrada
- caixa de descarga elevada externa
- caixa a media altura embutida
- caixa a media altura externa

OBS.: NÃO ESQUECER DOS VASOS SANITARIOS DOS BANHEIROS DOS EMPREGADOS E DAS DEPENDENCIAS EXTERNAS

TORNEIRAS

USO EXTERNO	
FINALIDADES	DIA EM QUE E UTILIZADA
1 limpeza externa	
2 molhar jardins	
3 lavar carros	
4 outras	

AS TORNEIRAS POSSUEM AREJADORES (PENEIRAS)? ☐ 1 SIM☐ 2 NAOAS MANGUEIRAS POSSUEM ESQUICHO? ☐ 1 SIM☐ 2 NAO

MAQUINA DE LAVAR LOUCAS

MARCA: _____

2- MODELO: _____

HA QUANTO TEMPO POSSUI? ☐ ☐ ANOSQUANTAS VEZES A MAQUINA E UTILIZADA? ☐ ☐ POR DIA☐ ☐ POR SEMANAQUANTAS VEZES E CARREGADA POR USO? ☐ ☐ VEZES

EM QUE DIA E UTILIZADA? _____

EM QUE CICLO E UTILIZADA? _____

VOLUME UNITARIO (l): _____

MAQUINA DE LAVAR ROUPAS

MARCA: _____

2- MODELO: _____

QUANTO TEMPO POSSUI? ANOSQUANTAS VEZES A MAQUINA E UTILIZADA? POR DIA POR SEMANAQUANTAS VEZES E CARREGADA POR USO? VEZES

EM QUE DIA E UTILIZADA? _____

EM QUE NIVEL OU PROGRAMA A MAQUINA E UTILIZADA? _____

VOLUME UNITARIO (l): _____

PISCINA

DIMENSOES (m)			VOLUME (l)
COMP.	LARG.	ALT.	

O NIVEL D'AGUA DA PISCINA E COMPLETADO: POR SEMANA POR MES

EM QUE DIA DA SEMANA O NIVEL D'AGUA E COMPLETADO? _____

A AGUA DA PISCINA VEM DE POÇO? 1 SIM 2 NAO

SAUNA

A SAUNA ESTA INSTALADA EM: ☐ 1 BOX DE BANHEIRO☐ 2 SALA ESPECIALQUANTAS VEZES A SAUNA E UTILIZADA? ☐ ☐ POR SEMANA☐ ☐ POR MES

EM QUE DIA DA SEMANA E UTILIZADA? _____

A AGUA DA SAUNA VEM DE POCO? ☐ 1 SIM☐ 2 NAO

QUAIS OS APARELHOS OU EQUIPAMENTOS EM CONDIÇÕES DE USO QUE POSSUI E QUAIS PRETENDE ADQUIRIR OU SUBSTITUIR?

ITEM	PRODUTO	QUANTIDADE	(A)DQUIRIR OU (S)UBSTITUIR
1	banheira comum		
2	banheira hidromassagem		
3	chuveiro ou ducha		
4	bide ou similar		
5	vaso sanitario com valvula de descarga de embutir		
6	vaso san. com valvula externa de ciclo fixo		
7	vaso san. com valvula externa de ciclo variavel		
8	vaso san. com caixa ceramica acoplada		
9	vaso san. com caixa ceramica a baixa altura		
10	vaso sanitario com caixa integrada		
11	vaso san. com caixa de descarga elevada externa		
12	vaso san. com caixa a media altura embutida		
13	vaso san. com caixa a media altura externa		
14	lavatorio/pia/tanque/torneiras		
15	tritador de lixo		
16	maquina de lavar loucas		
17	maquina de lavar roupas		
18	piscina		
19	sauna		

No	PARENTESCO COM O CHEFE DA CASA	IDADE	*	**	***	PROFISSAO
1	chefe da casa					
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						

RAU DE INSTRUCAO

analfabeto/primario incompleto

primario completo/ginasio incompleto

ginasio completo/colegial incompleto

colegial completo/superior incompleto

superior completo

nao em idade escolar

VINCULO EMPREGATICIO

empregado em empresa do setor privado

profissional liberal

proprietario de empresa

funcionario de empresa publica ou de economia mista

servidor publico

aposentado

desempregado

outros

*** RENDA (MCz\$)

1- ate 75,00

2- 75,01 a 120,00

3- 120,01 a 200,00

4- 200,01 a 300,00

5- 300,01 a 400,00

6- 400,01 a 500,00

7- 500,01 a 750,00

8- 750,01 a 1.000,00

9- 1.000,01 a 1.500,00

10- 1.500,01 a 2.000,00

11- acima 2.001,00

NUMERO DE EMPREGADOS MENSALISTAS QUE MORAM NA RESIDENCIA:

NUMERO DE EMPREGADOS MENSALISTAS QUE NAO MORAM NA RESIDENCIA:

EM QUAIS DIAS DA SEMANA OS EMPREGADOS DIARISTAS TRABALHAM NA RESIDENCIA?

LEITURAS

CRICAO

:
 HORARIO DE LEITURA

LEITURISTA

/AVENIDA

NUMERO

IRRO

TELEFONE

	DATA	DIA DA SEMANA	HORARIO	LEITURA				CONSUMO (m3)			
1											
2											
3											
4											
5											
6											
7											
8											
9											
0											
1											
2											
3											
4											
5											

MARCA DO HIDROMETRO:

SERVICOES

MANUAL DE INSTRUÇÕES

PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO DE CONSUMO DE ÁGUA

PREPARAÇÃO

SANITAR O MATERIAL NECESSÁRIO À APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO: CARTEIRA DE IDENTIFICAÇÃO, QUESTIONÁRIO PELETA, MANUAL DE INSTRUÇÕES, CANETAS E Trena.

ENTREVISTA

IDENTIFICAR-SE;

EXPLICAR QUE O OBJETIVO DA PESQUISA É CONHECER OS HÁBITOS DE CONSUMO DE ÁGUA, RESSALTANDO A IMPORTÂNCIA DAS INFORMAÇÕES SEREM CORRETAS;

COMUNICAR QUE SERÃO FEITAS LEITURAS DO HIDRÔMETRO POR UM PERÍODO DE 2 SEMANAS E SEMPRE NO MESMO HORÁRIO;

DESTACAR QUE OS DADOS COLETADOS SÃO SIGILOSOS E SERÃO TRANSFORMADOS EM DADOS GERAIS.

ANÁLISE DE DADOS

INICIAR A APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO DE CONSUMO DE ÁGUA PELA FOLHA 1;

VOLUME UNITÁRIO (1) **NÃO DEVE SER PREENCHIDO** DURANTE A ENTREVISTA;

ANALIZAR PREENCHENDO A CAPA: HORÁRIO PARA A LEITURA DO HIDRÔMETRO, SITUAÇÃO DA ENTREVISTA E CÓDIGO;

PREENCHER CÓDIGO COM:

1	—
---	---

 O(A) ENTREVISTADO(A) **DEMONSTROU INTERESSE** NA PESQUISA;

2	—
---	---

 O(A) ENTREVISTADO(A) **NÃO DEMONSTROU INTERESSE** NA PESQUISA;

—	1
---	---

 ENTREVISTADO(A) COM **MAIOR FACILIDADE** PARA RESPONDER O QUESTIONÁRIO;

—	2
---	---

 ENTREVISTADO(A) COM **MENOR FACILIDADE** PARA RESPONDER O QUESTIONÁRIO.

ENCERRAMENTO

RESSINAR O QUESTIONÁRIO;

ENTREGAR A PAPELETA PREENCHIDA COM PERÍODO E HORÁRIO DA LEITURA DO HIDRÔMETRO;

AGRADECER AO INFORMANTE;

INFORMAR QUE HÁVERÁ UMA SEGUNDA VISITA QUANDO FOR O CASO.

INSTRUÇÕES PARA PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO

BANHEIRA

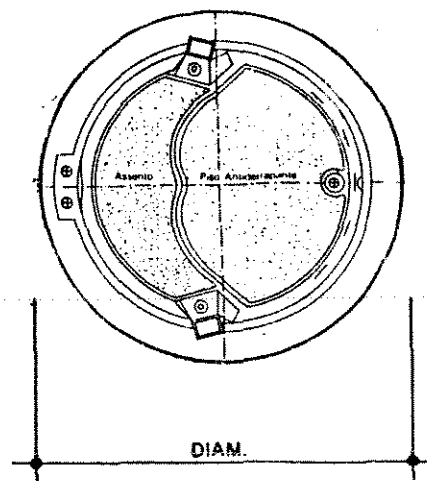
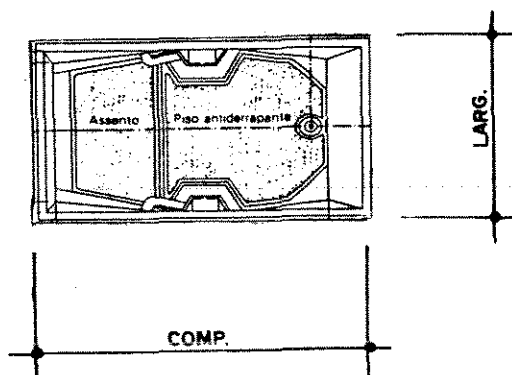
TIPOS DE BANHEIRAS

- BANHEIRA COMUM: banheira antiga;
- BANHEIRA HIDROMASSAGEM: banheira com ou sem motor.

* FORMATOS

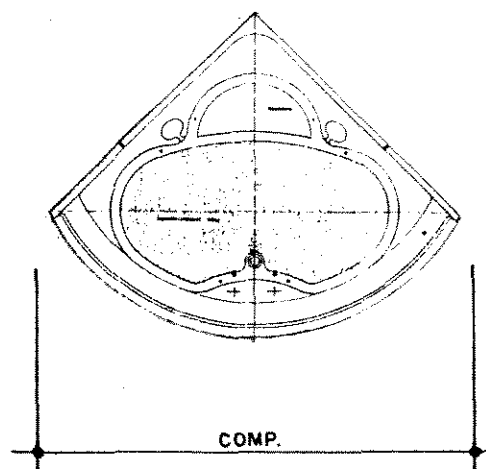
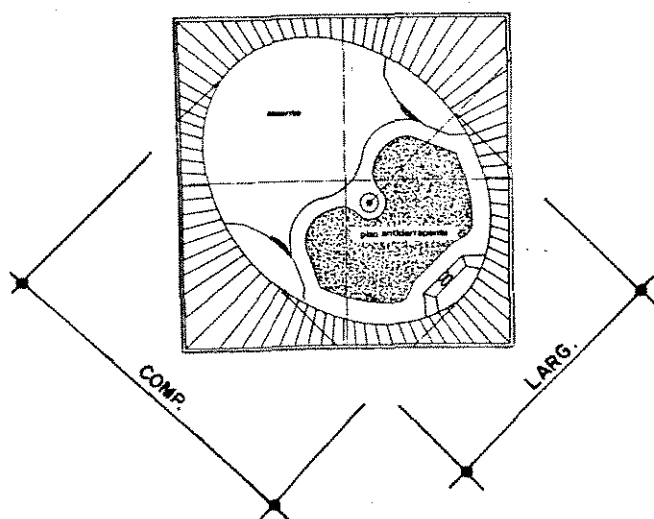
E 2- RETANGULAR E QUADRADA

3- CIRCULAR



4- DUAL

5- CANTO

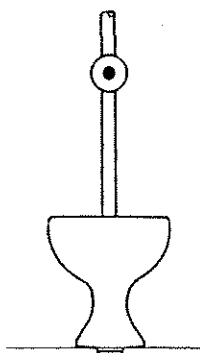


DIMENSÕES (m)

- LARGURA E COMPRIMENTO OU DIÂMETRO: são obtidas externamente a banheira;
- ALTURA DO N. A. (NÍVEL DA ÁGUA): somente é preenchido quando a marca da banheira não é conhecida. É medida internamente a partir do piso da banheira no nível mais baixo.

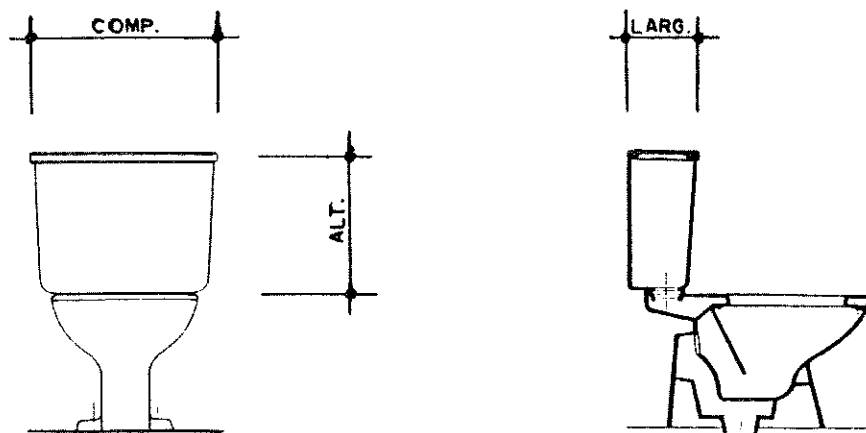
VASO SANITÁRIO**TIPOS DE DESCARGAS**

- 05- VALVULA DE DESCARGA DE EMBUTIR: é intercalada na tubulação do ramal que alimenta o vaso sanitário;

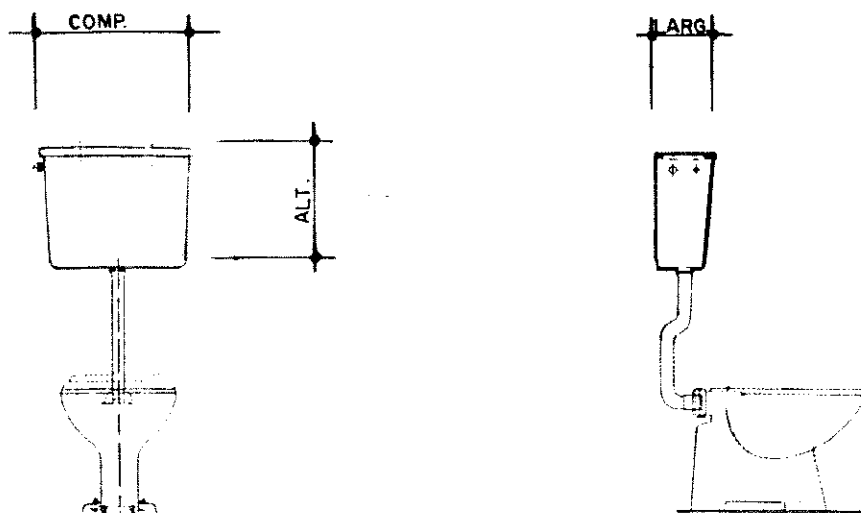


- 06 E 07- VALVULA EXTERNA DE CICLO FIXO E VARIÁVEL: é fixada na extremidade do ramal e depois conectada a bacia;

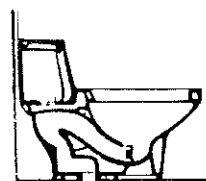
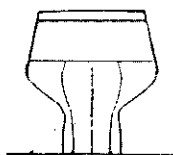
3- CAIXA CERAMICA ACOPLADA: encaixada ao vaso sanitario. E necessario obter as dimensoes da caixa;



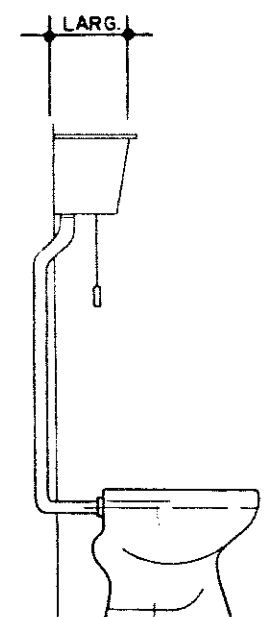
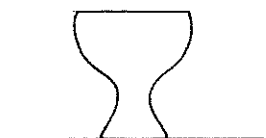
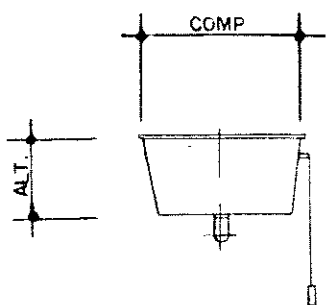
09- CAIXA CERAMICA A BAIXA ALTURA: presa a parede a baixa altura. E necessario obter as dimensoes da caixa;



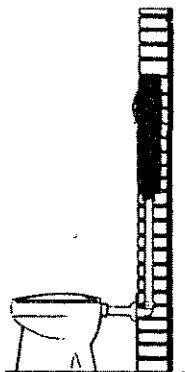
8- CAIXA INTEGRADA: fabricada em material ceramico e constitui juntamente com o vaso sanitario um conjunto unico;



11- CAIXA DE DESCARGA ELEVADA EXTERNA: e presa a parede e sua saida conectada ao vaso atraves do tubo de descarga. E necessario obter as dimensoes da caixa;



2- CAIXA A MEDIA ALTURA EMBUTIDA: semelhante a caixa elevada, porem e embutida na parede;



13- CAIXA A MEDIA ALTURA EXTERNA: semelhante a caixa elevada, porem e fixada a parede externamente a media altura. E necessario obter as dimensoes da caixa.

QUESTIONARIO DE ALTERNATIVAS DE CONSERVACAO DE AGUA

RICA/CODIGO DO ENTREVISTADO

DATA DA ENTREVISTA

:
HORARIO

NOME

NUMERO

PRO/CARGO

TELEFONE

COD. ENTREVISTADOR

NO GRAFICO AO LADO ESTAO REPRESENTADAS ALTERNATIVAS DE REDUCAO DO CONSUMO DE AGUA.
ESCOLHA ATÉ 3 ALTERNATIVAS, POR ORDEM DE PREFERENCIA, QUE DEVERIAM SER ADOTADAS PARA REDUZIR ESTE CONSUMO.

ALTERNATIVAS ESCOLHIDAS:

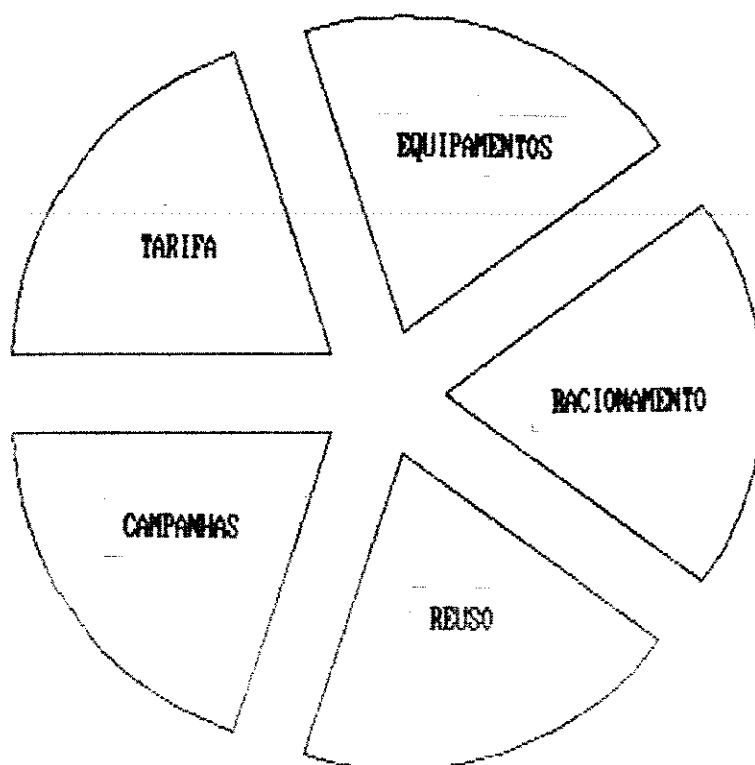
1a ALTERNATIVA ☒

2a ALTERNATIVA ☐

3a ALTERNATIVA ☐

SUGESTOES _____

**GRAFICO PARA ESCOLHA DAS ALTERNATIVAS
DE CONSERVACAO DE AGUA**



DESCRIÇÃO DAS ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

- 1 **TARIFA:** COMPREENDE INCENTIVOS, NÃO INCENTIVOS E A PROPORCIONALIDADE DO PREÇO EM RELAÇÃO AO CONSUMO;
- 2 **CAMPANHAS:** PARA MUDANÇA DE HÁBITOS E DETECÇÃO E REPARO DE VAZAMENTOS;
- 3 **RACIONAMENTO:** RACIONAMENTO DA ÁGUA EM DETERMINADOS HORÁRIOS OU DIAS;
- 4 **REUSO:** REUTILIZAÇÃO DA ÁGUA SERVIDA;
- 5 **EQUIPAMENTOS DE BAIXO CONSUMO:** USO DE EQUIPAMENTOS QUE CONSUMAM MENOS ÁGUA PARA A MESMA ATIVIDADE.

MANUAL DE INSTRUÇÕES

PREENCHIMENTO DO QUESTIONÁRIO DE ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA

PARADA

ORGANIZAR O MATERIAL NECESSÁRIO À APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO: CARTEIRA DE IDENTIFICAÇÃO, QUESTIONÁRIO DE ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA, MANUAL DE INSTRUÇÕES, RELATÓRIO DO CONSUMO DE ÁGUA.

PRESENTAÇÃO

IDENTIFICAR-SE;

EXPLICAR QUE O OBJETIVO DA PESQUISA É CONHECER A OPINIÃO DOS CONSUMIDORES EM RELAÇÃO ÀS ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA;

DESTACAR A IMPORTÂNCIA DAS INFORMAÇÕES.

LEITURA DE DADOS

PREENCHER CÓDIGO DO ENTREVISTADO COM:

0	1
---	---

 USUÁRIO;

0	2
---	---

 ESPECIALISTA NA ÁREA;

0	3
---	---

 POLÍTICO.

APRESENTAR E EXPLICAR A ESTRUTURA DO CONSUMO OBTIDA;

APRESENTAR O GRÁFICO PARA ESCOLHA DAS ALTERNATIVAS DE CONSERVAÇÃO DE ÁGUA;

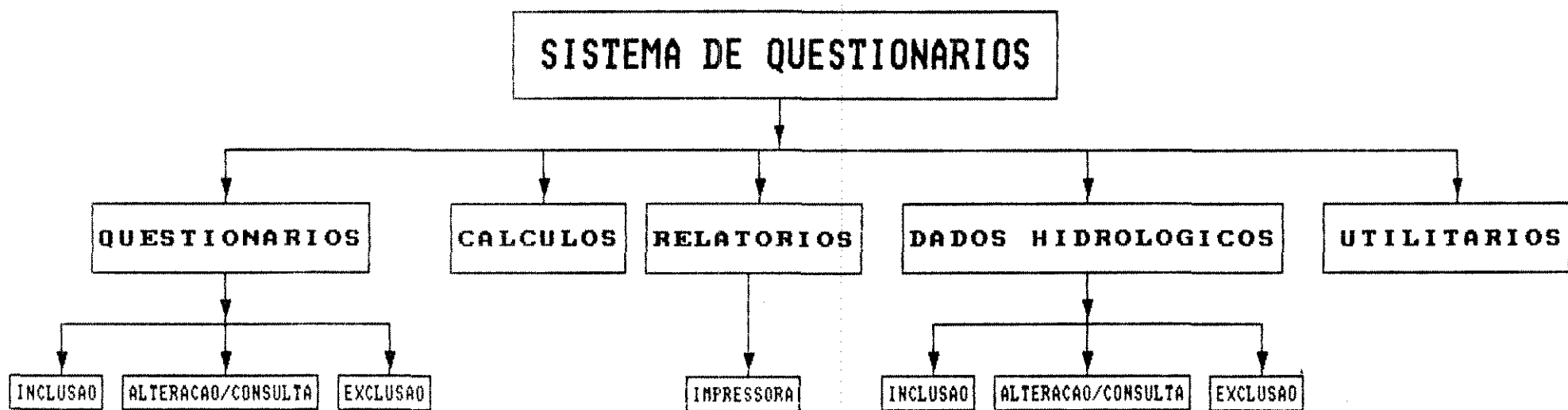
PEDIR SUGESTÕES PARA A REDUÇÃO DO CONSUMO RESIDENCIAL.

ENCERRAMENTO

ASSINAR O QUESTIONÁRIO;

AGRADECER AO INFORMANTE.

Figura B.1. Fluxograma de opções do sistema de questionários.



ANEXO C