

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SANEAMENTO,
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS

EDUCAÇÃO AMBIENTAL E EMPREGO DE
EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES NA REDUÇÃO DO
CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE FAMÍLIAS DE
BAIXA RENDA E EM UMA ESCOLA DE ENSINO
FUNDAMENTAL

Gisele Vidal Vimieiro

Belo Horizonte

2005

**Educação Ambiental e Emprego de Equipamentos
Economizadores na Redução do Consumo de Água em
Residências de Famílias de Baixa Renda e em uma Escola
de Ensino Fundamental**

Gisele Vidal Vimieiro

Gisele Vidal Vimieiro

**Educação Ambiental e Emprego de Equipamentos
Economizadores na Redução do Consumo de Água em
Residências de Famílias de Baixa Renda e em uma Escola
de Ensino Fundamental**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Área de concentração: Saneamento

Linha de pesquisa: Abastecimento de Água

Orientador: Prof. Dr. Valter Lúcio de Pádua

Belo Horizonte

Escola de Engenharia da UFMG

2005

Página com as assinaturas dos membros da banca examinadora, fornecida pelo Colegiado do Programa

“A crise da água está aí.

Vamos continuar desperdiçando-a na Terra
e tentando ver se a achamos na Lua, em Marte,....”

Aos meus pais, Elmo e Sônia,
ao meu esposo, Valter
e aos meus irmãos, Josiane e Wilfer.

AGRADECIMENTOS

“Quem caminha sozinho pode até chegar mais rápido. Mas aquele que vai acompanhado, com certeza chegará mais longe.”

Agradeço a todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste trabalho, e especialmente:

ao Valter, por acompanhar-me tão atenciosamente por esse “caminho das águas”, ícone tão importante para nós;

às amigas, principalmente à Deneb, Vanessa Lopes, Vanessa Pereira, Silvia, Florence e Eliane, por estarem sempre por perto (mesmo às vezes estando meio longe) e por terem palavras animadoras quando “as coisas não estão indo muito bem”;

à Fabrimar – Metais para banheiro e cozinha, através da Letícia Cardoso, pela doação dos reguladores de vazão para torneira e pelo bom atendimento durante a aquisição dos demais equipamentos;

à Montana Hidrotécnica e à Trivelato Representações e Serviços, através do Orlando Trivelato Filho, pela doação da caixa de descarga de embutir;

aos moradores do bairro Capitão Eduardo, principalmente aos participantes da pesquisa, por acreditarem no trabalho e pelo acolhimento;

à Mirtes, diretora da E. M. Governador Ozanan Coelho durante a realização do trabalho, à Madalena, coordenadora pedagógica, aos professores e demais funcionários, pelo apoio e acolhimento;

às professoras Aparecidinha e Ivone, pelo especial interesse pelo trabalho;

à Gláucia, gerente do Centro de Saúde Capitão Eduardo e às agentes de saúde, Andréia, Disciúla, Juliana, Lucimar, Roseni, pela disponibilização de dados e acompanhamento na fase inicial do trabalho;

à Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA, através do Guaraci, Hélio Roberto e Magda, pela disponibilização de dados;

ao Sr. Helson, pela colaboração na instalação dos equipamentos nas residências e na escola;

à Pró-Reitoria de Pesquisa da UFMG (Convênio 5690, subprojeto 34) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq (Processo 5408590/01-0), pelo auxílio financeiro para a realização da pesquisa e fornecimento da bolsa de mestrado.

Agradeço especialmente a Deus, pelo dom da vida. E por me permitir viver grandes momentos e conhecer pessoas maravilhosas.

RESUMO

O objetivo desse trabalho é avaliar o emprego da educação ambiental e da instalação de equipamentos sanitários economizadores na redução do consumo de água em domicílios de famílias de baixa renda e na escola de ensino fundamental do bairro Capitão Eduardo, periferia de Belo Horizonte. Pretendeu-se ainda gerar resultados que pudessem dar subsídios à avaliação da viabilidade de implantação de políticas públicas de financiamento para famílias de baixa renda e escolas públicas para a aquisição de equipamentos economizadores de água. Na primeira etapa, foram instaladas 14 torneiras de fechamento automático, 9 válvulas de ciclo variável com regulagem de vazão, 13 reguladores de vazão para torneiras e 1 caixa de descarga de embutir nas instalações sanitárias de 37 residências de famílias que apresentavam renda mensal de até três salários mínimos. O consumo de água de cada residência foi levantado 18 meses antes e 7 meses após a instalação dos equipamentos economizadores. Numa segunda etapa, foi realizado um trabalho de educação ambiental direcionado às crianças da 3ª à 5ª séries da E. M. Governador Ozanan Coelho, através de dois ciclos de palestras. Posteriormente, foram instaladas 11 torneiras de fechamento automático e 11 válvulas de ciclo variável com regulagem de vazão nas instalações sanitárias da escola destinadas aos alunos, aos professores e aos funcionários de serviços gerais. O consumo de água na escola foi levantado 2 meses antes e 2 meses após o início do 1º ciclo de palestras e 4 meses após a instalação dos equipamentos. Através dos dados obtidos, foram comparados os consumos de água antes e depois da instalação dos equipamentos e das atividades de educação ambiental, nas residências e na escola. Verificou-se que nas residências houve uma economia de 220m³ de água de jul/04 a jan/05 (em média 0,9m³ mensais/residência), correspondendo a uma redução de 7,5% e na escola, uma economia de 240m³ de ago/04 a nov/04 (em média 60m³/mês), correspondendo a uma redução de 16%. A educação ambiental não trouxe economia no consumo de água da escola. No entanto, em 43 das 61 residências de crianças que vivenciaram o trabalho houve redução média de consumo de 23% de mai/04 a jun/04.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the effects of both environmental educational activities and the use of water-saving sanitary equipments in the reduction of water consumption within residences of families with low SES (socio-economic status) and in one school in the neighborhood of Capitão Eduardo localized in the periphery of Belo Horizonte. Additionally, this work intended to generate results to support the viability of the realization of public services meant to financially support both low SES families and public schools in the acquisition of water-saving equipments. At first, 14 automatic faucets, 9 toilet valves with adjustable water outlet, 13 water outlet lever for faucets and 1 embedded toilet tank were installed in 37 residences of families with monthly income lower than three minimal salaries. The water consumption of each residence was tracked back 18 months before as well as 7 months after the installation of the water-saving equipments. At a second moment, an environmental educational activity was realized with children of 3^a e 5^a series of the municipal school Governador Ozanan Coelho. This activity consisted of two cycles of talks. Afterwards, 11 automatic faucets and 11 toilet valves with adjustable water outlet were installed in the WC utilized by the students and the staff (including the teachers) of the school. The water consumption of the school was tracked back 2 month before and 2 months after the beginning of the talk cycles, and 4 months after the installation of the water-saving equipments. After data collection, the water consumption of the residences and of the school, before and after the installation of the equipments and the environmental educational activity was compared. It has been shown that the residences saved 220m³ of water from JUL/2004 through JAN/2005 (a mean of 0,9m³ monthly per residence). This corresponded to a reduction of 7,5 % in the water consumption. The school presented saving of 240m³ of water from AUG/2004 through NOV/2004 (a mean of 60m³ per month). This corresponded to a reduction of 16 % in the water consumption. The environmental educational activity has not shown any effect in the economy of water within the school. However, 43 out of 61 residences of children who participated in these activities have shown a mean reduction of 23% from MAY/2004 through JUN/2004.

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE TABELAS

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	OBJETIVOS.....	4
2.1	OBJETIVO GERAL	4
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	4
3	REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1	CONSIDERAÇÕES SOBRE A DISPONIBILIDADE DOS RECURSOS HÍDRICOS	5
3.1.1	<i>Disponibilidade dos recursos hídricos no Brasil e no mundo</i>	<i>5</i>
3.1.2	<i>Acesso e conservação da água</i>	<i>7</i>
3.2	INICIATIVAS PARA O USO RACIONAL DA ÁGUA	12
3.2.1	<i>Educação ambiental</i>	<i>12</i>
3.2.1.1	Histórico da educação ambiental.....	12
3.2.1.2	Campanhas de educação ambiental pública	14
3.2.1.3	Exemplos de experiências realizadas	16
3.2.2	<i>Manutenção dos sistemas hidráulicos prediais e detecção de vazamentos</i>	<i>18</i>
3.2.3	<i>Equipamentos economizadores de água.....</i>	<i>19</i>
3.2.3.1	Torneiras	20
3.2.3.2	Sistemas de descarga para mictórios	23
3.2.3.3	Chuveiros e duchas	24
3.2.3.4	Bacias sanitárias.....	25
3.2.3.5	Sistemas de descarga para bacias sanitárias	26
3.2.3.6	“Esguichos” para mangueiras.....	27
3.2.3.7	Reguladores de vazão.....	28
3.2.3.8	Desenvolvimento dos equipamentos e experiências bem sucedidas.....	28
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	39
4.1	DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDOS	39
4.2	EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES ADOTADOS	42
4.2.1	<i>Torneiras de fechamento automático.....</i>	<i>42</i>
4.2.2	<i>Reguladores de vazão para torneirasconvencionais de lavatório.....</i>	<i>43</i>
4.2.3	<i>Válvulas de descarga de ciclo variável com regulação de vazão</i>	<i>44</i>
4.2.4	<i>Caixa de descarga de embutir</i>	<i>45</i>
4.3	ESTUDO NAS RESIDÊNCIAS	46
4.3.1	<i>Fluxograma – Estudo nas residências.....</i>	<i>46</i>
4.3.2	<i>Seleção das residências e instalação dos equipamentos economizadores de água.....</i>	<i>47</i>
4.3.3	<i>Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências.....</i>	<i>49</i>
4.3.4	<i>Aferição das torneiras de fechamento automático</i>	<i>51</i>
4.3.5	<i>Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água.....</i>	<i>51</i>
4.3.6	<i>Avaliação da satisfação do usuário.....</i>	<i>52</i>
4.4	ESTUDO NA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL	53
4.4.1	<i>Fluxograma – Estudo na escola de ensino fundamental</i>	<i>53</i>
4.4.2	<i>Educação ambiental</i>	<i>54</i>
4.4.3	<i>Instalação de equipamentos economizadores de água.....</i>	<i>60</i>

4.4.4	Monitoramento e avaliação do consumo de água na escola	61
4.4.5	Aferição das torneiras de fechamento automático	61
4.4.6	Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água.....	61
4.4.7	Avaliação da satisfação do usuário.....	61
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	62
5.1	ESTUDO NAS RESIDÊNCIAS	62
5.1.1	Questionário de Caracterização dos Domicílios.....	62
5.1.2	Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências.....	63
5.1.3	Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água.....	68
5.1.4	Aferição das torneiras de fechamento automático	71
5.1.5	Adesão à “tarifa social” e avaliação da satisfação do usuário	72
5.1.6	Considerações finais sobre a utilização de equipamentos economizadores em residências de famílias de baixa renda.....	75
5.2	ESTUDO NA ESCOLA DE ENSINO FUNDAMENTAL	76
5.2.1	Educação ambiental	76
5.2.2	Questionário de Caracterização dos Domicílios.....	76
5.2.3	Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor”	77
5.2.4	Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências dos alunos participantes	78
5.2.5	Instalação de equipamentos economizadores de água.....	83
5.2.5.1	Monitoramento e avaliação do consumo de água na escola	83
5.2.5.2	Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água	84
5.2.5.3	Violação e readequação das torneiras de fechamento automático	85
5.2.5.4	Avaliação da satisfação do usuário.....	87
5.2.5.5	Considerações finais sobre a utilização de equipamentos economizadores em escolas.....	90
5.3	RESUMO DOS RESULTADOS.....	92
6	CONCLUSÕES.....	93
7	RECOMENDAÇÕES	95
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	98
9	ANEXOS.....	102
9.1	ANEXO 01 - QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO - FAMÍLIAS E ALUNOS	103
9.2	ANEXO 02 - QUESTIONÁRIO - AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO - FAMÍLIAS DAS RESIDÊNCIAS PARTICIPANTES.....	104
9.3	ANEXO 03 - QUESTIONÁRIO - AVALIAÇÃO DA SATISFAÇÃO DO USUÁRIO - ALUNOS E FUNCIONÁRIOS DA ESCOLA.....	105

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

AESBE – Associação das Empresas de Saneamento Básico Estaduais

ANA – Agência Nacional de Água

ASSEMAE – Associação Nacional dos Serviços Municipais de Saneamento

AWWA – American Water Works Association

B – fluxo de benefício

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo

CEMIG – Companhia Energética de Minas Gerais

CEVAE – Centro de Vivência Agroecológica

CNBB – Conferência Nacional dos Bispos do Brasil

COPASA – Companhia de Saneamento de Minas Gerais

DESO - Companhia de Saneamento de Sergipe

DMAE - Departamento Municipal de Água e Esgoto

EJA – Educação para jovens e adultos

EMGOC – Escola Municipal Governador Ozanan Coelho

EPUSP - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

FA – fluxo de benefício atualizado

FUPAM - Fundação para Pesquisa Ambiental

FUSP – Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo

IC – indicador de consumo de água

IC_h – indicador de consumo histórico

IC_{pi} – Indicador de consumo pós-instalação dos equipamentos economizadores de água

IC_{ae} – indicador de consumo após educação ambiental

InCor - Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas

kPa – Quilopascal

ONU – Organização das Nações Unidas

PNCDA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água

PRODABEL - Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte

PURA - Programa de Uso Racional da Água

r – taxa de juros

RMBH – Região Metropolitana de Belo Horizonte

SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo

SNSA – Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

t – tempo de retorno

UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

VDR – volume de descarga reduzido

VT – custo total da intervenção

LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1 - Tarifas para consumo mensal de 30 m ³ – Serviços Autônomo e Estadual.....	9
Figura 3.2 - Gasto com tarifa de água e esgoto em relação ao consumo e à renda média em distritos de abastecimento de Belo Horizonte, 2003	10
Figura 4.1 – Localização do bairro Capitão Eduardo no município e vista geral	39
Figura 4.2 -Torneira de fechamento automático.	42
Figura 4.3 – Esquema defuncionamento das torneiras utilizadas.....	43
Figura 4.4 – Regulador de vazão para torneiras	44
Figura 4.5 – Válvula de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão	44
Figura 4.6 – Caixa de descarga de embutir	45
Figura 4.7 – Bairro Capitão Eduardo – Localização das residências participantes.....	48
Figura 4.8 - Transparências da 1ª palestra.....	55
Figura 4.9 - Cartazes utilizados no ciclo de palestras	56
Figura 4.10 - Carteirinha de "Amigo da Água", 'casinha modelo', folheto para registro de leituras	57
Figura 4.11 – Folhetos-resumo distribuídos aos participantes das palestras.....	58
Figura 4.12 – Instalações sanitárias de uso dos alunos antes (a) e após (b) a troca dos equipamentos	60
Figura 5.1 – “Onde você acha que gasta mais água na sua casa?” – Questionário das residências	63
Figura 5.2 – ICh e ICpi das residências de acordo com equipamento.....	64
Figura 5.3 - “Com a troca da descarga/torneira/regulador, o banheiro da sua casa:” – Questionário das residências	73
Figura 5.4 - “Com a troca da descarga/torneira/regulador, a sua conta de água:” – Questionário das residências	74
Figura 5.5 – “Quantas vezes você precisar apertar a descarga/torneira nova?” – Questionário das residências	74
Figura 5.6 – “Onde você acha que gasta mais água na sua casa?” – Questionário da escola.....	77
Figura 5.7 - Consumo de água médio diário – leituras trazidas pelos alunos – 1º ciclo de palestras	79
Figura 5.8 - Consumos médios diários por residência antes (a) e a após (b) o trabalho de educação	79
Figura 5.9 - Consumo médio diário de água – leituras trazidas pelos alunos – 2º ciclo de palestras	80
Figura 5.10 - Consumos médios diários por residência entre ciclos (a) e durante o 2º ciclo (b) do trabalho de educação.....	81
Figura 5.11 - Consumo de água médio diário – Residências dos alunos que fizeram todas as leituras – 1º e 2º ciclos de palestras	82
Figura 5.12 – Médias do consumo de água médio diário por residência – 1º ciclo, entre ciclos e 2º ciclo de palestras.....	82
Figura 5.13 – Torneira intacta e sem o botão de acionamento	86
Figura 5.14 – Torneira intacta e sem arejador	86
Figura 5.15 - “Com a troca das torneiras, o banheiro da escola:” – Questionário da escola.....	88
Figura 5.16 - “Com a troca das descargas, o banheiro da escola:” – Questionário da escola	89
Figura 5.17 - “Quantas vezes você precisar apertar a torneira nova do banheiro para lavar as mãos?” – Questionário da escola.....	89
Figura 5.18 - “Quantas vezes você precisa apertar a descarga nova do banheiro limpar o vaso?” – Questionário da escola.....	89

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1 - Disponibilidade <i>per capita</i> de água em 1990 e previsão para 2025 em alguns países	6
Tabela 3.2 - Disponibilidade <i>per capita</i> de água em alguns estados brasileiros	7
Tabela 3.3 – Tarifas residenciais e descontos oferecidos pela “tarifa social”	11
Tabela 3.4 - Distribuição percentual do consumo domiciliar de água por ponto	29
Tabela 3.5 - Resultados do PURA em escolas municipais de São Paulo - 2001.....	33
Tabela 3.6 – Consumo médio de água nos equipamentos sanitários monitorados por Barreto <i>et.al.</i> , 1999.	34
Tabela 3.7 – Experiências realizadas no PURA	35
Tabela 3.8 – Grandes consumidores que adotaram equipamentos economizadores de água.....	37
Tabela 4.1 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na instalação dos equipamentos	52
Tabela 5.1 – Resultado do Questionário de Caracterização dos Domicílios.....	62
Tabela 5.2 - Interrupções para manutenções no sistema de abastecimento de água no bairro Capitão Eduardo -2004.....	67
Tabela 5.3 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na instalação dos equipamentos nas residências	70
Tabela 5.4 – Características operacionais das torneiras de fechamento automático	71
Tabela 5.5 – Resultado do questionário “Avaliação da Satisfação do Usuário” nas residências .	72
Tabela 5.6 – Resultado do Questionário de Caracterização dos Domicílios.....	76
Tabela 5.7 - Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor.” – 1ª etapa	77
Tabela 5.8 - Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor.” – 2ª etapa	78
Tabela 5.9 – ICh e IC após trabalho de educação.....	80
Tabela 5.10 – ICh e ICpi na escola após instalação dos equipamentos.....	83
Tabela 5.11 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na instalação dos equipamentos na escola.....	85
Tabela 5.12 – Verificação de vazões por acionamento das torneiras	87
Tabela 5.13 – Resultado do questionário “Avaliação da Satisfação do Usuário” na escola	87
Tabela 5.14 - Número de estabelecimentos de ensino e matrículas iniciais por dependência administrativa – Belo Horizonte - 2003	91

1 - INTRODUÇÃO

“O conhecimento é energia, mas o entusiasmo é o motor de arranque.”

1 INTRODUÇÃO

O uso racional da água e o combate ao seu desperdício são hoje uma preocupação mundial. Os problemas associados à água estão relacionados à sua distribuição geográfica desigual, ao aumento desordenado da população e ao mau uso do recurso, e atingem hoje principalmente o Oriente Médio, o Norte da África, a Ásia Central e a África Subsaariana. Estudos realizados pelo Instituto Internacional de Gerenciamento da Água (IWMI, 2000) estimam que cerca de 1/3 da população mundial vai experimentar efeitos extremos da escassez de água até o ano 2025.

Com exceção das geleiras, a maior reserva mundial de água doce disponível está localizada no Brasil, cerca de 13% da oferta mundial. A água é farta, porém muito mal distribuída. Na Bacia Amazônica encontram-se 73% da água e lá residem só 5% dos brasileiros, enquanto na Grande São Paulo concentra-se 10% da população brasileira e há somente 0,06% dos recursos hídricos do país (TOMAZ, [2003?]).

Além disso, problemas climáticos, como a escassez de chuvas, e a poluição dos cursos d'água, têm afetado o abastecimento de água nas grandes cidades brasileiras e em todas as capitais do Nordeste, levando a racionamentos periódicos em alguns estados, como São Paulo, Rio de Janeiro e Pernambuco.

O crescente agravamento da falta de água deve levar as pessoas a estabelecerem uma nova forma de pensar e agir, mudando seus hábitos e desenvolvendo uma cultura da economia. Investimentos em educação ambiental pública e pesquisas de desenvolvimento e aperfeiçoamento de equipamentos e métodos economizadores de água têm sido alternativas adotadas principalmente pelos países desenvolvidos desde a década de 70.

No Brasil, registram-se trabalhos sobre o tema desde a década de 80, realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), no entanto, somente na última década essas questões começaram ser mais estudadas. Até hoje, o problema de demanda maior que a oferta de água é tradicionalmente contornado através de medidas estruturais, como a ampliação ou construção de novas estações de tratamento, que captam água em mananciais cada vez mais distantes dos centros urbanos. Esse tipo de solução exige quantias vultuosas e muitos anos de trabalhos para

se concluir um grande empreendimento. Como exemplo pode-se mencionar a captação de água a longa distância (cerca de 150km) da bacia do rio Piracicaba para abastecimento da Região Metropolitana de São Paulo. Essa água é atualmente responsável por aproximadamente 50% do consumo da região e foram investidos cerca de R\$ 3 bilhões no sistema de captação. Além dos custos elevados, as captações de água a longa distância tornam-se progressivamente mais difíceis já que existe um aumento da demanda nas bacias vizinhas e as negociações para novas reversões podem ser penosas (NEVES, 2003).

Outro exemplo a ser citado é o da Estação de Tratamento de Água do Rio Manso, cuja bacia hidrográfica abrange uma área de 670 km² e engloba os municípios de Brumadinho, Rio Manso, Crucilândia, Itatiaiuçu e Bonfim. Localizado a 65 km de Belo Horizonte, seu principal centro de abastecimento, o sistema foi concluído em 1991, após investimento de cerca de US\$ 500 milhões. Esse sistema é hoje responsável por 25% da demanda de água da Região Metropolitana de Belo Horizonte e sua vazão média é de 3,8 m³/s.

Considerando-se os valores de mercado de alguns equipamentos sanitários economizadores de água, como válvulas de descargas de ciclo variável com regulagem de vazão e torneiras de fechamento automático, cerca de um sexto do investimento realizado no Sistema Rio Manso seria suficiente para adquiri-los e instalá-los em todas as residências da cidade de Belo Horizonte. Outra solução importante, o controle das perdas na rede de distribuição, tem sido o foco das Companhias de Saneamento, já que em algumas delas a perda chega a 72% da água produzida. Segundo IBGE (2002), a média nacional de perdas é de cerca de 40%, enquanto em alguns países da Europa, se a perda total superar 20%, a empresa pode perder a concessão do serviço (CZAPSKI, 2004). Em Minas Gerais, a companhia estadual de saneamento apresenta índices de perdas da ordem de 25%, sendo considerado um dos menores valores do país. Deve-se destacar que, além da perda de água, há também perda de energia elétrica, já que geralmente os sistemas necessitam do bombeamento.

A proposta da presente pesquisa, de avaliar o emprego da educação ambiental e de equipamentos economizadores em domicílios de baixa renda e em uma escola de ensino fundamental na redução do consumo de água, foi baseada nas diversas experiências bem sucedidas, brasileiras e internacionais. Buscou-se reafirmar a efetividade desses equipamentos

em escolas públicas e, principalmente, demonstrá-la em domicílios de baixa renda, uma vez que não foram encontrados registros anteriores sobre o assunto em relação a famílias carentes, constituindo uma lacuna na literatura.

2 - OBJETIVOS

“A confiança tal como a arte, não deriva de termos respostas para tudo, mas de estarmos abertos para todas as perguntas.”

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

O presente projeto tem por objetivo avaliar o emprego da educação ambiental e de equipamentos especiais na economia de água em residências de famílias de baixa renda e em uma escola pública de ensino fundamental.

2.2 Objetivos específicos

- Avaliar a redução do consumo de água, através da utilização de equipamentos especiais, na Escola Municipal Governador Ozanan Coelho e em domicílios do bairro Capitão Eduardo;
- Avaliar a efetividade da educação ambiental na redução do consumo de água na Escola Municipal Governador Ozanan Coelho e em domicílios do bairro Capitão Eduardo.

3 – REVISÃO DA LITERATURA

“Sábio é aquele que recolhe
a sabedoria dos demais.”

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Considerações sobre a disponibilidade dos recursos hídricos

3.1.1 Disponibilidade dos recursos hídricos no Brasil e no mundo

Segundo a UNESCO (2003) *apud* Tundisi (2003), o consumo de água no planeta, de 1900 para 1995, aumentou de 6 a 7 vezes, mais que o dobro do crescimento da população no período. O volume de água disponível reduziu-se de 12.900m³/pessoa.ano, em 1970, para 7.600m³/pessoa.ano, em 1995. A Tabela 3.1 apresenta a disponibilidade de água em alguns países em 1990 e o decréscimo projetado dessa disponibilidade até o ano 2025.

Por apresentar valores médios de disponibilidade *per capita* de água, a Tabela 3.1 pode não representar adequadamente a gravidade do problema em algumas regiões do mundo. Possivelmente, nos países citados, existem regiões específicas onde a escassez é ainda maior e a situação mais preocupante.

No Brasil, o consumo de água dobrou nos últimos 20 anos e a expectativa é de que dobre novamente nas próximas duas décadas. A disponibilidade de água *per capita* atual já é três vezes menor do que em 1950.

Segundo classificação apresentada pela Organização das Nações Unidas - ONU, se a disponibilidade de água de uma localidade for maior que 2.500m³/hab.ano considera-se que a situação é confortável ou auto-sustentável e se for menor que 2.500m³/hab.ano, é considerada pobre em recursos hídricos. Classifica-se como crítica a disponibilidade menor que 1.500m³/hab.ano. Esse índice é utilizado pela ONU para medir a capacidade de abastecimento de uma região e é calculado a partir da vazão anual de água disponível na região em questão. A Tabela 3.2 apresenta a disponibilidade hídrica *per capita* em alguns estados brasileiros e a situação em que se encontram atualmente.

Tabela 3.1 - Disponibilidade *per capita* de água em 1990 e previsão para 2025 em alguns países

Países	Disponibilidade per capita de água em 1990 (m ³ /pessoa.ano)	Disponibilidade per capita de água projetada para 2025 (m ³ /pessoa.ano)
Africa		
Argélia	750	380
Burundi	660	280
Cabo Verde	500	220
Comoros	2040	790
Djibuti	750	270
Egito	1070	620
Etiópia	2360	980
Quênia	590	190
Lesoto	2220	930
Líbia	160	60
Marrocos	1200	680
Nigéria	2660	1000
Ruanda	880	350
Somália	1510	610
África do Sul	1420	790
Tanzânia	2780	900
Tunísia	530	330
América do Norte e América Central		
Barbados	170	170
Haiti	1690	960
América do Sul		
Peru	1790	980
Ásia/Médio Leste		
Chipre	1290	1000
Irã	2080	960
Israel	470	310
Jordânia	260	80
Kuait	<10	<10
Líbano	1600	960
Omã	1330	470
Qatar	50	20
Arábia Saudita	160	50
Singapura	220	190
Emirados Árabes	190	110
Iêmen	240	80
Europa		
Malta	80	80

Fonte: Gleick (1998) *apud* Tundisi (2003)

Tabela 3.2 - Disponibilidade *per capita* de água em alguns estados brasileiros

Estados	Disponibilidade <i>per capita</i> (m ³ /pessoa.ano)	Situação em relação aos recursos hídricos
São Paulo	2.913	Confortável
Pernambuco	1.320	Crítica
Paraíba	1.437	Crítica
Rio de Janeiro	2.315	Pobre em recursos
Ceará	2.436	Pobre em recursos
Bahia	3.028	Confortável
Piauí	9.608	Rico em recursos
Goiás	39.185	Abundância
Amazonas	878.929	Abundância
BRASIL	48.314	Abundância

Fonte: Mapa de Disponibilidade Hídrica – Conselho de Gestão de Recursos Hídricos, Relatório de Desenvolvimento Mundial de Água – Unesco e Sabesp *apud* NEVES (2003).

Também por apresentar valores médios de disponibilidade *per capita* de água, a Tabela 3.2 pode estar mascarando a gravidade da escassez em algumas cidades brasileiras. Como exemplo, pode ser citado o estado de São Paulo que, em média, apresenta situação confortável em relação aos recursos hídricos, enquanto sua capital e a região metropolitana apresentam disponibilidade *per capita* de 500m³/pessoa.ano e já sofrem fortemente com a escassez e os racionamentos (CZAPSKI, 2004).

Belo Horizonte, município onde se localiza a área de estudo, não convive hoje com problemas de racionamento de água. No entanto, a cidade já perdeu um importante manancial para abastecimento - a Lagoa da Pampulha - que necessitou ser substituído pelo Ribeirão Serra Azul e pelo Rio Manso, mais distantes do centro de consumo, devido à poluição que tornou a água imprópria ao tratamento e posterior consumo humano. Além disso, Belo Horizonte é hoje uma das cidades brasileiras que apresentam déficit de água e precisam fazer captação em bacias vizinhas.

3.1.2 Acesso e conservação da água

A redução da disponibilidade *per capita* de água é uma realidade e o uso racional deve ser considerado uma prioridade ambiental e social. Segundo Tundisi (2003), populações carentes em diversos países chegam a despender até 20% de seus rendimentos com água. Como exemplo pode-se citar Gana, país onde 50% da população ganha menos de um dólar por dia,

aproximadamente 40% está abaixo da linha da pobreza e onde o preço da água mais que dobrou nos últimos cinco anos. Um estudo realizado pelo Centro de Desenvolvimento Social Integrado mostrou que na capital, Accra, famílias despendem de 18% a 20% de seus rendimentos com água. (AMENGA-ETEGO, 2004).

Semelhantemente à realidade de regiões da África e da Índia, tem-se como exemplo brasileiro a situação que ocorria nos municípios de Búzios, São Pedro da Aldeia, Cabo Frio, Arraial do Cabo e Araruama, no estado do Rio de Janeiro, relatada em 2000. Segundo dados da Prolagos, empresa privada de saneamento que atende aos municípios, existiam na região famílias de baixa renda que tinham um dispêndio com água maior do que o de proprietários de casas de veraneio, que apresentam rede geral de abastecimento. O comércio de água, que proliferava na região, chegava a cobrar até R\$150,00/m³ de água das populações mais pobres que residem em localidades onde não há rede de distribuição. Enquanto a tarifa da companhia era de R\$0,50/m³, num caminhão-pipa podia variar de R\$6,00/m³ a R\$20,00/ m³, nas carroças, que chegavam a regiões de acesso mais difícil, atingia R\$32,00/ m³, nas bombonas, custavam R\$100,00/m³ e em recipientes de 20L, R\$150,00/m³, sendo que algumas delas apresentavam qualidade duvidosa para o consumo humano (BIO, 2000).

Além disso, populações de baixa renda em geral não têm acesso aos equipamentos economizadores de água, já que esses custam de 6 a 7 vezes mais que os modelos convencionais, nem recebem informações e educação adequados sobre o assunto. Esse quadro mostra-se um tanto perverso, já que o combate ao desperdício para essas populações teria duplo significado: a contribuição para a conservação do recurso e para a possível melhoria da qualidade de vida dessas famílias, uma vez que qualquer economia nos gastos com água poderia ser utilizada para outros fins.

No Brasil, de cada R\$100,00 do orçamento de uma família, R\$31,30, em média, são gastos em serviços públicos ou itens com preços controlados ou administrados pelo governo, segundo a Fundação Getúlio Vargas *apud* Soares (2004). Esse fato tem levado à diminuição do consumo de outros produtos pelas famílias para pagar as tarifas, já que a população

praticamente não tem opção de abrir mão desses ou trocá-los por outro serviço similar e mais acessível.

Quando se comparam as tarifas de água e esgoto praticadas nos estados brasileiros, observa-se que as variações podem chegar a 400% e não parecem estar diretamente ligadas à disponibilidade hídrica ou ao grau de desenvolvimento econômico de cada região. Em alguns municípios, onde os serviços de abastecimento de água são autônomos, a água distribuída nem é cobrada da população. A Figura 3.1 ilustra a discrepância no país, através de valores relativos ao consumo mensal de 30m³, relativos aos meses de dez/03 e jan/04.

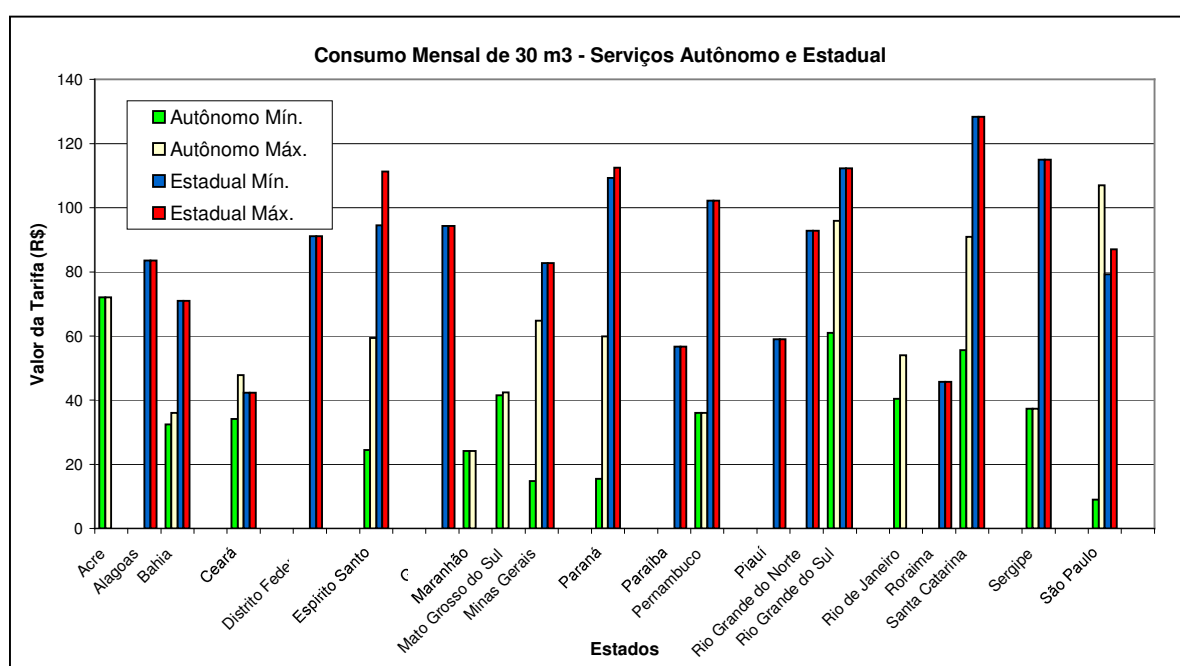


Figura 3.1 - Tarifas para consumo mensal de 30m³ – Serviços Autônomo e Estadual
 Fonte: Dados da ASSEMAE (2004) (modificado)

Ainda segundo a Fundação Getúlio Vargas *apud* Soares (2004), as famílias brasileiras estariam dependendo, em média, 1,85% de seu orçamento com o pagamento da taxa de água e esgoto. Porém essa porcentagem apresenta-se bem maior em algumas regiões. Através do levantamento do consumo médio mensal de água (doméstico, comercial e industrial) nos diversos distritos de abastecimento em que se subdivide a cidade de Belo Horizonte, conforme dados fornecidos pela COPASA, dos valores de renda mensal média do chefe de família de

cada bairro da cidade (PRODABEL,2000) e do cálculo da taxa a ser paga a partir dos valores das tarifas vigentes a partir de 01/03/2003, resulta a Figura 3.2.

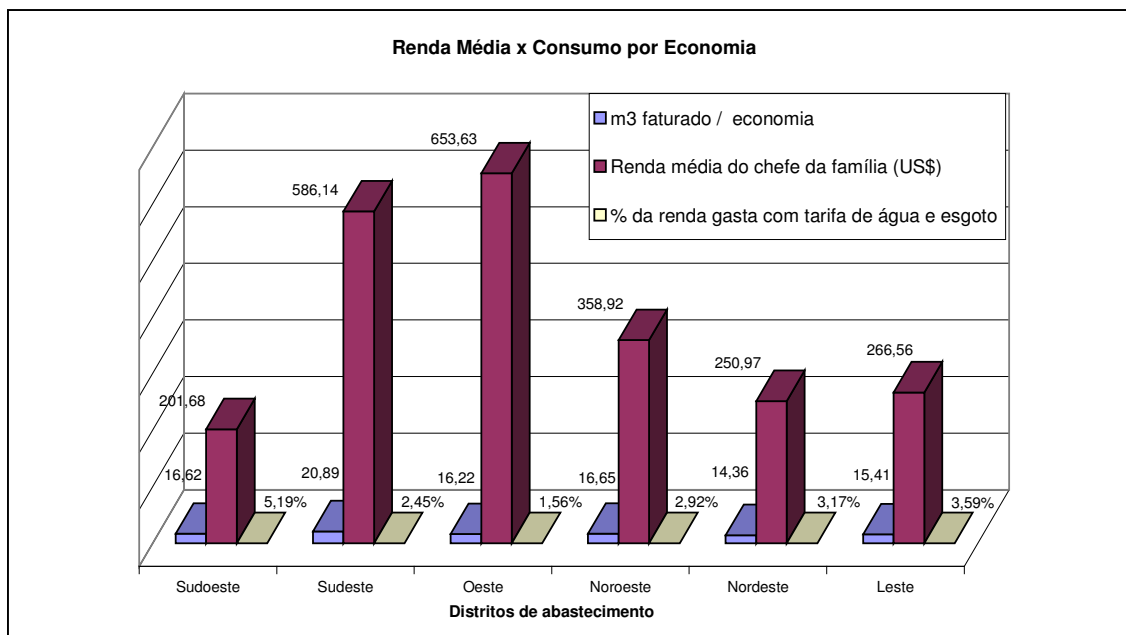


Figura 3.2 - Gasto com tarifa de água e esgoto em relação ao consumo e à renda média em distritos de abastecimento de Belo Horizonte, 2003

Fonte: Dados fornecidos pela COPASA e PRODABEL

Os gastos com o pagamento de tarifas em Belo Horizonte variam de 1,6% a 5,2% da renda mensal média do chefe de família, à medida que o valor da renda decresce. É visível a sobrecarga tarifária da população mais carente, o que justifica a existência de uma tarifa diferenciada para viabilizar a universalização do acesso a água potável.

Nesse sentido, diversas companhias de saneamento praticam tarifas especiais para os consumidores de baixa renda. Denominado “tarifa social”, a concessão desse benefício exige dos usuários o atendimento a requisitos que variam de estado para estado. Em geral, os beneficiados devem apresentar consumo de água de até 10m³ mensais e possuir imóvel com área de até 50m². Dentre as companhias de saneamento estaduais que praticam a “tarifa social” podem ser citadas as dos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Distrito Federal, Mato

Grosso do Sul, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Piauí, Rio de Janeiro, Rio Grande do Sul, Santa Catarina e São Paulo.

Internacionalmente, a “tarifa social” foi reconhecida pela International Water Supply Association – IWSA em 1997, estabelecendo que a tarifa correspondente a um consumo mínimo de 25L/hab.dia, cerca 4m³/mês para uma família de 5 pessoas, deveria ser subsidiada (TOMAZ, [2003?]).

Em Minas Gerais, a COPASA também pratica a "tarifa social", sendo beneficiados os usuários que residem em imóveis com área construída menor ou igual a 44m² e apresentam consumo de água igual ou inferior a 15m³, por economia, por mês. A Tabela 3.3 apresenta os descontos oferecidos às residências beneficiadas pela “tarifa social”.

Tabela 3.3 – Tarifas residenciais e descontos oferecidos pela “tarifa social”

Categorias	Consumo (m³)	Valor da tarifa (R\$/m³)	Parcela a deduzir (R\$)	Desconto em relação à tarifa normal (%)
Residencial com Tarifa Social	Mínimo 10m ³	0,4690	-	51,08
	> 10 a 11	1,4200	9,5100	50,00
	> 11 a 12	1,6100	11,6000	42,81
	> 12 a 13	1,1500	6,0800	39,98
	> 13 a 14	1,2400	7,2500	37,00
	> 14 a 15	1,4200	9,7700	33,46
Residencial sem Tarifa Social	Mínimo 10m ³	1,0951	1,3644	-
	> 10 a 15	1,2765	1,8140	-
	> 15 a 20	1,4144	3,8825	-
	> 20 a 25	1,4784	5,1625	-
	> 25 a 40	1,9165	16,1150	-
	> 40 a 100	2,9568	57,7270	-
	> 100	4,1615	178,1970	-

Fonte: Minas Gerais (2003) modificado

Nota: Tarifas vigentes até 01/03/03.

O valor a ser pago pela água é dado pelo produto entre o consumo mensal (m³) e o valor da tarifa referente ao tipo de consumidor e à faixa de consumo (R\$/m³), menos a parcela a deduzir. O valor do esgoto é um percentual do valor da água, que varia de acordo a localidade. No caso de Belo Horizonte, o valor do esgoto corresponde a um adicional de 100% do valor relativo à água.

Sendo a quota *per capita* diária média de água da região Nordeste de Belo Horizonte em torno de 160L/hab.dia e considerando-se um domicílio onde residem 4 pessoas, o consumo mensal de água é estimado em 19,2m³, maior que o valor limite de 15m³, que dá direito à “tarifa social”. Considerando o valor da tarifa de R\$1,4144/m³ para consumo residencial normal com consumo entre 15m³ e 20m³, o adicional de 100% relativo ao esgoto e uma parcela a deduzir de R\$3,8825, o dispêndio com água seria de R\$50,43 (30% da renda média mensal do chefe da família, segundo PRODABEL) ao invés dos R\$32,83 (18% da renda média mensal do chefe da família) que seriam pagos com a “tarifa social”, para um consumo máximo de 15m³. É possível que famílias de baixa renda estejam tendo um consumo excessivo de água, conseqüentemente um dispêndio elevado, e o desperdício pode ser o responsável por isso.

3.2 Iniciativas para o uso racional da água

Atualmente, as perdas e o desperdício são vistos como os maiores problemas para o planejamento de políticas de abastecimento público de água, apresentando um elevado índice relativo a vazamentos e ao mau uso. Na busca da redução desses problemas têm-se implementado ações, que podem ser classificadas como sociais, tecnológicas e econômicas. Como ações sociais pode-se citar a utilização de campanhas educativas e de conscientização da população e como ações tecnológicas e econômicas, tem-se a substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores, a detecção e correção de vazamentos, a implantação de sistemas de medição setorizada e o reaproveitamento e reciclagem da água.

3.2.1 Educação ambiental

3.2.1.1 Histórico da educação ambiental

Ao contrário de demais seres vivos, que estabelecem naturalmente um equilíbrio com outros seres e com o ecossistema onde vivem, o homem tem dificuldade de estabelecer esse equilíbrio com o planeta. Neste contexto, a educação ambiental busca romper a ignorância humana sobre sua própria condição de sobrevivência.

Ao longo de sua evolução, a educação ambiental recebeu várias definições. De acordo com UNCED (1992), ela é definida como um processo que busca formar uma população consciente e preocupada com o meio ambiente e com os problemas a ele associados. Uma população que tenha conhecimentos, habilidades, atitudes, motivações e compromissos para trabalhar, individual e coletivamente, na busca de soluções para os problemas existentes e para a prevenção de outros que possam surgir.

A educação ambiental não é recente. Acontecimentos como a bomba atômica de Hiroshima e Nagasaki em 1945, as mortes em Londres e em Nova York devido à poluição atmosférica industrial em 1952 e também as mortes de milhares de pessoas intoxicadas por mercúrio industrial na cidade de Minamata (Japão) em 1953, causaram inquietude e contribuíram para a formação do ambientalismo contemporâneo.

Por volta da década de 70 iniciou-se o questionamento do chamado “progresso” e dos rumos que a idéia de desenvolvimento seguia. Adquiriu maior repercussão na “Primeira Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente”, realizada na cidade de Estocolmo em 1972, onde foi reconhecida a “importância estratégica” da educação ambiental na busca da qualidade de vida. No ano de 1975, em Belgrado, o encontro “The Belgrado Workshop on Environmental Education” formula alguns princípios básicos relacionados a programas de educação ambiental. Em 1977, realiza-se a “Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental”, em Tibilisi, Geórgia, que reforçou o papel estratégico da educação ambiental.

A ONU criou em 1983 a Comissão Mundial para o Meio Ambiente e Desenvolvimento, que publica após alguns anos de trabalho o “Relatório Brundtland” conhecido como “Nosso Futuro Comum”, que precedeu a “Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentado - UNCED”. Realizada em 1992, esta conferência foi, segundo Zaponi (2002), a maior reunião com fins pacíficos já realizada até a atualidade.

No Brasil e no mundo muitos fatores contribuem para o crescente interesse nas questões ambientais. Dentre eles podem ser citadas as relações cada vez mais explícitas entre a baixa qualidade de vida das populações de países subdesenvolvidos e a degradação sócio-ambiental.

A consciência ambiental toma dimensões universais, não sendo mais uma preocupação localizada e específica de alguns setores da sociedade.

A educação tem como papel fundamental a formação dessa consciência, individual e coletiva. Todas as recomendações, decisões e tratados internacionais sobre o tema demonstram a importância da educação ambiental como meio indispensável para conseguir criar e aplicar formas cada vez mais sustentáveis de interação sociedade/natureza e soluções para os problemas ambientais. Evidentemente a educação sozinha não é suficiente para mudar os rumos do planeta, mas certamente é condição necessária (ZAPONI, 2002).

3.2.1.2 Campanhas de educação ambiental pública

Devido à crise do petróleo, no início da década de 70, começaram a surgir estudos sobre o tema conservação dos recursos ambientais. No mesmo período ocorreram graves problemas de abastecimento de água em estados norte-americanos, sendo as companhias de saneamento obrigadas a adotar políticas de redução de consumo.

Segundo Cardia e Alucci (1998), as primeiras campanhas de educação ambiental pública voltadas à economia de água, realizadas no final dos anos 70 e nos anos 80, não obtiveram muito sucesso, pois se equivocaram com a idéia de que bastava informar aos consumidores sobre os problemas econômicos e sócio-ambientais relacionados à escassez deste recurso para incentivá-los a adotar mudanças comportamentais, como combater vazamentos e evitar desperdícios.

Além da necessidade de informar ao usuário sobre os resultados da adoção de novos hábitos sobre seu próprio consumo, percebeu-se também a necessidade de parceria entre medidas de incentivos econômicos e sociais, que agiriam sobre a motivação para mudar os hábitos e campanhas publicitárias, baseadas na informação/educação dos consumidores, partindo de valores e normas sociais estabelecidos.

Devido às mudanças econômicas e sócio-culturais, e ao fortalecimento do individualismo, do materialismo e do hedonismo, as campanhas e programas de conservação de água dos anos 90

tiveram um novo enfoque, valorizando menos as soluções que dependem da colaboração contínua dos consumidores através de mudanças de hábitos, e enfatizando mais a adoção de equipamentos economizadores, que garantissem uma redução mais automatizada do consumo de água.

Criticou-se a superestimação do papel dos usuários individuais, sendo propostas estratégias para obter a cooperação dos usuários coletivos e dos agentes da cadeia de produção (grandes consumidores empresariais e institucionais, administradores de condomínios, construtores e fabricantes de equipamentos) nos programas de conservação de água.

Embora algumas experiências de educação ambiental pública tenham sido mal sucedidas, ainda acredita-se que os programas de economia de água devem envolver efetivamente a sociedade. Segundo Yoshimoto (1999), a conscientização dos usuários é um fator tão importante quanto a manutenção adequada dos sistemas prediais para a redução do consumo de água, não somente em edifícios com equipamentos sanitários convencionais, como também naqueles com equipamentos economizadores.

Entre os diversos segmentos da sociedade, tem importância particular a população infantil, que demonstra grande facilidade de assimilação de conceitos de conservação e um poder de projeção do tema no ambiente familiar, conferindo perenidade ao programa (ALVES *et al.*, 1999). Também deve ser valorizado o universo da escola, local vocacionado à apresentação e consolidação das práticas e costumes que caracterizam a comunidade, permitindo o convívio social harmônico. Assim, iniciativas de programas de economia de água em escolas têm buscado atingir esse público infantil.

Segundo Waack e Pastor (2004), uma campanha ou trabalho de educação que objetive alcançar mudanças de hábitos e envolver o público alvo só obterá êxito se for incorporada ao cotidiano das pessoas e não através de imposição de penalidades. Para a realização de uma ação de comunicação, alguns elementos, como a marca da campanha, a palavra de ordem e o folheto-resumo são muito importantes.

A marca da campanha é um elemento gráfico de fácil visualização e reconhecimento que deve identificar os objetivos da campanha. A palavra de ordem é uma frase capaz de sintetizar o objetivo da campanha. O folheto-resumo é um componente de comunicação impressa que visa divulgar os objetivos da campanha e os mecanismos que serão utilizados para alcançá-lo.

3.2.1.3 Exemplos de experiências realizadas

Diversas são as experiências nacionais que vêm sendo desenvolvidas com o objetivo de formar uma população ambientalmente consciente através de projetos de educação ambiental. Partindo de iniciativas governamentais ou não-governamentais, esses projetos apresentam público alvo variado, mas são especialmente direcionados às crianças e aplicados dentro ou pelo intermédio das escolas. A seguir são citados alguns deles.

A Companhia de Saneamento de Sergipe – DESO apresenta desde 1999 um programa de educação ambiental direcionado principalmente às crianças e jovens. Através do teatro, gibis, cartilhas educativas, gincanas estudantis, exibição de filmes e distribuição de camisetas e bonés, a empresa busca demonstrar a importância do saneamento e da preservação do meio ambiente. Também palestras, cursos e seminários são realizados e atingem não só a professores e alunos, mas também são abertos à comunidade (DESO, [2003?]).

O Programa Água na Escola, realizado pela Organização Não Governamental Água e Cidade, é direcionado às escolas e tem como ponto de partida a instrução de professores e distribuição de revistinhas. Esse programa é estruturado em 4 projetos:

- Formação continuada de professores;
- Produção de material instrucional e institucional;
- Visitas a laboratórios de pesquisa e estações de tratamento de água;
- Feiras específicas sobre água.

Dentre as localidades onde já foi desenvolvido pode-se citar Joinville, Santa Catarina (1998-2002) e Cachoeiro do Itapemirim, Espírito Santo (2002-2004) (ONG ÁGUA E CIDADE, [2004?]).

Também a Companhia de Saneamento Básico de Minas Gerais – COPASA, através do Projeto Chuá, tem programado visitas de estudantes às estações de tratamento de água desde 1986. Em 1992, agregou-se ao projeto o material didático destinado a professores e alunos e foram criados dois personagens lúdicos: Dona Lavanda e Zé Chuá. O Projeto Chuá é direcionado a estudantes da 5ª série do ensino fundamental (COPASA, [199?]).

Semelhantemente à COPASA, o Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre –DMAE apresenta o Projeto Tratando a Água Conosco, que integra o Programa Gota D'Água, e também promove visitas à Estação de Tratamento de Água Moinhos de Vento onde, além de acompanharem todas as etapas do processo de tratamento da água, os estudantes podem assistir palestras e vídeos e receber material educativo sobre o assunto (DMAE, [2003?]).

Outra iniciativa a ser citada é a Campanha da Fraternidade lançada pela Conferência Nacional dos Bispos do Brasil – CNBB no ano de 2004, que teve como tema a água e como lema “Água, fonte de vida”. A abordagem objetivou fortalecer a reivindicação do acesso a esse recurso como um direito do indivíduo e difundir a necessidade da preservação e do uso racional dos recursos hídricos (AESBE, 2004).

Também com o objetivo de aumentar a consciência ambiental e divulgar globalmente a necessidade da proteção e do uso racional da água, a ONU estabeleceu o “Dia Mundial da Água”, celebrado no dia 22 de março de cada ano, e também definiu 2003 como “Ano Internacional da Água Doce” (PLANETA ORGÂNICO, [2003?]). Definiu-se ainda o ano de 2005 como o início do “Decênio Internacional para a Ação Água, Fonte de Vida”.

3.2.2 Manutenção dos sistemas hidráulicos prediais e detecção de vazamentos

Segundo Oliveira (1999), a intervenção mais recomendada para o combate ao desperdício de água através de perda é a prevenção e detecção de vazamentos, através de uma manutenção

regular e de qualidade dos sistemas hidráulicos. Deve-se combater a tendência que muitos usuários em geral têm de permanecer com um vazamento, por exemplo, de uma torneira, por um longo período porque o problema não o está incomodando, mas “apenas” desperdiçando água.

Um fator bastante influente na ocorrência de vazamentos e de perdas de água de um sistema é a pressão hidráulica que, apresentando valores elevados, tende a diminuir a vida útil do sistema, aumentar a vazão de utilização, aumentando o consumo, além de diminuir o conforto do usuário durante a utilização, por exemplo, através de respingos. Apesar de a maioria dos vazamentos em sistemas hidráulicos prediais ser verificada em pontos de utilização, como torneiras, bacias sanitárias, chuveiros e registros, constata-se que as perdas podem ser maiores quando ocorrem em alimentadores prediais, uma vez que esses são solicitados diretamente pela pressão da rede pública, que geralmente apresenta valores mais elevados, especialmente no período noturno. Ainda segundo Oliveira (1999), a redução de pressão nos alimentadores prediais, especialmente em edifícios altos, representa importante contribuição para a redução do desperdício.

Os pontos de utilização, apesar de estarem geralmente submetidos a pressões hidráulicas menores que as da rede pública, também podem ter os problemas de vazamentos e perdas agravados no período noturno, uma vez que a pressão aumenta em função da altura da lâmina de água nos reservatórios, comumente com seus níveis máximos nesse período.

Vale a pena ressaltar que, segundo normalização brasileira, os equipamentos hidráulicos disponibilizados no mercado devem apresentar bom funcionamento e resistir à pressão compreendida entre 20 e 400kPa. Devido à predominância de sistemas prediais diretos, isto é, com abastecimento direto da rede pública e sem presença de reservatórios, a legislação norte-americana estabelece que os equipamentos hidráulicos devem resistir a pressões de trabalho de até 860kPa.

Segundo Grisham e Fleming (1989), os vazamentos em edifícios residenciais geralmente provêm de bacias sanitárias e torneiras. O vazamento lento e permanente de uma torneira pode

levar a uma perda de cerca de 45L/dia e em bacia sanitária essa perda chegaria a 1080L/dia, o equivalente ao consumo diário aproximado de uma família de 5 pessoas. A percepção de que as bacias sanitárias, especialmente aquelas com caixa acoplada, eram responsáveis por uma grande quantidade de água perdida nos edifícios residenciais devido a vazamentos causados por defeitos nos componentes localizados no interior da caixa, levou ao estabelecimento de uma norma norte-americana que obriga aos fabricantes a fornecerem no mínimo 10 anos de garantia para esses equipamentos.

Dentre outros fatores que influenciam o consumo de água, e que devem ser considerados no momento do diagnóstico para realização da manutenção, detecção e reparo de eventuais vazamentos, podem ser citados a tipologia do edifício, o material e a idade da tubulação, e o tipo de usuários.

3.2.3 Equipamentos economizadores de água

A especificação de equipamentos hidráulicos economizadores de água deve ser realizada de acordo com as necessidades e o tipo de usuário, com as atividades relacionadas com o consumo de água do local, com a avaliação técnico-econômica e com as características e condições do sistema onde serão incorporados (OLIVEIRA, 1999).

Apesar de ainda não ser de conhecimento da população em geral, existem diversos sistemas economizadores disponíveis no mercado. Segundo Schmidt (2004), esses equipamentos podem apresentar dois tipos de sistema de funcionamento: o hidromecânico (fechamento automático) e por sensor de presença (eletrônico).

O sistema de funcionamento hidromecânico ou de fechamento automático é aquele onde o usuário aciona o sistema manualmente, liberando o fluxo de água e o fechamento acontece após um tempo determinado. Os tempos de funcionamento variam de acordo com a finalidade do equipamento. Segundo a NBR 13713/96 - “Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático”, os tempos máximos de fechamentos e as vazões mínimas dos equipamentos devem ser os seguintes:

- Torneira para lavatório – 15 segundos e 0,05L/s;
- Válvula para mictório - 10 segundos e 0,05L/s;
- Registro para chuveiro – 55 segundos e 0,10L/s.

O sistema de funcionamento eletrônico ou por sensor de presença, geralmente de infravermelho, apresenta uma unidade eletrônica anexa que faz a leitura das informações e aciona o comando de abertura. Um sinal é emitido continuamente e quando o usuário se aproxima o fluxo de água é liberado até que esse se afaste do sensor. O sistema é composto pela torneira propriamente dita, pelo sensor de presença, pelo componente eletrônico de comando e por uma válvula solenóide, e pode ser alimentado pela rede elétrica ou por baterias. Os modelos elétricos não funcionam na falta de energia elétrica, a não ser que estejam ligadas a um gerador. Já os modelos à bateria exigem que se tenha esse componente armazenado como reserva. Uma vantagem do sistema é não haver necessidade de se tocar o equipamento, evitando problemas associados à higienização/limpeza das partes que geralmente são manuseadas. No entanto, esse sistema de funcionamento geralmente se mostra bastante sensível ao vandalismo.

As descrições dos equipamentos economizadores disponíveis no mercado, citados nos itens 3.2.3.1 a 3.2.3.7 baseiam-se em Schmidt (2004).

3.2.3.1 Torneiras

As torneiras economizadoras de águas disponíveis no mercado são as com funcionamento hidromecânico (fechamento automático), por sensor de presença (eletrônico), por válvula de pé, por pedal, hidromecânico adequado a deficientes físicos, de comando restrito e de alavanca. Outro sistema com função economizadora, que é incorporado às torneiras, denomina-se arejador.

As **torneiras com funcionamento hidromecânico (fechamento automático)** geralmente são dotadas de arejador, que melhora o seu desempenho em relação à economia de água e podem ser instaladas em bancada ou em parede. Há equipamentos que permitem a variação do tempo

de abertura na própria peça, através de uma chave restrita, e os que apresentam tempo de abertura pré-determinados. Alguns modelos apresentam características antivandalismo e até realizam a mistura de água quente e fria na própria peça, o que garante a menor perda até que a água atinja a temperatura adequada ao uso.

O acionamento das **torneiras com funcionamento por sensor de presença (eletrônico)** se dá imediatamente ou até 4 segundos da detecção da presença do usuário, evitando-se acionamentos acidentais. O fluxo permanece até o afastamento do usuário ou por um tempo máximo de até 150 segundos. Essas torneiras são mais eficientes que as de fechamento automático, tanto na redução de consumo de água quanto na questão de higiene. Podem ser instaladas em bancada ou em parede e algumas apresentam características antivandalismo.

As **torneiras com funcionamento por válvula de pé** são caracterizadas por apresentarem um sistema de acionamento no piso, à frente da torneira, sendo o fluxo de água liberado durante o tempo em que o usuário permanecer com o pé sobre o acionador. Como desvantagens apresentam a deterioração do acionador ao longo do tempo, que precisa ser repostado, além da vulnerabilidade desse quanto a objetos pontiagudos. Também é possível que o fluxo seja liberado continuamente se um objeto pesado for deixado sobre o sistema acionador, gerando desperdícios. Esse sistema é adequado para ambiente onde seja necessário que não se tenha contato das mãos com a torneira, como em hospitais e estabelecimento de saúde em geral, dependendo o seu correto uso do nível de conscientização dos usuários.

Um pedal em forma de alavanca libera o fluxo de água durante o tempo de acionamento nas **torneiras com funcionamento por pedal**, havendo modelos no mercado que impedem que o usuário permaneça acionando o pedal por um longo período. Este tipo de torneira apresenta características antivandalismo e realiza a mistura de água quente e fria através de dois pedais paralelos.

Os modelos de torneiras de funcionamento hidromecânico (fechamento automático) usuais se diferenciam das **torneiras com funcionamento hidromecânico adequadas a deficientes físicos** devido à liberação do fluxo de água realizado pelo acionamento de uma haste através

do braço ou cotovelo. O sistema não requer contato da torneira com as mãos e o fluxo é interrompido após um tempo determinado de acionamento.

Apesar de aparentemente não apresentarem característica economizadora de água, as **torneiras de comando restrito** tendem a levar a uma redução do consumo de água, uma vez que somente pessoas autorizadas podem fazer usos desses sistemas. O sistema caracteriza-se pela inexistência de manopla ou outro sistema de abertura manual na peça, sendo a abertura e fechamento realizados através de um componente específico que é encaixado na haste de comando da torneira e retirado após finalizada a operação. A desvantagem é a possibilidade de extravio do componente de acionamento.

As **torneiras de alavanca** também não apresentam característica economizadora de água, no entanto a facilidade e características de uso podem levar à economia significativa. Indicadas para instalação em cozinhas, onde os usuários encontram dificuldade de fechar a torneira convencional por estarem com as mãos sujas, essas torneiras podem ser fechadas com um movimento de braço, evitando o mau fechamento e gotejamento que levam a perdas.

Os **arejadores** são sistemas instalados na extremidade da torneira, reduzindo a passagem da água pela introdução de peças perfuradas ou telas finas e podem apresentar orifícios na lateral para a entrada de ar durante o fluxo da água. Podem atuar no controle da dispersão de jato e na redução da vazão, levando a uma diminuição do consumo de água. Não são indicados para torneiras de limpeza e torneiras de tanque, onde geralmente se necessita de maior vazão para realização da atividade e devem ser especificados de acordo com o valor da pressão hidráulica apresentada no ponto de utilização. Além do modelo usual, existem no mercado arejadores tipo chuveirinho e sistemas com a dupla função de arejador comum e chuveirinho, que proporcionam maior versatilidade para as atividades realizadas em pias de cozinha. Algumas torneiras disponíveis no mercado já apresentam o arejador instalado, no entanto há outras que não o apresentam e não são adaptáveis à posterior instalação desse componente.

3.2.3.2 Sistemas de descarga para mictórios

Os sistemas de descarga para mictórios economizadores de água disponíveis no mercado são as válvulas para mictório de acionamento hidromecânico, as de acionamento por sensor de

presença, as temporizadas e as fluxíveis. Existe ainda um equipamento especial denominado mictório sem água.

Nas **válvulas para mictório de acionamento hidromecânico** o sistema a ser pressionado é ligado ao mictório através de uma tubulação que conduz a água. A vazão (em torno de 6L/min) e o tempo de fechamento (de 4 a 12s), funções reguláveis no equipamento, são os parâmetros que definirão o volume de água liberado por descarga. Não é recomendado para mictórios coletivos, que apresentam uma grande área a ser lavada e pode ser utilizado por mais de um usuário simultaneamente. Em geral, os sistemas apresentam características antivandalismo.

O funcionamento da **válvula de acionamento por sensor de presença** se dá automaticamente durante cerca de 5 segundos, a partir da detecção da presença do usuário (por cerca de 5 a 10 segundos). Os sistemas podem ser alimentados pela rede elétrica ou através de baterias e o volume de descarga será definido pela vazão e o tempo de fechamento, também funções reguláveis neste equipamento. Existem modelos com sensores não pontuais, especialmente recomendados para mictórios coletivos e que apresentam fácil instalação.

O **sistema de descarga temporizada** é obtido através da instalação de um temporizador eletrônico às instalações existentes. O tempo de duração das descargas e o intervalo entre elas são regulados no temporizador, que emite um sinal a uma válvula solenóide elétrica e essa libera o fluxo de água. É recomendado para mictórios coletivos e para conjunto de mictórios individuais de locais onde haja grande fluxo de pessoas. Apesar da vantagem de apresentar características antivandalismo, o sistema tem a deficiência de liberar descargas contínuas, de acordo com a temporização regulada, podendo levar em alguns casos a desperdícios de água.

Ainda pouco utilizada no Brasil, a **válvula de descarga fluxível** apresenta um sifão, semelhante aos das bacias sanitárias, que utiliza o volume de 3,79 litros, liberado a cada acionamento, para realizar a sifonagem. O equipamento apresenta características antivandalismo, porém seu consumo de água é maior se comparado ao dos demais sistemas de mesma função.

O **mictório sem água**, conforme já dito, é um equipamento que não utiliza água em sua operação, composto de bacia cerâmica, suporte de cartucho, cartucho (sifão em plástico ABS) e líquido selante. É esteticamente semelhante aos demais mictórios individuais, diferindo apenas pela ausência de sistema e orifício de descarga. O cartucho apresenta duas câmaras internas, uma com acesso ao exterior, que recebe a urina e onde é colocado o líquido selante, e outra acessando o interior do suporte e o sistema de esgoto. A parede que divide as duas câmaras impede o contato com o ar e, conseqüentemente, o retorno de gases da tubulação. O suporte é o componente que une a bacia do mictório ao cartucho. O líquido selante é uma substância composta por ácidos graxos, biocida e corante que, por apresentar densidade menor que a da água e a da urina, permanece em suspensão na primeira câmara do cartucho. O funcionamento do sistema acontece com a entrada da urina pela parte superior do cartucho, penetrando na primeira câmara através do líquido selante. Através do sistema de vasos comunicantes, a urina é conduzida para a saída do cartucho e posteriormente para a rede de esgoto. O cartucho deve ser substituído periodicamente, devido à obstrução de seus orifícios, e o líquido selante adicionado caso sejam percebidos maus odores.

3.2.3.3 Chuveiros e duchas

Os sistemas de comando de chuveiros e duchas economizadores de água disponíveis no mercado são os de funcionamento hidromecânico para comando de duchas para mistura de água e os de funcionamento hidromecânico para comando de chuveiro elétrico e para água pré-misturada.

Os **sistemas de funcionamento hidromecânico (fechamento automático) para comando de duchas para mistura de água** fecham-se automaticamente após um tempo determinado, geralmente em torno de 30 segundos. Estima-se que o sistema seja acionado cinco vezes por banho: uma para molhar, duas para ensaboar e duas para enxaguar. Além disso, apresenta um misturador incorporado, que regula a mistura de água fria e quente. Esse equipamento deve apresentar um mecanismo de segurança, que fixa a temperatura máxima, para que o usuário seja protegido no caso de faltar água fria e só ser liberada água quente.

Funcionamento semelhante ao anteriormente citado é apresentado pelos **sistemas de funcionamento hidromecânico para comando de chuveiros elétricos e para água pré-misturada**. No entanto não há a presença do misturador e não é necessário o mecanismo de segurança para fixação da temperatura.

Se comparado às duchas, o chuveiro elétrico, que utiliza a potência elétrica para o aquecimento da água, comumente apresenta valores de vazão mais baixos.

3.2.3.4 Bacias sanitárias

As bacias sanitárias economizadoras de água disponibilizados no mercado são as para válvula de descarga e as com caixa acoplada.

As **bacias sanitárias para válvula de descarga** caracterizam-se por necessitar de apenas cerca de 6,8 litros de água para realizar adequadamente o arraste dos dejetos e a limpeza interna e são denominados VDR (volume de descarga reduzido). Obrigatoriamente fabricado desde 2002 devido à normatização brasileira, esse modelo veio substituir aqueles que necessitavam de até 30L para que fosse realizada uma limpeza adequada de dejetos.

As **bacias sanitárias com caixa acoplada** também se caracterizam por necessitar de apenas cerca de 6,8 litros de água para realizar o arraste dos dejetos e a limpeza interna de forma eficiente. Existem equipamentos que apresentam dois botões de acionamento de descarga, sendo um que libera uma descarga de cerca de 6,8 litros, capaz de arrastar efluentes com sólidos e o outro, que libera cerca de 3 litros de água, suficientes apenas para a limpeza de urina. Também apresentam padronização de cotas de saída de água, não exigindo obras civis para sua substituição. De acordo com o fabricante, a entrada de água pode se encontrar em diversas posições. A desvantagem desse equipamento é a sua vulnerabilidade ao vandalismo.

Vale a pena ressaltar que a redução de vazões em sistemas prediais de esgotamento sanitário oriundos de volumes reduzidos de descarga de bacias sanitárias pode levar a problemas de autolimpeza em ramais e coletores devido à menor altura da lâmina de água e à menor capacidade de geração de ondas, responsáveis pelo transporte dos sólidos. A adoção indiscriminada de sistemas prediais de consumo reduzido de água sem uma prévia análise

global dos sistemas predial e público pode causar o mesmo problema nos sistemas públicos de esgoto sanitário. Assim, fez-se necessário o desenvolvimento de sistemas de esgotamento sanitários especiais para essas situações. Como exemplos pode-se citar o sistema predial de coleta de esgotamento sanitário a vácuo, onde uma válvula pneumática introduz o esgoto no coletor, e o sistema Gustavsberg, que apresenta um sifão coletor onde é acumulado um volume suficiente de esgoto para garantir a autolimpeza das tubulações.

3.2.3.5 Sistemas de descarga para bacias sanitárias

Os sistemas de descarga para bacias sanitárias economizadores de água disponibilizados no mercado são as válvulas de descarga embutidas de ciclo variável com regulagem de vazão, de ciclo fixo, com acionamento por sensor de presença, as válvulas de descarga aparentes e as caixas de descarga de embutir.

Válvulas de descarga embutidas são os sistemas mais conhecidos. As denominadas **válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão** distinguem-se dos modelos convencionais por permitirem a regulagem da vazão liberada durante o acionamento, possibilitando a otimização do menor consumo de água e a adequada limpeza da bacia sanitária. Nas **de ciclo fixo** o volume liberado em cada descarga é predeterminado, sendo necessário um novo acionamento para a liberação de um novo fluxo.

Embora a regulagem de fábrica desses sistemas geralmente seja para uma descarga de cerca de 6,8 litros, compatibilizando o seu funcionamento junto à bacia sanitária de volume de descarga reduzido, a vazão liberada para uma dada posição de regulagem da válvula poderá variar de acordo com a pressão hidráulica disponível. Assim, válvulas de descarga igualmente reguladas poderão apresentar vazões diferentes ao serem acionadas. Apesar de exigirem maiores intervenções no sistema do que as torneiras de fechamento automático ou os reguladores de vazão, como a quebra de revestimento com azulejo, a substituição das válvulas convencionais por aquelas de ciclo variável com regulagem de vazão ou de ciclo fixo são recomendadas principalmente para uso público, uma vez que as bacias sanitárias com caixa de descarga ainda são frágeis para esse tipo de utilização.

Outro sistema de descarga embutido para bacias sanitárias é a **válvula acionada por sensor de presença**, que libera um fluxo de água ao detectar a presença do usuário, geralmente por um tempo mínimo de 5 segundos. Nesses sistemas o volume de descarga pode ser regulado.

Nas **válvulas de descarga aparentes** o acionamento é realizado através de uma alavanca e seu funcionamento também se caracteriza pelo ciclo fixo já que o volume liberado em cada descarga é predeterminado. O sistema apresenta aparência bastante distinta daquela tradicionalmente conhecida, que lhe confere boa resistência ao vandalismo. Semelhantemente aos modelos embutidos de ciclo fixo, que geralmente são regulados em fábrica para uma descarga de cerca de 6,8 litros, a vazão liberada poderá variar de acordo com a pressão hidráulica disponível e também válvulas de descarga igualmente reguladas poderão apresentar vazões diferentes ao serem acionadas. A regulagem do tempo de acionamento e da vazão de descarga é realizada através de uma chave apropriada.

Ainda pouco utilizadas no Brasil, as **caixas de descarga de embutir**, também denominadas “*dry wall*”, são instaladas no interior de paredes de alvenaria convencional, de 1,2 m a 1,4 m do piso e são acionadas através de sistema externo. Comumente confeccionadas a partir de material plástico, essas caixas são facilmente adaptadas às bacias sanitárias. São reguláveis para vazões de 9,8,7 e 6,8 litros, apresentando regulagem de fábrica para 9 litros.

3.2.3.6 “Esguichos” para mangueiras

Os “esguichos” ou gatilhos utilizados na ponta de mangueiras também são equipamentos que não apresentam diretamente características economizadoras de água. No entanto, seu emprego pode levar a uma redução do consumo uma vez que o fluxo de água ocorrerá somente quando o usuário estiver utilizando efetivamente a mangueira.

3.2.3.7 Reguladores de vazão

Os reguladores de vazão são redutores de pressão que operam através da imposição de uma perda de carga localizada no sistema, resultando em uma redução de vazão. Os sistemas disponíveis no mercado são do **tipo “pastilha”**, para vazões pré-determinadas de 0,10L/s, 0,13L/s, 0,17L/s e 0,20L/s e pressão hidráulica acima de 100kPa., instalados no interior de duchas e chuveiros; ou do **tipo “engate”**, flexível ou rígido, instalado junto ao ponto de água de torneiras de lavatório, cozinha e mictórios. Geralmente possibilitam a manutenção de uma vazão constante para uma faixa de pressão de 100kPa a 400kPa e devem ser especificados de modo a não causarem desconforto ao usuário. A vazão do sistema pode ser pré-determinada ou regulada através de registro.

3.2.3.8 Desenvolvimento dos equipamentos e experiências bem sucedidas

Segundo Grisham e Fleming (1989), o banheiro é o ponto mais crítico nos domicílios em relação ao consumo de água, sendo o local mais indicado para instalação desse tipo de equipamento. A distribuição percentual do consumo de água nos diversos pontos de consumo domiciliar, obtidas a partir de experimentos, é apresentada na Tabela 3.4.

Conforme pode ser observado, o consumo de água para fins de higiene pessoal está entre 65% e 75% do total de água utilizada no domicílio. Observa-se ainda que a bacia sanitária é o componente que apresenta o maior consumo interno de água em uma residência. Foi a partir dessa constatação que várias pesquisas têm sido realizadas para avaliar o desempenho de descargas que possibilitam a redução do consumo de água.

Tabela 3.4 - Distribuição percentual do consumo domiciliar de água por ponto

Ponto de consumo	% em relação ao total		
	Valores médios de alguns países*	Região Metropolitana de São Paulo**	
		Em casas e sobrados	Em apartamentos
Bacia sanitária	38	29	30
Banho/chuveiro	29	28	29
Lavatório	5	6	6

Lavagem de roupa	17	9	8
Lavagem de louça	6	5	4
Beber/cozinhar	5	-	-
Pia	-	17	18
Tanque	-	6	5
Total	100	100	100

Fonte: *Gonçalves (1995) *apud* André e Pelin (1998); **Oliveira *apud* André e Pelin (1998).

Como exemplo podem ser citados os trabalhos realizados no Aeroporto de Denver (Colorado) no ano de 1992 (OLIVEIRA, 1999), onde os resultados foram considerados insatisfatórios, principalmente em relação ao aumento do número de obstruções e dos gastos com manutenção, e em Phoenix (Arizona), em 1989, onde se considerou a bacia sanitária com volume de descarga reduzido tão satisfatório quanto os modelos convencionais (ANDERSON e SIEGRIST, 1989).

Também na cidade de San Pablo, Califórnia, a efetividade de bacias sanitárias de baixo consumo foi demonstrada em estudo. Em um edifício residencial construído há 30 anos, as bacias sanitárias convencionais que consumiam 16L por descarga foram substituídas por outras que consomem 6L. A mudança resultou em uma redução no consumo da água de 810 para 533L/dia.economia, representando uma economia de 34%.

Segundo Jensen (1991), *apud* USEPA (1995), a substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores é uma medida eficiente e permanente para conservação da água, que apresenta como vantagem a amortização do investimento num prazo curto a médio. Estudos estimaram que uma residência com 3 moradores em média pode reduzir seu consumo da água em 195 m³/ano e os gastos com água em aproximadamente US\$60/ano se forem instalados equipamentos economizadores. Além disso, esses sistemas também reduzem o volume de esgoto produzido, postergando a necessidade de ampliação ou construção de novas estações de tratamento de esgoto.

Whitcomb (1990) *apud* USEPA (1995) estimou a economia de água resultante da instalação de chuveiros de baixo consumo através da análise dos dados de 308 residências unifamiliares

envolvidas em um programa-piloto em Seattle, Washington. O consumo *per capita* de água foi reduzido em 6,4% depois que os chuveiros foram instalados.

Uma escola de segundo grau construída em 1963 foi estudada por Ayres Associates (1993) *apud* Oliveira (1999). No edifício foram substituídas 30 torneiras convencionais por modelos de fechamento automático e 30 das 40 bacias sanitárias convencionais existentes por modelos com volume de descarga reduzida, que utilizam cerca de 6,8L por descarga. Também foram reparados os vazamentos detectados em alguns mictórios. Como resultado obteve-se uma redução de consumo devido às torneiras de 27% e devido às bacias sanitárias de 32%, alcançando uma redução total ponderada de 51%.

Estima-se que uma redução de consumo de água de até 60% em torneiras é possibilitada por arejadores, sem causar prejuízo ao fluxo dessas. As torneiras de baixo consumo, utilizadas em cozinhas e banheiros, consomem somente 7L de água por minuto, ao contrário de torneiras convencionais, que usam 11 a 18L/minuto (Jensen, 1991 *apud* USEPA, 1995).

No entanto, não é suficiente que esses equipamentos levem à redução do consumo de água. Eles devem primeiramente atender às expectativas do usuário, proporcionando conforto e satisfação. Nesse sentido, Mayer *et. al.* (2002) questionam a real eficiência dos equipamentos economizadores, considerando não só a redução do consumo de água, mas dando ênfase ao fator satisfação do usuário com os produtos e as inconveniências que esses podem trazer.

O desempenho, que está ligado não somente à durabilidade ou à capacidade de um componente exercer sua função adequadamente durante um período de utilização predefinido, mas também a compatibilização desse às exigências dos usuários, deve ser considerado para a constatação do sucesso de um programa. Uma avaliação negativa por parte do usuário fatalmente levará à descontinuidade do trabalho. Segundo Oliveira (1999), o objetivo da utilização de equipamentos economizadores deve ser de reduzir usos e desperdícios de água no sistema predial, no entanto sem diminuir o nível de conforto e higiene ou colocar em risco a saúde do usuário.

Diversos programas de avaliação de eficiência, baseados essencialmente na substituição de equipamentos convencionais por economizadores, na educação ambiental pública e na detecção e combate a vazamentos, foram realizados com sucesso em cidades americanas, podendo ser citadas Albuquerque (New México), Ashland (Oregon), Cary (North Carolina), Gallitzin (Pennsylvania), Gilbert (Arizona), Goleta (California), Houston (Texas), Santa Monica (California), Tampa (Florida), Wichita (Kansas) e Barrie (Ontario) (USEPA, 2002).

Salienta-se que o impacto de redução de consumo dessas experiências tende a ser superior ao alcançado em experiências brasileiras semelhantes, uma vez que nas instalações prediais norte-americanas há predominância de sistemas prediais diretos, que apresentam maiores pressões hidráulicas e conseqüentemente maiores vazões nos pontos de utilização. Ocorrendo uma maior vazão anteriormente à substituição do equipamento convencional por um modelo economizador, o impacto da redução do consumo tende a ser maior.

Alguns países da Europa, como a Escócia, a Inglaterra, a Irlanda do Norte e o País de Gales, que têm pouca água e já passaram por situações de escassez, também desenvolveram uma cultura da economia, sendo a utilização desses equipamentos bastante disseminada.

No Brasil, embora os equipamentos economizadores ainda sejam pouco conhecidos mesmo dentre os que comercializam equipamentos sanitários, existem algumas experiências com esses componentes. Merecem destaque aquelas iniciadas pela Companhia de Saneamento Básico de São Paulo (SABESP), em conjunto com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e com a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (EPUSP) que integram o Programa de Uso Racional da Água (PURA), realizado na região metropolitana de São Paulo. Esse programa, iniciado no ano de 1996, é constituído por 6 macro-projetos que abrangem questões de base tecnológica, de organização institucional e de programas de implantação em edifícios, tais como reuso e reciclagem de água, controle de evaporação de mananciais e controle de perdas.

Uma metodologia específica para implantação de programas de uso racional de água em edifícios de uso coletivo (denominado nível micro), como escolas, escritórios, hospitais e indústrias foi desenvolvida por Oliveira (1999). Essa metodologia é composta basicamente por 4 etapas:

- Etapa 1 - Auditoria do uso da água e diagnóstico do sistema - levantamento de dados, elaboração de plano de intervenção e monitoramento;
- Etapa 2 - Programa de redução de perdas - detecção, localização e correção de vazamentos, e monitoramento;
- Etapa 3 - Programa de redução do consumo - substituição de equipamentos convencionais por modelos economizadores, campanhas de conscientização e educativas;
- Etapa 4 - Avaliação final dos resultados - cálculo da redução do consumo e avaliação econômica.

A metodologia para implantação do PURA em hospitais foi aplicada por Yoshimoto *et. al.* (1999) em todo o Complexo Hospitalar do Hospital das Clínicas de São Paulo e, em especial, no Instituto do Coração do Hospital das Clínicas de São Paulo – InCor.

No Complexo do Hospital das Clínicas de São Paulo, que apresenta 13.980 leitos e uma população total de cerca de 52.000 pessoas (parcela flutuante: 38.000 pessoas), foram implantadas somente as etapas 1 e 2 da metodologia (de fev/97 a out/97), que consiste no levantamento de dados, elaboração de plano de intervenção, detecção, localização e correção de vazamentos nos sistemas, e monitoramento. A redução de consumo de água foi de 21%.

No Instituto do Coração – InCor, a metodologia foi implantada na íntegra, sendo que na etapa 3 foram instalados ou substituídos 149 chuveiros convencionais por chuveiros com regulador de vazão de 8L/min, 53 torneiras convencionais por torneiras eletrônicas, 86 torneiras convencionais por torneiras de fechamento automático, 24 registros de pressão dos mictórios por válvulas de fechamento automático, 142 arejadores de torneiras e 335 reguladores de

vazão para torneiras. Apesar de integrarem a etapa 3, não foram realizadas campanhas de conscientização e educativas. A redução de consumo de água observada após a implantação da metodologia foi de 28%. A avaliação econômica demonstrou que o investimento foi amortizado em aproximadamente 60 dias.

Também como parte do PURA, nos anos de 2000 e 2001 foram instalados equipamentos economizadores de água em algumas escolas municipais do estado de São Paulo. Os equipamentos demonstraram efetividade e proporcionaram rápido retorno do investimento, como pode ser observado na Tabela 3.5.

Tabela 3.5 - Resultados do PURA em escolas municipais de São Paulo - 2001

Escola Municipal	Nº de alunos	Redução do consumo*	Equipamentos utilizados	Tempo para amortização do investimento
Vital Brasil	346	73%	10 caixas acopladas 02 mictórios de fechamento automático 01 regulador vazão para chuveiro 22 torneiras de fechamento automático	6 meses
Cícero Porfírio Santos	889	18%	01 mictório de fechamento automático 41 torneiras de fechamento automático	10 meses
Antônio Pereira Santos	400	70%	34 torneiras de fechamento automático	2 meses
Padre Leonardo Nunes	240	34%	20 torneiras de fechamento automático	6 meses
Santos Dumont	286	28%	36 torneiras de fechamento automático	6 meses

*Redução observada um mês após a instalação dos equipamentos, em relação ao consumo médio.
Fonte: Mendonça e Valeri (2001)

Ainda no âmbito do PURA, outra experiência realizada foi a instrumentação dos pontos de utilização de dois banheiros (masculino/feminino) de um prédio de escritórios para monitorar o consumo de água em equipamentos sanitários convencionais e economizadores de água (BARRETO *et. al.*, 1999). A instrumentação utilizada consistiu de uma placa de aquisição de dados associada a um conjunto de sensores instalados nos pontos monitorados, ligados a um microcomputador e comandados por um programa. Após seis campanhas de medição, foram obtidos os resultados apresentados na Tabela 3.6. Pode-se observar que, quando comparados aos convencionais, os equipamentos economizadores em geral apresentaram um consumo de

água significativamente inferior. Como exceção, têm-se as torneiras de fechamento automático que, apesar de liberarem um volume de água por uso bem menor que o das torneiras convencionais, apresentaram elevado consumo médio devido à necessidade de um maior número de acionamentos.

Tabela 3.6 – Consumo médio de água nos equipamentos sanitários monitorados por Barreto *et.al.*, 1999.

Equipamento	Frequência de uso (n° de utilizações)	Volume médio por uso (litros/utilização)	Consumo médio (litros)
Torneira convencional	22	1,4	29,9
Torneira de fechamento automático	50	0,7	35,3
Torneira foto-elétrica	61	0,4	25,0
Válvula de descarga convencional para bacia sanitária	12	8,4	96,8
Caixa de descarga acoplada à bacia sanitária	10	6,4	64,8
Válvula de descarga convencional para bacia sanitária instalada em mictório	60	0,7	41,6
Válvula de descarga para mictório	43	0,5	19,5

Fonte: Barreto et. al., 1999 (modificado)

No ano de 1998, a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo - CEAGESP, Entrepósito Terminal de São Paulo, assinou um convênio com a SABESP para implantação do PURA. O programa envolveu detecção de vazamentos, reparos e palestras de conscientização e treinamento, além da substituição de equipamentos hidráulicos convencionais por modelos economizadores de água, como torneiras, registros e válvulas de fechamento automático antivandalismo. A redução de consumo alcançada em dois anos (de 1998 a 2000) foi de 252.331m³ (cerca de 32%), que corresponde a uma economia de R\$ 1.830.515,00 (DOCOL, 2003). Na Tabela 3.7 são citadas outras experiências realizadas através do PURA e os resultados alcançados.

Tabela 3.7– Experiências realizadas no PURA

Empreendimento	Ações implementadas	Dispêndio total	Redução do consumo	Retorno do investimento
----------------	---------------------	-----------------	--------------------	-------------------------

Cozinha Industrial Sede SABESP	Detecção e conserto de vazamentos Instalação de equipamentos economizadores (1 torneira de acionamento por pedal, 5 arejadores e 2 chuveirinhos) Campanha educativa	R\$ 500,00	65%	16 dias
Condomínio Jardim Cidade Moema - SP	Detecção e correção de vazamentos	R\$ 4.000,00	28%	2 meses
Cozinha da Ford	Detecção e correção de vazamentos Instalação de equipamentos economizadores (torneiras de fechamento automático, válvulas de fechamento automático no mictórios e parte dos chuveiros, bacias sanitárias VDR com válvula de descarga de ciclo fixo)	-	35%	4,5 meses
E. E. P. S. Fernão Dias	Detecção e correção de vazamentos Instalação de equipamentos economizadores: 31 torneiras de fechamento automático 2 mictórios individuais com válvula de descarga de fechamento automático	R\$ 4.600,00	95%	4 dias

Fonte: SABESP, 2004 (modificado), Oliveira (1999)

Além da atuação no nível micro, relativo aos programas de uso racional de água em edifícios de uso coletivo, o PURA também atua no nível meso, correspondente aos sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto, principalmente sob encargo da SABESP. O objetivo é diminuir as demandas horárias de distribuição de água e de coleta de esgoto como alternativa mais viável do que a ampliação de rede e estações de tratamento.

Outra iniciativa brasileira que merece destaque é o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), instituído em abril de 1997 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento através de sua Secretaria de Política Urbana e em convênio com a Fundação para Pesquisa Ambiental – FUPAM e a Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Seu objetivo é definir e implantar um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais que contribuam para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas. (SILVA *et. al.*, 1998).

Esse programa resultou na elaboração de 25 Documentos Técnicos de Apoio, sendo 16 elaborados na Fase I (1997), 4 na Fase II (1998 e 1999) e 5 na Fase III (2003), além da revisão de 4 documentos já existentes. Os documentos se agruparam em três grandes temas:

planejamento e gestão/gerenciamento da demanda, conservação nos sistemas públicos e conservação nos sistemas prediais. A retomada do programa, em sua Fase III, ocorreu através de um convênio entre o Ministério das Cidades/SNSA (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental) e a FUSP (Fundação de Apoio à Universidade de São Paulo) (SCHMIDT, 2004).

Também se observam iniciativas isoladas, como a da SECOVI-SP (Sindicato de Imobiliárias e Construtoras do Estado de São Paulo), que tem um fórum permanente para a discussão do uso racional da água, objetivando convencer as construtoras e incorporadoras a projetar empreendimentos ambientalmente corretos e ganhar com esse diferencial.

Apesar da inexistência de incentivos econômicos ou fiscais para a instalação de equipamentos sanitários economizadores de água, alguns grandes consumidores optaram pela substituição de equipamentos convencionais e obtiveram uma significativa economia não só de água, como também de dispêndio com as tarifas a serem pagas, conforme apresentado na Tabela 3.8 (VIVEIROS e IWASSO, 2003).

Diversos países já implantaram políticas públicas de incentivo à instalação de equipamentos economizadores e/ou tornaram obrigatória a utilização desses sistemas. Segundo Viveiros e Iwasso (2003), essa iniciativa já foi adotada pelos governos de Nova York, Los Angeles e Cidade do México. Nessas cidades foram implementadas leis e políticas de isenção tributária, e incentivos financeiros para a troca dos equipamentos.

Tabela 3.8 – Grandes consumidores que adotaram equipamentos economizadores de água

Empreendimento	Equipamentos instalados	Dispêndio total	Retorno do investimento
Rede de hotéis Íbis	391 bacias sanitárias (6,8 litros) 391 arejadores para torneiras 391 reguladores de vazão	R\$ 19.941,00	2 meses
Indústria Perdigão	64 arejadores para torneiras	R\$ 627,00	3 meses
Escola Politécnica da USP	torneiras de fechamento automático mictórios de fechamento automático	R\$ 1.800,00	1 mês

Shopping Jardim Sul (SP)	21 bacias sanitárias (6,8 litros) 22 torneiras de fechamento automático 12 mictórios de acionamento por sensor	R\$ 19.477,00	4 meses
ABB - Multinacional do ramo da engenharia	150 bacias sanitárias (6,8 litros)	R\$ 15.000,00	5,5 meses

Fonte: Viveiros e Iwasso, 2003.

O governo da Cidade do México criou no ano de 1985 uma lei que obrigava a produção de bacias sanitárias mais econômicas, sendo que em 1991 a comercialização dos modelos convencionais foi proibida. No ano de 1994, quando atravessava uma crise de abastecimento, Nova York lançou uma política de incentivos para troca de bacias sanitárias, o que levou a uma redução de 30% da demanda de água após três anos. Os custos do projeto não ultrapassaram 5% do que se previa gastar com a busca de novas fontes de água a cerca de 300km da cidade. Também na Califórnia, estado americano que apresenta sérios problemas de escassez de água, adotou-se a redução de impostos municipais e estaduais para os fabricantes e comerciantes que priorizassem os equipamentos econômicos.

No Brasil, apesar de não existirem incentivos, há um projeto de lei federal (THAME, 2002) que “Institui diretriz sobre a obrigatoriedade de implantação de programas de racionalização do uso da água” e estabelece a instalação de equipamentos hidráulicos menos consumistas como orientação para todas as cidades brasileiras. Em Curitiba, Paraná, já vigora uma lei que obriga os novos prédios a preverem hidrômetros individuais e a instalação de equipamentos hidráulicos mais eficientes. Cidades como Aracaju, Campos Grande, Brasília e Florianópolis também têm leis semelhantes (VIVEIROS e IWASSO, 2003).

Conforme pode ser verificado na revisão da literatura apresentada, não foram encontrados registros sobre a utilização de equipamentos economizadores em residências de famílias de baixa renda, sendo essa uma das motivações para a abordagem do tema neste trabalho.

4 – MATERIAL E MÉTODOS

“O caminho é o que importa, não o seu fim.
Se viajar depressa demais, vai perder
aquilo que o fez viajar”

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Descrição da área de estudos

A área de estudo do presente trabalho é o bairro popular Capitão Eduardo, localizado na região Nordeste de Belo Horizonte (Figura 4.1), onde foram estudadas residências de famílias de baixa renda e uma escola pública de ensino fundamental.



Figura 4.1 – Localização do bairro Capitão Eduardo no município e vista geral

Para uma primeira aproximação com os moradores, lideranças e representantes de entidades do bairro, buscou-se contato com a gerente do posto de saúde municipal e com a diretora da escola. Para elas foram explicados os procedimentos e objetivos da pesquisa e solicitado o apoio para realização e divulgação da presença do trabalho no bairro. Visitou-se ainda a Igreja Católica do bairro e, na oportunidade, foi feita a divulgação da pesquisa para membros da comunidade.

Tendo seu povoamento iniciado há cerca de 20 anos, segundo moradores, o bairro originou-se da Fazenda Capitão Eduardo e teve sua ocupação realizada através de apropriação de áreas não parceladas.

Apesar do tempo de existência, da infra-estrutura disponibilizada pela administração municipal e pelas concessionárias de serviços básicos do Estado, o bairro ainda não “existe oficialmente”, sendo que mais de 800 famílias só obtiveram as certidões de propriedade territorial das áreas que habitam em dezembro de 2003.

A natureza bastante presente, inclusive com animais silvestres e o Rio das Velhas ao fundo, a hospitalidade e a tranquilidade aparente do local contrastam com a simplicidade e muitas vezes precariedade com que vivem diversos moradores.

Com moradores mobilizados, o Capitão Eduardo apresenta, além da Associação de Bairro, uma sede do Projeto Curumim, uma creche, uma unidade do Centro de Vivência Agroecológica (CEVAE) e um posto de saúde municipal. Lideranças do bairro, apoiadas por agentes de saúde, realizam atividades diversificadas junto à comunidade, como organização de hortas para segurança alimentar, “farmácia verde” com plantas medicinais e oficinas de artesanato.

Na Escola Municipal Governador Ozanan Coelho (EMGOC) é ministrado o ensino fundamental. Com atividades acadêmicas nos 3 turnos, a escola tem 990 alunos matriculados da educação infantil à 8ª série, incluindo a educação para jovens e adultos (EJA), e conta com 70 funcionários, dentre professores, serviços gerais e administrativos. Com uma área de

aproximadamente 2.900m², a escola apresenta em suas instalações 16 salas de aula, cantina, biblioteca, almoxarifado, diretoria, secretaria, sala dos professores, banheiro feminino e banheiro masculino para os alunos, banheiro feminino e banheiro masculino para os professores, banheiro para os funcionários de serviços gerais, quadra de areia descoberta, quadra poliesportiva coberta, além de pátio de estacionamento e recreação. A escola apresenta ainda uma horta e um jardim.

Atualmente com cerca de 4.000 habitantes e 1.000 residências, segundo o Censo BH Social, o bairro apresenta as seguintes características:

- Residências em alvenaria	99,8 %
- Residências atendidas com energia elétrica	99,7 %
- Residências com coleta de lixo oficial	97,0 %
- Residências com instalação sanitária própria	92,7 %
- Residências atendidas com rede de esgoto oficial.....	74,6 %
- Residências com abastecimento de água por rede oficial	97,8 %
- População masculina	50,3 %
feminina	49,7 %
- População de 0 a 14 anos	27,1 %
de 15 a 39 anos.....	61,3 %
de 40 anos ou mais	11,6 %
- Crianças de 7 a 14 anos na escola	77,3 %
- Pessoas de 15 anos ou mais alfabetizadas	95,8 %

O bairro Capitão Eduardo foi escolhido para realização da pesquisa por apresentar, segundo a Empresa de Informática e Informação do Município de Belo Horizonte (PRODABEL, 2000), a menor renda média mensal do chefe da família do município de Belo Horizonte (US\$ 60,53). Os domicílios nele localizados são atendidos continuamente com abastecimento de água pela Companhia de Saneamento de Minas Gerais – COPASA e, segundo informação da própria companhia de saneamento, o consumo do bairro se divide em 95,9% residencial, 3,0% público, 1,0% comercial e 0,1% industrial, confirmando a importância dos consumidores residenciais.

4.2 Equipamentos economizadores adotados

Diversos são os componentes economizadores disponíveis no mercado que apresentam utilização consagrada, principalmente dentre os grandes consumidores dos setores industrial e comercial, podendo ser citados as bacias sanitárias com caixa acoplada, as bacias sanitárias de volume reduzido, os reguladores de vazão para chuveiro, as torneiras hidromecânicas ou de fechamento automático, os arejadores adaptáveis às torneiras convencionais, os reguladores de vazão para torneiras convencionais, as válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão, as de ciclo fixo e as caixas de descarga de embutir.

No presente trabalho optou-se por adotar torneiras de fechamento automático para lavatórios, reguladores de vazão para torneiras convencionais de lavatório, válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão e caixa de descarga de embutir. A descrição dos equipamentos e a justificativa da opção por cada um deles são apresentadas a seguir.

4.2.1 Torneiras de fechamento automático

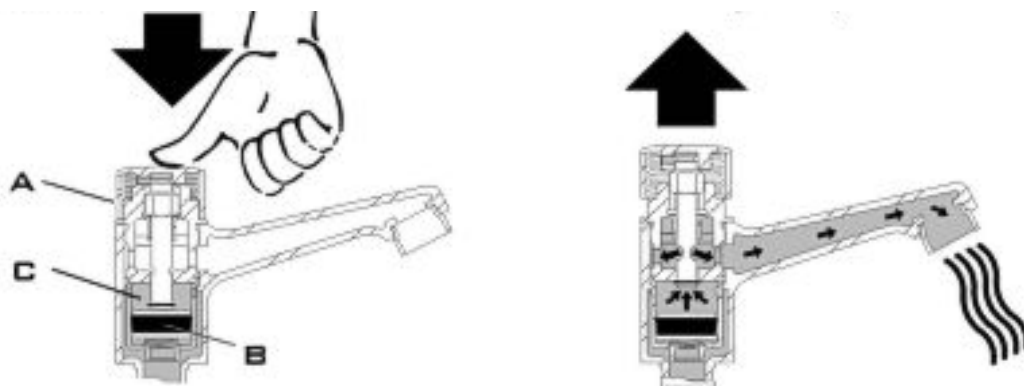
Optou-se pela utilização deste sistema para a realização do estudo em residências de famílias de baixa renda, embora se suponha que a instalação de torneiras de fechamento automático (Figura 4.2) em banheiros de edifícios residenciais mostra-se inadequada aos diferentes tipos de usos em lavatórios nessa tipologia de edifício, que demandam diferentes vazões e tempos de utilização, funções pré-definidas nesse tipo de torneira.



Figura 4.2 -Torneira de fechamento automático.

Fonte: FABRIMAR (2003)

O modelo escolhido para utilização no trabalho apresenta uma peculiaridade em seu funcionamento que o distingue dos demais pesquisados no mercado: ao contrário da maioria das torneiras de fechamento automático, que liberam o fluxo de água enquanto são acionadas, essas só liberam água após cessar a pressão de acionamento. Esse mecanismo, ilustrado na Figura 4.3, contribui para um melhor aproveitamento da água e uma maior economia, uma vez que não é possível que se mantenha o fluxo contínuo de água através da pressão sobre a torneira. Esse modelo também permite a variação do tempo de abertura no próprio equipamento, através de uma chave adequada.



“A” – Botão de acionamento

“B” – Êmbolo

“C” – Câmara de água

Figura 4.3 – Esquema de funcionamento das torneiras utilizadas

Fonte: FABRIMAR (s.d.)

4.2.2 Reguladores de vazão para torneiras convencionais de lavatório

Os reguladores de vazão para torneira são dispositivos rígidos ou flexíveis (Figura 4.4) projetados para a ligação dessa ao “ponto de água” existente na parede. Substituindo os “flexíveis” ou “rabichos”, os reguladores apresentam um registro que permite regular a vazão da torneira “de mesa”, especialmente em locais com alta pressão, levando à economia do consumo. O registro possibilita ainda fechar a água da torneira para reparos, independente do restante do banheiro.

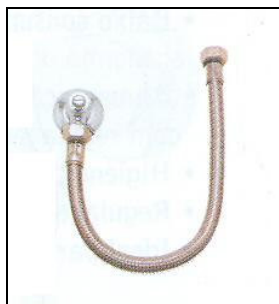


Figura 4.4 – Regulador de vazão para torneiras
Fonte: FABRIMAR (2003)

Optou-se por adotar esse sistema devido ao seu baixo custo de aquisição, facilidade de instalação e manutenção, e ao reduzido número de registros encontrados na literatura sobre seu estudo e utilização.

4.2.3 Válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão

As válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão (Figura 4.5) apresentam sistema que permite a variação da vazão liberada durante o acionamento, possibilitando a otimização do menor consumo água e a adequada limpeza da bacia sanitária.



Figura 4.5 – Válvula de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão
Fonte: FABRIMAR (2003)

Apesar de exigirem maiores intervenções no sistema do que as torneiras de fechamento automático ou os reguladores de vazão para torneiras, como a quebra de revestimento com azulejo, é recomendada a substituição das válvulas convencionais por modelos mais econômicos principalmente para uso público, uma vez que as bacias sanitárias com caixa de descarga são ainda frágeis para esse tipo de utilização. A opção justifica-se também pelo reduzido número de registros encontrados na literatura sobre o estudo desse equipamento, já que válvulas de descarga em geral são consideradas a priori como grandes consumidoras de água.

4.2.4 Caixa de descarga de embutir

A caixa de descarga sanitária de embutir (Figura 4.6) de acionamento frontal para instalação elevada em paredes de alvenaria convencional proporciona descargas de alta vazão (1,8 L/s), levando a uma maior eficiência na limpeza da bacia sanitária.

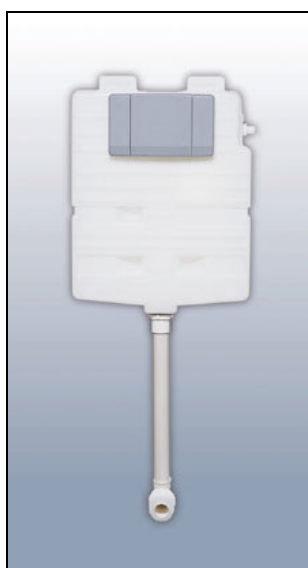
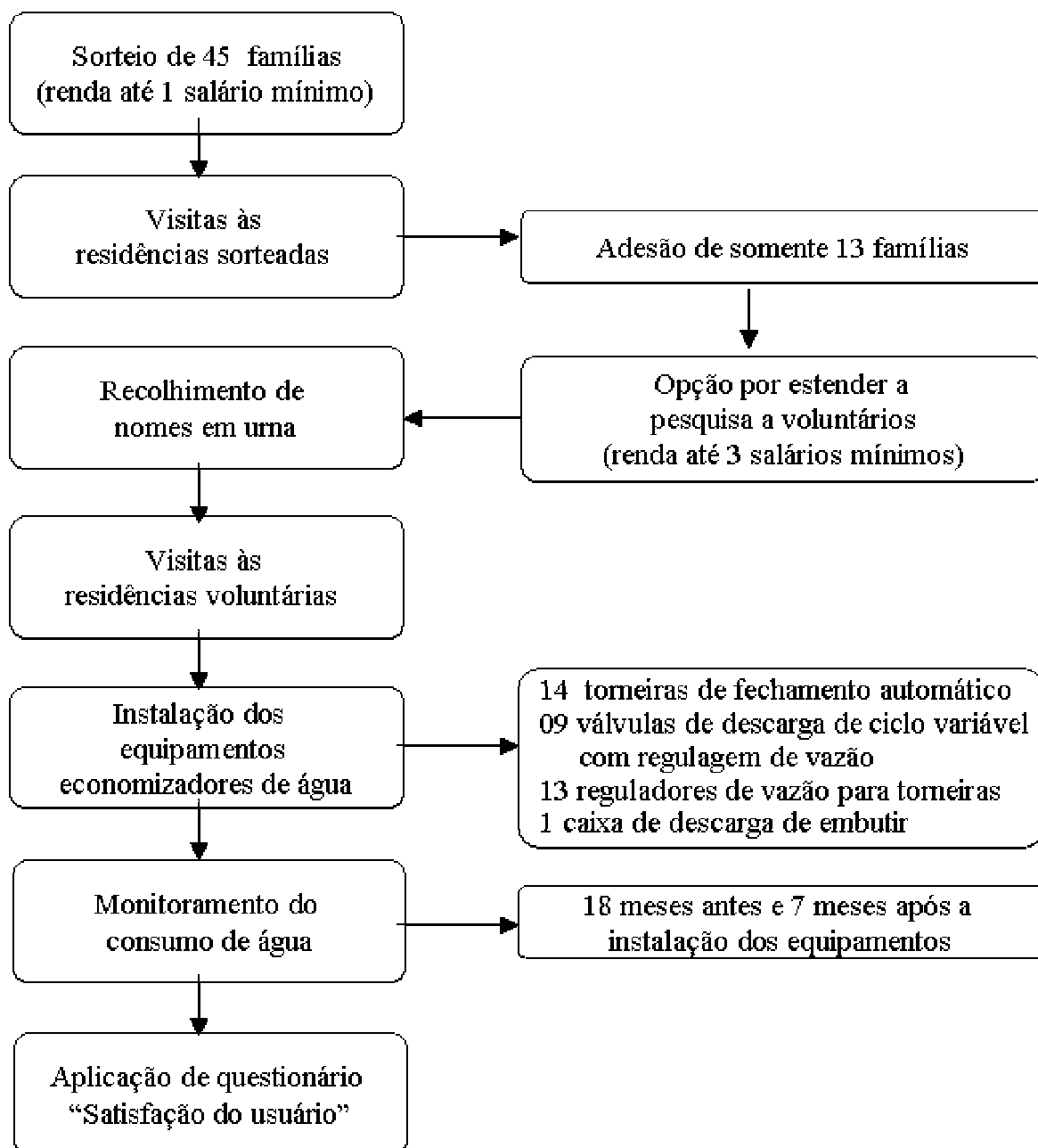


Figura 4.6– Caixa de descarga de embutir
Fonte: MONTANA HIDROTÉCNICA (s.d.)

Optou-se por sua adoção, apesar de se dispor apenas de uma amostra, por esse ser um dispositivo ainda muito pouco conhecido e utilizado no Brasil e sobre o qual também se têm poucos registros.

4.3 Estudo nas residências

4.3.1 Fluxograma – Estudo nas residências



4.3.2 Seleção das residências e instalação dos equipamentos economizadores de água

Foram instalados sistemas hidráulicos economizadores de água no período de 28/06/04 a 18/07/04, em 37 residências de famílias de baixa renda do bairro Capitão Eduardo, sendo 14 torneiras de fechamento automático, 9 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão, 13 reguladores de vazão para torneiras convencionais de lavatório e 1 caixa de descarga de embutir (Figura 4.7).

Os domicílios do bairro são abastecidos continuamente com água pela COPASA, sendo o fornecimento interrompido somente para manutenções no sistema de abastecimento. Por representar relevância para a fidedignidade dos dados gerados pela pesquisa, as interrupções ocorridas durante o período pesquisado foram levantadas junto à Companhia de Saneamento e incluídas na análise final. Considerou-se que, mesmo que haja armazenamento de água no reservatório domiciliar durante as paralisações do fornecimento, o consumo tende a ser diferenciado nestes dias.

Inicialmente, a escolha das famílias foi realizada através de sorteio (amostragem aleatória) dentre aquelas que apresentavam renda mensal de até um salário mínimo (cerca de 16% da população do bairro, segundo o Censo Social BH), instalação sanitária própria e abastecimento de água pela COPASA. As famílias sorteadas foram visitadas, responderam ao Questionário de Caracterização (Anexo 01) e receberam esclarecimento sobre a "tarifa social". Foram eliminadas as residências que não apresentavam hidrômetro individual ou uma única instalação sanitária, composta de lavatório com torneira e/ou bacia sanitária com válvula de descarga.

Numa segunda visita às residências aptas, foram esclarecidos os procedimentos e objetivos da pesquisa e solicitado o consentimento para instalação dos equipamentos. Como somente 13 famílias consentiram a instalação, optou-se por estender a pesquisa a famílias voluntárias do bairro, que apresentassem renda de até 3 salários mínimos, com hidrômetro individual e uma única instalação sanitária, composta de lavatório com torneira e/ou bacia sanitária com válvula de descarga. Estavam ainda disponíveis para instalação, 24 comandos hidráulicos economizadores

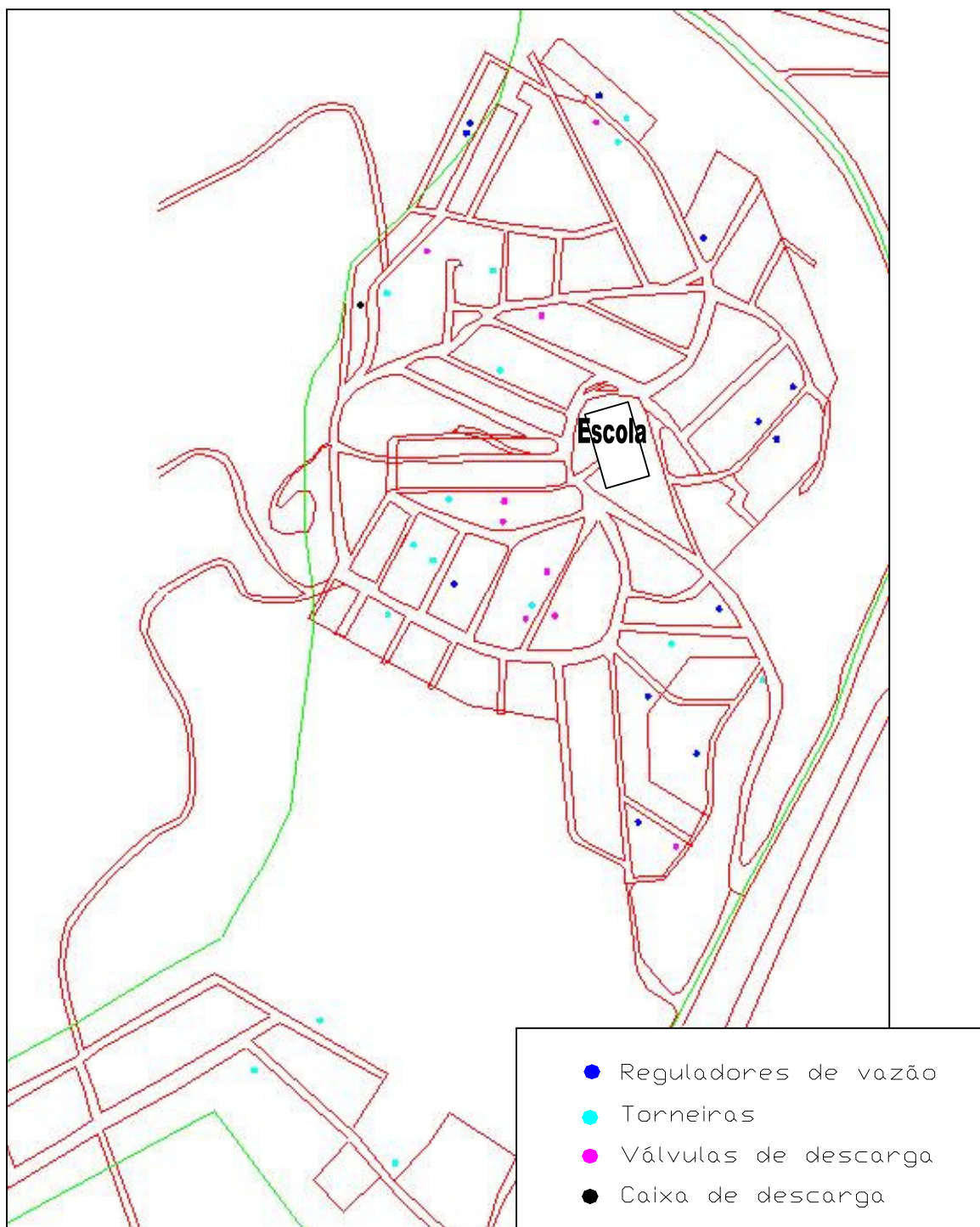


Figura 4.7 – Bairro Capitão Eduardo – Localização das residências participantes
Fonte: COPASA (modificado)

de água, sendo 8 torneiras de fechamento automático, 8 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão, 7 reguladores de vazão para torneiras convencionais de lavatório e 1 caixa de descarga de embutir. Nesta primeira etapa, a definição de qual equipamento seria instalado em cada uma das residências participantes foi realizada através de sorteio. A busca dos voluntários foi realizada através de visitas a grupos de convivência existentes no bairro, visando esclarecer o projeto e promover a divulgação da pesquisa. Foram ainda afixados cartazes no comércio e em instituições locais (escola, creche, posto de saúde, armazém) convocando possíveis voluntários a deixar nome e endereço em urna colocada na padaria do bairro.

As famílias voluntárias foram visitadas para esclarecimento dos procedimentos e objetivos da pesquisa, averiguação dos requisitos exigidos e do real interesse de participação. Aquelas consideradas aptas responderam ao Questionário de Caracterização e receberam esclarecimento sobre "tarifa social". Já nesta segunda etapa do trabalho, as famílias voluntárias puderam escolher o equipamento a ser instalado na residência, segundo a disponibilidade existente. Adotou-se esse procedimento diferenciado na tentativa de incentivar a participação dos moradores e obter o número de voluntários desejado. Concluída a seleção das famílias participantes (cerca de 3,7% das residências do bairro), ocorreu a instalação dos 37 equipamentos e iniciou-se então o período de monitoramento.

4.3.3 Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências

O consumo de água de cada residência foi levantado 18 meses antes e 7 meses após a instalação dos equipamentos economizadores, através do registro de leituras fornecido pela COPASA e de leituras do hidrômetro.

A fim de se avaliar o histórico do consumo de água nas residências e as possíveis alterações desse consumo após as instalações dos equipamentos, optou-se por utilizar o Indicador de Consumo de Água – IC (Oliveira, 1999). Denomina-se Indicador de Consumo de Água – IC (Equação 4.1), a relação entre o volume de água consumido em um determinado período e o número de agentes consumidores desse período. O indicador visa evitar uma avaliação errônea que poderia ocorrer se fossem comparados apenas os consumos mensais médios, uma

vez que a variação do número de agentes consumidores tende a gerar uma variação de consumo, mas não leva necessariamente a um aumento ou uma diminuição real desse consumo.

Para efeito comparativo, esse indicador foi calculado para o período histórico anterior à instalação – ICh e para o período pós-instalação – ICpi, através da média aritmética dos valores médios mensais de cada período. No cálculo foram desconsiderados os valores médios mensais de IC fora do intervalo dado pela Equação 4.2.

$$IC = \frac{\text{Consumo.de.água.no.período}}{N \text{ o.de.agentes.consumidores} \times \text{Período.de.atividades}} \quad (\text{Equação 4.1})$$

$$\text{Intervalo} = \text{Média.aritmética} \pm 2 \times \text{Desvio.padrão} \quad (\text{Equação 4.2})$$

Segundo Oliveira (1999), é recomendado estabelecer um período mínimo de 12 meses para a formação do histórico devido a probabilidade do consumo de água variar no decorrer das estações do ano, caracterizando o fenômeno da sazonalidade. No presente estudo foram considerados os 18 meses anteriores à instalação dos equipamentos, sendo que o histórico do consumo de água mensal nas residências, de dez/02 a jul/ 04, foi fornecido pela COPASA.

Para realização do cálculo do Indicador de Consumo Histórico – ICh, considerou-se também o número de moradores de cada residência nos anos de 2003 e de 2004, informado no Questionário de Caracterização. Como período de consumo foi considerado o número total de dias entre leituras realizadas de dez/02 a jun/04, sendo descartados somente os dias de paralisação no fornecimento de água.

4.3.4 Aferição das torneiras de fechamento automático

Todos os equipamentos foram instalados com a “regulagem de fábrica”. No entanto, como o comportamento mostrou-se diverso, inclusive dentro do mesmo grupo, decidiu-se aferir os dados fornecidos pelo fabricante. Devido a dificuldades técnicas, essa aferição somente foi possível nas torneiras de fechamento automático, onde se verificou o tempo médio de acionamento. Segundo informação do fabricante, a regulagem de fábrica seria de cerca de 6 segundos.

A medição das vazões foi realizada acionando-se a torneira e recolhendo em um recipiente a água disponibilizada, enquanto cronometrava-se o tempo gasto para a realização do procedimento. Assim a vazão obtida foi a razão entre o volume de água, medido em proveta graduada e o tempo de acionamento da torneira. O procedimento foi repetido 3 vezes para cada torneira, registrando-se a vazão média.

4.3.5 Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água

Foi realizada a análise econômica da relação “instalação de equipamentos economizadores x economia de água alcançada”, utilizando-se o critério do tempo de retorno do investimento atualizado (*Payback* atualizado) para o cálculo do tempo de retorno, representado pelo número de períodos (dias, meses, anos) necessários para recuperar o investimento em um determinado projeto. Pela Equação 4.3, obtém-se os fluxos de benefício atualizados.

$$FA = \frac{B}{(1+r)^t} \quad \text{(Equação 4.3)}$$

na qual:

B = fluxo de benefício (R\$)

FA = fluxo de benefício atualizado (R\$)

r = taxa de juros (%)

t = tempo de retorno (dias, meses, anos)

O fluxo de benefício (B) será o valor mensal economizado no pagamento da conta de água, calculado com base no volume de água economizado e nas tarifas vigentes da companhia de saneamento, e a taxa de juros (r) terá um valor estimado de acordo com a situação econômica

do país. Vale a pena ressaltar ainda que o valor do volume de água deverá ser multiplicado por dois para considerar o recolhimento do volume de esgoto em rede, cujo custo está incluso na tarifa cobrada por metro cúbico de água.

Calcula-se o custo total da substituição dos equipamentos economizadores – VT (valor dos equipamentos, mão-de-obra, insumos) e a partir da Equação 4.3, monta-se tabela semelhante à Tabela 4.1. O tempo de retorno do investimento será o número de períodos necessários para retornar o investimento.

Tabela 4.1 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na Instalação dos equipamentos

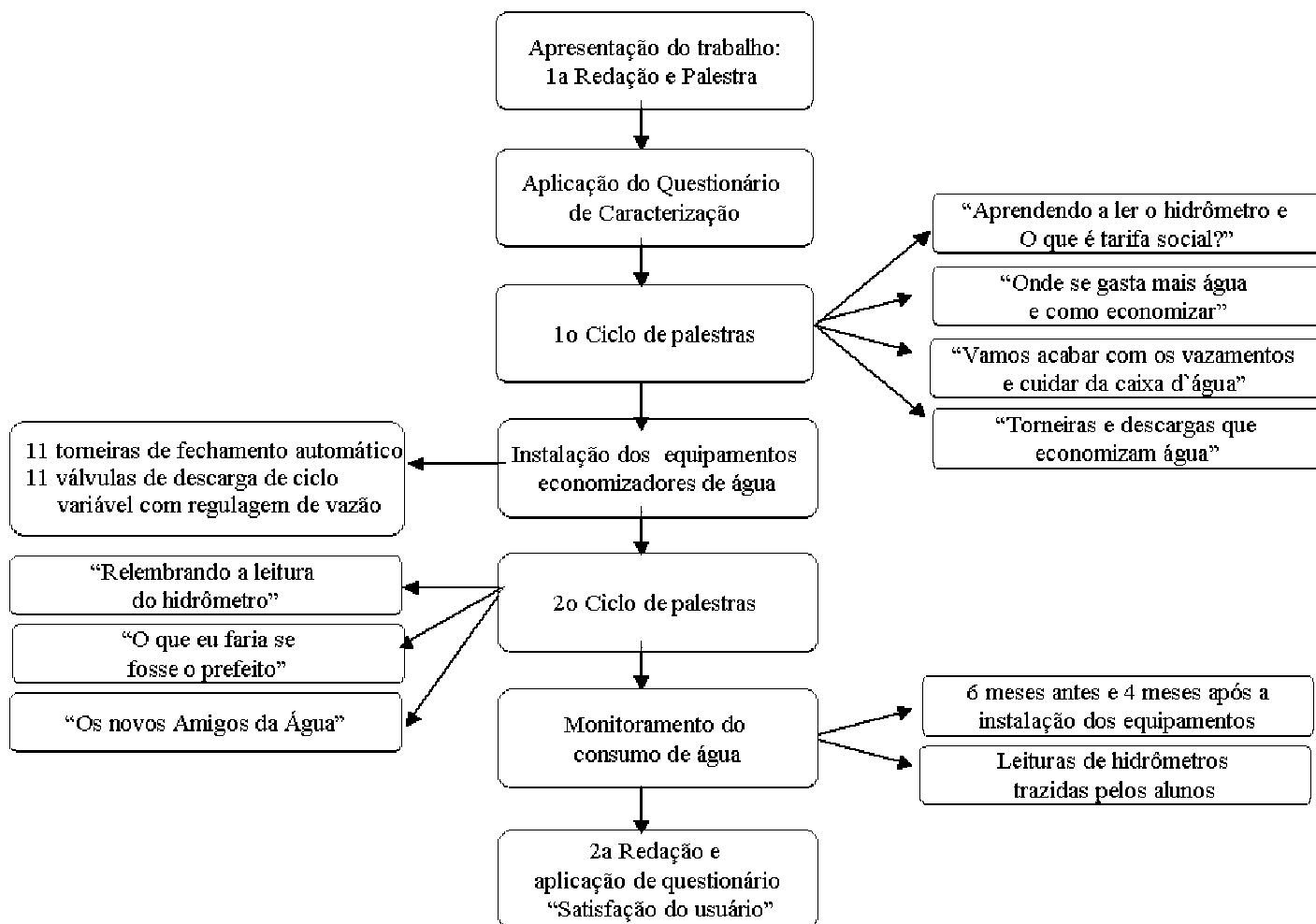
Tempo de retorno – t (meses)	Custo total da instalação dos equipamentos economizadores – VT (R\$)	Fluxo de benefício atualizado - FA (R\$)
0	- VT	-
1	-	+ FA1
2	-	+ FA2
3	-	+ FA3
...	-	...
t	-	+FA _t

4.3.6 Avaliação da satisfação do usuário

Ao término das observações mensais de consumo, foi aplicado um novo questionário (Anexo 02) às famílias participantes da pesquisa, a fim de se avaliar a satisfação dessas em relação aos equipamentos utilizados, conforme recomendado por Mayer *et. al.* (2002).

4.4 Estudo na escola de ensino fundamental

4.4.1 Fluxograma – Estudo na escola de ensino fundamental



4.4.2 Educação ambiental

O trabalho de educação ambiental foi realizado junto às 270 crianças da 3ª à 5ª séries da Escola Municipal Governador Ozanan Coelho (Figura 4.6), onde é ministrado o ensino fundamental no bairro Capitão Eduardo.



Figura 4.6 – Escola Municipal Governador Ozanan Coelho

Inicialmente (1ª etapa - mar/04), os alunos realizaram redações em classe com o tema “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor”, com a finalidade de avaliar se o problema da escassez de água já apresentava importância para eles. Os professores que solicitaram as redações foram instruídos para que não dessem nenhuma orientação aos alunos, evitando assim que pudessem exercer influência na abordagem de cada um. Ao final do trabalho (2ª etapa - dez/04) o tema foi novamente apresentado para verificar se houve modificação nas citações dos alunos, de maneira especial naquelas relacionadas à pesquisa.

A apresentação do projeto aos alunos foi feita através de palestra intitulada “Vamos cuidar da água?” (Figura 4.8), que abordou o problema da falta de água e a importância do uso racional dessa. “Vamos cuidar da água?” foi a palavra de ordem adotada em todo o trabalho de educação ambiental. Os alunos foram divididos em dois grupos de aproximadamente 150 crianças e o evento, realizado na quadra coberta da escola, teve duração de 30 minutos para cada grupo.

A seguir, todas as turmas da escola foram visitadas e os 990 alunos matriculados receberam um Questionário de Caracterização (Anexo 01), que foi respondido juntamente com os pais ou responsáveis. A aplicação do questionário objetivou diagnosticar a comunidade através dos alunos da escola, que representam cerca de 25% dos moradores do bairro.

Na semana de comemoração ao “Dia Internacional da Água”, os alunos (da educação infantil à 8ª série) participaram de atividades pedagógicas intra e extra-classe, como confecção de faixas e cartazes, jogral, peça de teatro (intitulada “Água é vida”) e passeata, que abordaram a importância da água e do combate ao desperdício. A motivação partiu da coordenação pedagógica e dos próprios professores, principalmente os que atuam junto à 3ª, 4ª e 5ª séries.



Figura 4.8 - Transparências da 1ª palestra

Dando continuidade aos trabalhos, foi realizado um ciclo de 4 palestras (Figura 4.9), ministradas em cada uma das 9 salas de aula, com duração de 15 minutos, no período de 27/04/04 a 15/06/04. Os temas abordados e o objetivo desses foram:

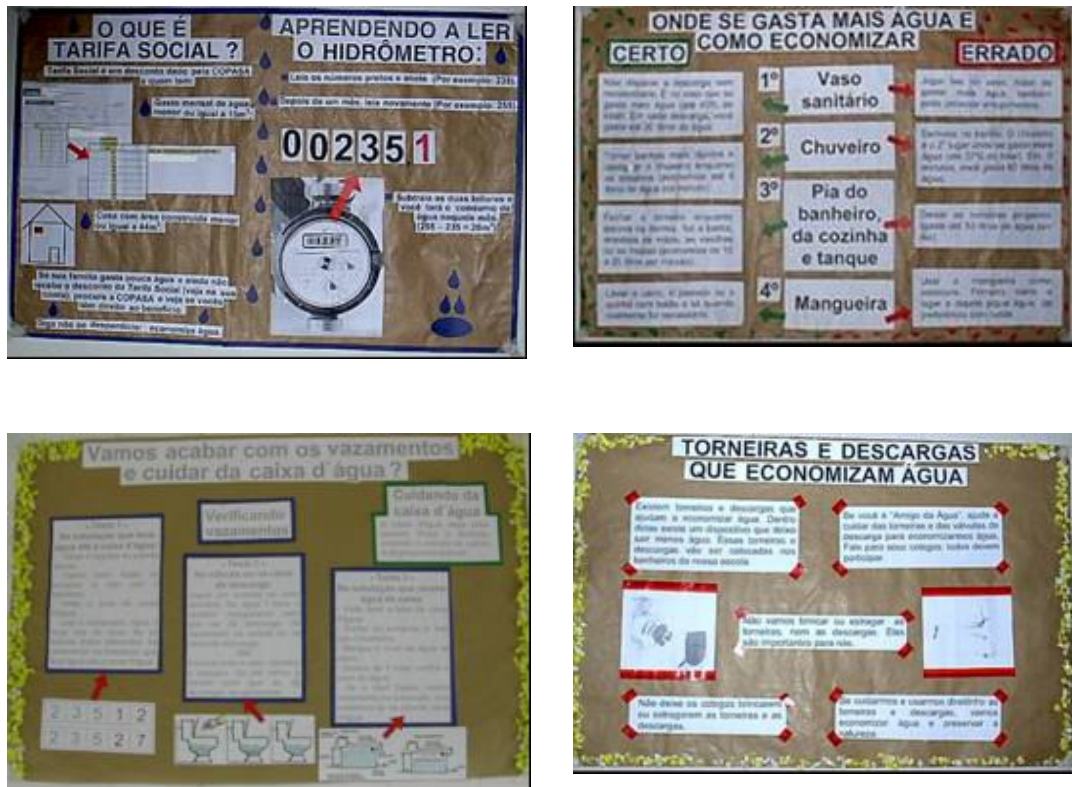


Figura 4.9 - Cartazes utilizados no ciclo de palestras

- “Aprendendo a ler o hidrômetro e O que é *tarifa social*?”: demonstrar às crianças como deve ser feita a leitura do hidrômetro de suas residências para acompanhar o consumo de água e levar aos pais o conhecimento do benefício da ‘tarifa social’, oferecido pela companhia de saneamento;
- “Onde se gasta mais água e como economizar”?: informar às crianças quais são os pontos de maior consumo de água em uma residência e que cuidados podem ser tomados para redução desse consumo;
- “Vamos acabar com os vazamentos e cuidar da caixa d`água”?: explicar às crianças lições simples de detecção de vazamentos, especialmente os ‘invisíveis’, através de uma ‘casinha modelo’ (Figura 4.10) e cuidados básicos a serem tomados com as caixas d`água;

- “Torneiras e descargas que economizam água”: informar as crianças sobre a existência de equipamentos economizadores de água e também da intenção de instalá-los na escola. Esta foi a fase seguinte da pesquisa.

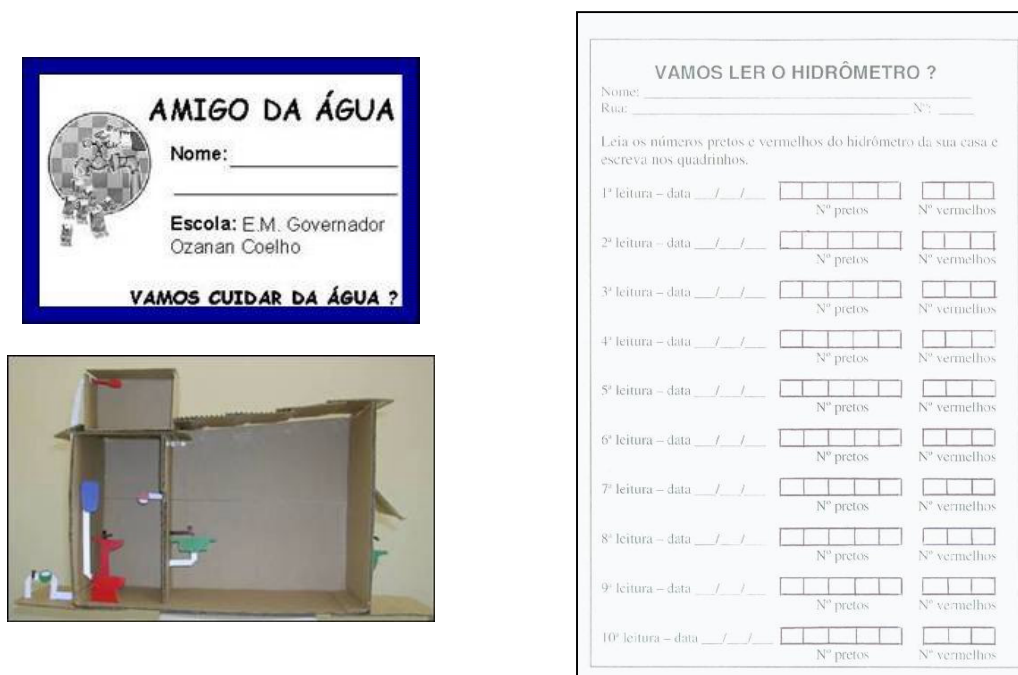


Figura 4.10 - Carteirinha de "Amigo da Água", 'casinha modelo', folheto para registro de leituras

Em cada palestra foi distribuído um folheto-resumo (Figura 4.11), que as crianças levaram para casa com o objetivo de que o trabalho e as informações pudessem também chegar aos pais. Na primeira palestra foi dada aos alunos uma “carteirinha de Amigo da Água”, objetivando aumentar o interesse pela questão. Foi ainda explicado e solicitado aos alunos que lessem os hidrômetro de suas residências a cada palestra, para acompanhamento do consumo. As leituras foram registradas em folheto fornecido às crianças.

Um segundo ciclo de 3 encontros com as crianças foi realizado no período de 27/10/04 a 23/11/04, a fim de se fazerem novas leituras do hidrômetro e avaliar o impacto da interrupção/retorno do trabalho de educação ambiental. Os temas abordados foram:

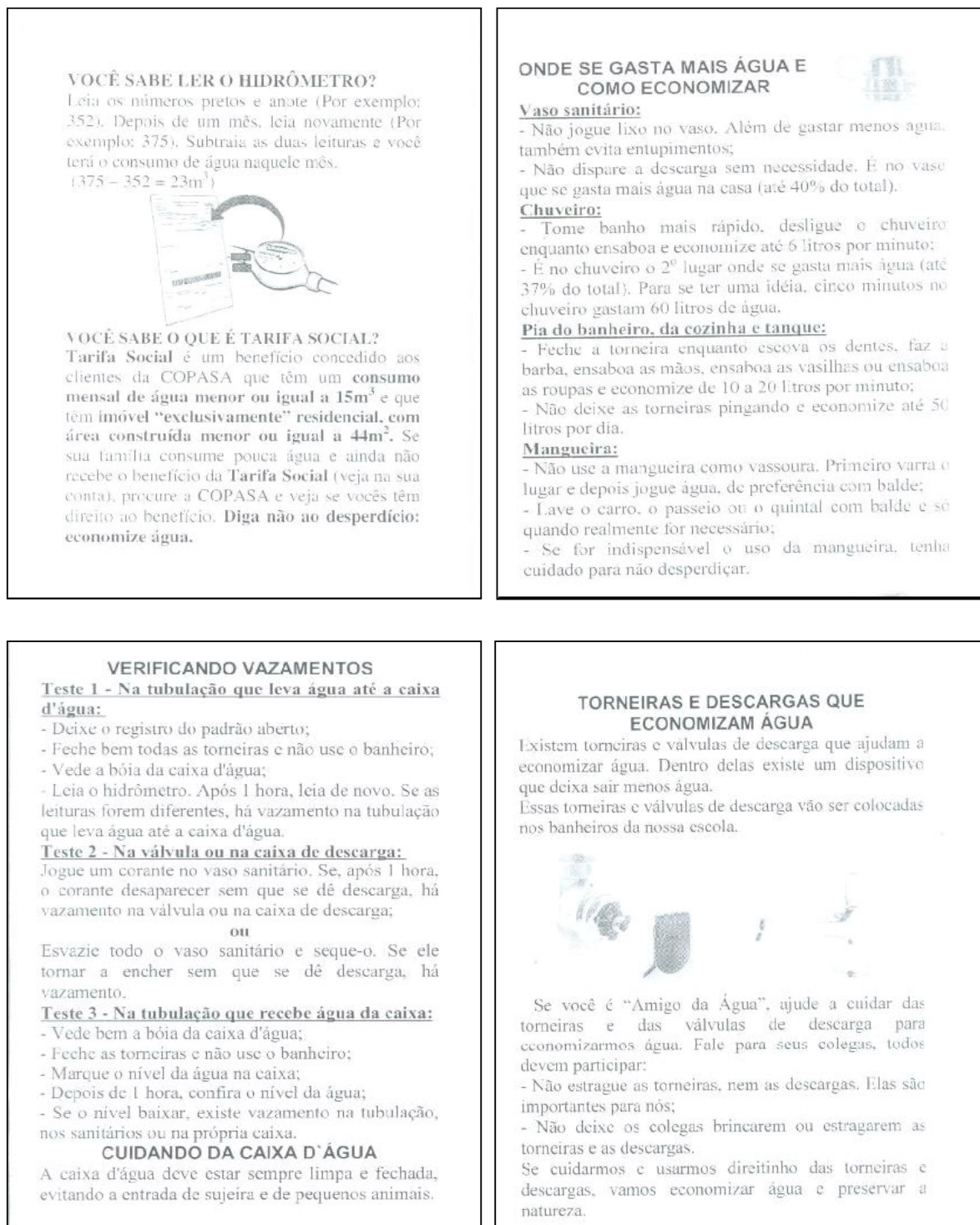


Figura 4.11 – Folhetos-resumo distribuídos aos participantes das palestras

- “Relembrando a leitura do hidrômetro”, que lembrava às crianças como deve ser feita a leitura do hidrômetro para acompanhar o consumo de água e anunciava a continuidade do trabalho, interrompido após as férias;

- “O que eu faria se fosse o prefeito”, aproveitando a atmosfera de eleições municipais recentemente ocorridas, buscava identificar as necessidades observadas pelas crianças no seu cotidiano e como as questões ambientais, especialmente as relacionadas à água, estavam inseridas nesse;

- “Os novos Amigos da Água”, que levantava a possibilidade de se repetir o trabalho realizado em outras escolas e buscava a opinião dos alunos, além de sugestões sobre o que deveria ser mantido e o que poderia ser melhorado ou acrescentado.

O consumo de água nas residências dos alunos que vivenciaram o trabalho de educação ambiental foi acompanhado através das leituras dos hidrômetros trazidas por eles e de históricos de consumo obtidos junto a COPASA a partir de informações do Questionário de Caracterização.

Para o cálculo do ICh, buscou-se o histórico do consumo de água da escola no ano de 2003 junto a COPASA, mas esse não existia já que a leitura do hidrômetro não era feita havia mais de um ano, por este estar inacessível. Assim tomou-se como histórico de consumo as leituras do hidrômetro realizadas como parte da pesquisa, no período anterior ao 1º ciclo de palestras (de 10/02/04 a 24/04/04) e como consumo após-educação – ICap - as leituras do hidrômetro realizadas no decorrer da realização das palestras (de 24/04/04 a 02/08/04).

Ainda no cálculo do Indicador de Consumo Histórico – ICh, consideraram-se como agentes consumidores da escola o número total de alunos matriculados nos 3 turnos (990) e os 70 funcionários. Não foram considerados como período de atividades os sábados, domingos e feriados, segundo recomendação de Oliveira (1999), já que nesses dias não há funcionamento da escola, nem os dias de paralisação de fornecimento de água.

4.4.3 Instalação de equipamentos economizadores de água

Foram instalados, no período de 18/07/04 a 01/08/04, sistemas hidráulicos economizadores de água nas instalações sanitárias destinadas aos alunos (Figura 4.12), aos professores e aos funcionários de serviços gerais da escola, totalizando 11 torneiras de fechamento automático e 11 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão.



Figura 4.12 – Instalações sanitárias de uso dos alunos antes (a) e após (b) a troca dos equipamentos

Além disso, foram utilizados “bicos de esguicho” em 2 mangueiras utilizadas na horta da escola e na limpeza geral.

4.4.4 Monitoramento e avaliação do consumo de água na escola

O consumo de água na escola foi levantado dois meses antes e dois meses após o início do ciclo de palestras e seis meses após a instalação dos equipamentos, através de leitura do hidrômetro.

Para calcular o Indicador de Consumo Histórico – ICh, também consideraram-se como agentes consumidores da escola os 990 alunos e os 70 funcionários, e não foram considerados como período de atividades os finais de semana e feriados, nem os dias de paralisação de fornecimento de água. Tomou-se para o histórico de consumo as leituras do hidrômetro realizadas como parte da pesquisa, no período de 10/02/04 a 14/06/04 e para o cálculo do IC pós-instalação foram consideradas as leituras realizadas após a instalação dos equipamentos (de 01/08/04 a 23/11/04).

4.4.5 Aferição das torneiras de fechamento automático

Como foram arrancados e perdidos os arejadores das 4 torneiras do banheiro masculino e de 1 torneira do banheiro feminino destinados aos alunos, a vazão nessas torneiras tornou-se visivelmente maior. Decidiu-se então aferir as vazões disponibilizadas por acionamento em cada torneira, conforme realizado nas residências e descrito no item 4.3.3, procedendo a regulagem daquelas que apresentavam vazões muito acima da média.

4.4.6 Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água

Também para a escola foi realizada uma avaliação econômica da relação “instalação de equipamentos economizadores x economia de água alcançada” a partir do critério do tempo de retorno do investimento atualizado (*Payback* atualizado) para o cálculo do tempo de retorno, utilizando-se o mesmo processo e as mesmas variáveis mencionadas no item 4.3.4.

4.4.7 Avaliação da satisfação do usuário

Ao término das observações mensais de consumo, também foi aplicado um novo questionário (Anexo 03) aos alunos e funcionários da escola, a fim de avaliar a satisfação desses usuários em relação aos equipamentos que foram instalados.

5 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

“Os maiores acontecimentos são os que mais tardiamente são compreendidos”

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Estudo nas residências

5.1.1 Questionário de Caracterização dos Domicílios

Em relação ao Questionário de Caracterização (Anexo 01), respondido nas 37 residências inicialmente participantes da pesquisa, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 5.1):

Tabela 5.1 – Resultado do Questionário de Caracterização dos Domicílios

Questões	Sim	Não	Não sabe
Você tem água da COPASA?	100%	0%	-
Você acha a sua conta cara?	76%	24%	-
Você sabe o que é "tarifa social"?	27%	73%	-
Em algum lugar na sua casa tem vazamento de água, torneira que pinga, etc?	30%	67%	3%
Tem criança estudando na 3ª a 5ª séries da EMGOC ?	32%	68%	-
Número médio de moradores por residência		5,4	
Número médio de banheiros por residência		1,3	
Número médio de pontos de água por residência		5,8	

Através dos resultados do questionário, pôde-se constatar que o valor pago pelo consumo de água é considerado elevado para a maioria das famílias (76%) e que há o interesse por parte dessas em se “policiar”, inclusive reparando eventuais vazamentos que venham a surgir (68%), para que o consumo seja sempre o menor possível, conforme relatos de moradores. Vale a pena ressaltar que a preocupação com o consumo está diretamente relacionada ao valor da conta e não à consciência de preservação da água, como se pôde observar.

O pouco conhecimento da “tarifa social” também foi observado (27%) mesmo nas famílias que já recebem o benefício. Esse fato possivelmente pode ser explicado pela inexistência de uma campanha de divulgação do benefício por parte da companhia de saneamento. Os usuários da internet têm acesso à informação, disponível no *site* da companhia de saneamento, porém esses geralmente não são os que mais necessitam dela.

Ainda no Questionário de Caracterização perguntou-se “onde você acha que gasta mais água na sua casa?”. O ponto mais citado foi o chuveiro, sendo seguido pelo tanque e a bacia sanitária (Figura 5.1).

Onde você acha que gasta mais água em sua casa?

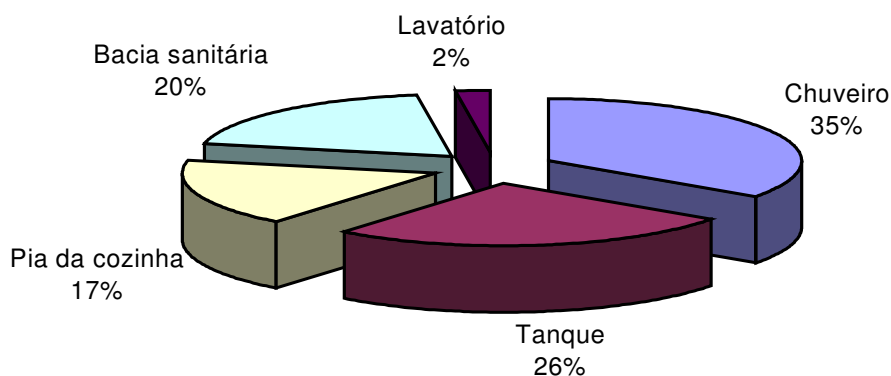


Figura 5.1 – “Onde você acha que gasta mais água na sua casa?” – Questionário das residências

Foi observado também que em 32% das residências havia crianças que participariam diretamente do trabalho de educação ambiental realizado na escola, o que despertou a expectativa de que esse fato pudesse gerar um diferencial de consumo para as famílias.

5.1.2 Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências

Após o acompanhamento do consumo de água de cada família nos períodos pré e pós-instalação dos equipamentos economizadores, obteve-se o Indicador de Consumo Histórico - ICh e o Indicador de Consumo Pós-instalação – ICpi. O ICh e o ICpi das residências participantes, agrupadas de acordo com o equipamento instalado, são apresentados na Figura 5.2.

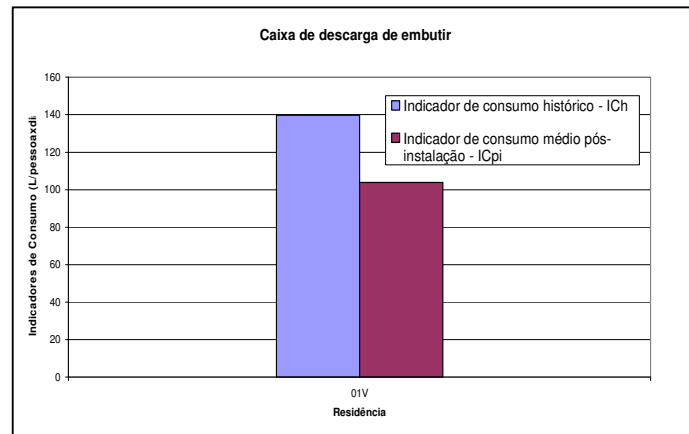
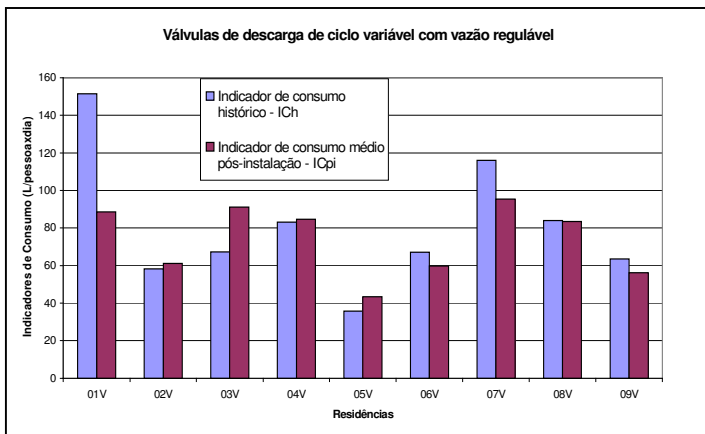
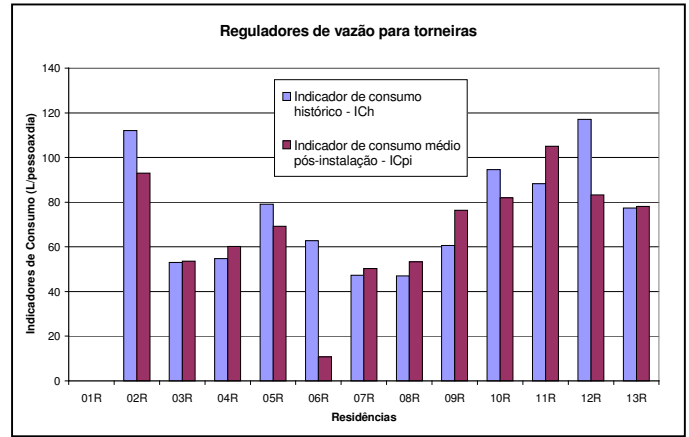
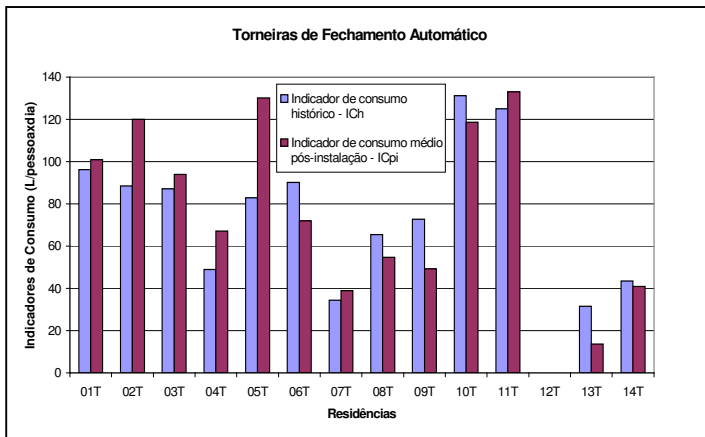


Figura 5.2 – ICh e ICpi das residências de acordo com equipamento

Das 37 residências que inicialmente integravam a pesquisa, duas não geraram resultados, sendo o trabalho concluído com a participação de 35 famílias. Uma das residências, a única que não apresentava caixa d'água e onde estava instalada uma torneira (12T), deixou a pesquisa após essa ter sido disparada e danificada permanentemente pela pressão excessiva da água, durante a noite. A torneira chegou a ser reparada pela assistência técnica do fabricante, mas apresentou o mesmo problema menos de 24 horas após a sua reinstalação.

Esse fato pode ser explicado pela alta pressão hidráulica a que a torneira foi submetida já que era abastecida por água diretamente da rede pública. O valor dessa pressão se eleva ainda mais à noite, devido à redução de consumo que ocorre neste período. Segundo relato de Oliveira (1999), fato semelhante sucedeu após a implantação do PURA no hospital InCor, onde foram

verificados valores de pressão hidráulica superiores a 450kPa no período noturno, apesar da existência de reservatório no edifício.

Vale a pena destacar que, segundo normalização brasileira (NBR 13713/96), os equipamentos economizadores disponibilizados no mercado devem apresentar bom funcionamento e resistir a pressões hidráulicas compreendidas entre 20kPa e 400kPa.

Da outra residência, onde fora instalado um regulador de vazão para torneira (01R), não foi possível a obtenção ou realização de leituras, pois, ao contrário do que foi declarado no Questionário de Caracterização, não havia hidrômetro na residência. O problema só foi constatado após a instalação do regulador e não foi solucionado até o final da pesquisa, apesar das promessas do morador.

Comparando-se o ICh e o ICpi das 35 residências remanescentes, pode-se constatar que 17 apresentaram redução média de consumo de 24% e 18 apresentaram aumento médio de consumo de 17%. Se forem considerados o número de moradores no ano de 2004 e a redução ou aumento do consumo de cada residência, em $L.pessoa^{-1}.dia^{-1}$, pode-se concluir que foram economizados cerca de $220m^3$ de água no período de jul/04 a jan/05. Esse valor total corresponde a uma redução média de consumo de 7,5%, tendo sido economizado, em média, $0,9 m^3/mês$ em cada uma das 35 famílias participantes, durante os 7 meses de monitoramento.

Analisando as residências por grupos de equipamentos, pode-se observar que 6 residências onde foram instaladas torneiras de fechamento automático apresentaram redução média de consumo de 24% e 7 apresentaram aumento médio de consumo de 23%. Das residências onde foram instalados reguladores de vazão para torneiras, 5 apresentaram redução média de consumo de 31% e 7 apresentaram aumento médio de consumo de 11%. E das 9 residências onde foram instaladas válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão, 5 apresentaram redução média de consumo de 16% e 4 apresentam aumento médio de 16%. A residência onde foi instalada a caixa de descarga de embutir apresentou redução média de consumo de 26%, porém esse resultado deve ser considerado com especial ressalva, já que se trata de uma única amostra.

Pontualmente, alguns aumentos do consumo podem ser explicados por vazamentos momentâneos nas instalações hidráulicas, aumento temporário do número de consumidores e pela utilização de água em obras nas residências ou na vizinhança, conforme relatado pelos moradores. Também reduções de consumo muito elevadas, como por exemplo a apresentada pela residência com regulador de vazão para torneira “6R”, devem ser consideradas anômalas, tendo como causas outros fatores que vão além da eficiência da instalação de um único equipamento economizador.

Embora não tenha sido relatado por moradores, também não se pode descartar a hipótese de vazamentos momentâneos e aumento temporário do número de consumo terem ocorrido no período anterior a instalações dos equipamentos e, conseqüentemente, influenciado na posterior redução do consumo de água das residências.

Deve-se destacar que, como não foi realizada uma etapa de detecção e correção de vazamentos, os resultados obtidos podem incluir, além do impacto da instalação dos equipamentos economizadores, também a variação do consumo decorrente da possível correção de vazamento existente no equipamento pré-existente que foi substituído.

Dentre os relatos de vazamentos momentâneos, pôde-se observar que quase na totalidade das ocorrências foram verificados no trecho da instalação hidráulica externa, compreendido entre o medidor principal e o reservatório superior, o que confirma a hipótese de elevada pressão no alimentador predial. Segundo moradores, é necessária a constante manutenção de torneiras externas, que se danificam com facilidade e acabam se tornando fontes de desperdício.

Vale a pena ressaltar ainda que, para o cálculo do ICpi, foram consideradas as interrupções para manutenções no sistema de abastecimento de água ocorridas durante o período pesquisado (Tabela 5.2), as quais foram levantadas junto à COPASA.

Tabela 5.2 - Interrupções para manutenções no sistema de

abastecimento de água no bairro Capitão Eduardo -2004

Data da interrupção	Período interrompido real	Período interrompido considerado
06/fev	08:00 - 20:00 h	1 dia
11/mai	06:00 - 24:00 h	1 dia
12/mai	00:00 - 03:00 h	
12/mai	13:00 - 24:00 h	1 dia
13/mai	00:00 - 02:50 h	
14/ago	07:00 - 18:00 h	1 dia

Fonte: Dados fornecidos pela COPASA

Na comparação de dados obtidos através do Questionário de Caracterização respondido pelas famílias com os resultados de redução ou aumento do consumo de água, pôde-se observar algumas tendências de comportamento. Em consonância com Yoshimoto (1999), pode-se dizer que apesar de a adoção de equipamentos economizadores ser vista como uma alternativa que busca garantir uma redução mais automatizada do consumo de água, cada vez menos dependente da colaboração consciente dos consumidores, esses ainda desempenham papel relevante diante do resultado final obtido.

Dentre as 35 famílias participantes, 12 (34%) tinha criança estudando na 3^a, 4^a ou 5^a séries da EMGOC e dessas 12 residências, 9 (82%) apresentaram redução do consumo de água. Pode-se perceber então uma tendência de que o trabalho de educação ambiental realizado na escola junto às crianças tenha contribuído para a redução do consumo de água das famílias.

Ainda dentre as 35 famílias, 11 (31%) estavam cadastradas para o recebimento do benefício da “tarifa social” e 24 (69%) não estavam. Das famílias cadastradas, só 2 (18%) apresentaram redução do consumo, sendo que esse número elevou-se para 15 (63%) dentre as não cadastradas. Observa-se que o pagamento de uma tarifa reduzida (“tarifa social”) possivelmente tenda a tornar os beneficiários mais relapsos em relação ao volume de água consumido mensalmente, já que a conta no final do mês será mais barata.

Curiosamente, o número médio de moradores nas residências que reduziram o consumo (4,9) foi menor que naquelas que aumentaram o consumo (6,3). Era de se esperar que um maior número de consumidores e, conseqüentemente, um maior número de acionamento de

equipamentos economizadores ao invés de equipamentos convencionais, facilitasse a redução do consumo.

Os números de banheiros e de pontos de água por residência parecem não ter influenciado na variação do consumo já que, tanto dentre as residências que reduziram quando dentre as que aumentaram, os valores médios desses foram 1,3 e 6,5, respectivamente.

Ainda dentro das observações realizadas após o cálculo dos IC e IC_{pi} das residências, embora afaste-se um pouco do escopo principal do presente trabalho, foi percebido que o valor do consumo *per capita* de água diário das famílias apresentou-se bem abaixo do valor comumente citado na literatura.

Para efeito de cálculo de projetos de sistemas de abastecimento de água e de coleta de esgoto, adota-se geralmente valores do consumo *per capita* de água diário macromedido entre 150 e 200L/hab.dia, sendo o valor micromedido médio correspondente de 120L/hab.dia. O valor micromedido médio encontrado para as 35 famílias estudadas, caracterizadas como de baixa renda, foi de 75L/hab.dia, que corresponde a pouco mais da metade do valor geralmente adotado, sendo o máximo de 138L/hab.dia. Esse valor corresponde ao período após a instalação dos equipamentos, anteriormente tinha-se um consumo *per capita* de água diário micromedido de 79L/hab.dia.

Esse resultado indica a necessidade de se buscar parâmetros de projeto adequados às características dos consumidores que serão atendidos. A inexistência de parâmetros mais específicos de consumo *per capita*, de variações diárias e horárias de consumo e a conseqüente utilização de dados generalizados podem levar ao superdimensionado dos sistemas projetados e a um dispêndio de recursos maior que o necessário.

5.1.3 Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água

Foi realizada a análise econômica da relação “instalação de equipamentos economizadores x economia de água alcançada”, utilizando-se o critério do tempo de retorno do investimento

atualizado (*Payback* atualizado) para o cálculo do tempo necessário para recuperar o investimento. O fluxo do benefício (B), isto é, o valor mensal economizado no pagamento da conta de água, calculado a partir da tarifa para consumidores residenciais vigente na companhia de saneamento a partir de 01/03/2003, foi de R\$ 69,00 somando-se os valores economizados por cada uma das 35 residências individualmente (em torno de R\$1,97/residência). O custo total da instalação dos 35 equipamentos economizadores (VT) foi de R\$ 2.700,00 e adotou-se como taxa de juros mensal (r) o valor de 1,25%, que corresponde a uma taxa de juros anual de cerca de 15% (valor médio dos últimos 6 anos). O cálculo dos fluxos de benefício atualizados (FA), realizado a partir da Equação 4.3, e do tempo de retorno (t) são apresentados na Tabela 5.3.

Como pode ser observado, o retorno dos investimentos realizados na instalação dos equipamentos economizadores nas residências só é obtido após aproximadamente 4,5 anos (54 meses e 2 dias), passando a gerar lucro a partir daí. Esse tempo corresponde a cerca de 50% da vida útil do equipamento, se essa for considerada de 10 anos (período de garantia do produto, dada pelo fabricante). A demora do retorno dos custos possivelmente pode ser explicada pelo baixo consumo *per capita* diário da comunidade, conforme já comentado anteriormente, sendo que um pequeno volume economizado representa fração significativa do consumo do dia. Outro fato que pode explicar o ocorrido é o custo elevado dos equipamentos economizadores, cerca de 7 vezes o valor do equipamento convencional, o que dificulta a aquisição desses, principalmente por famílias de baixa renda.

Na prática, é esperado que não se alcance retorno de investimento, já que as famílias que consomem menos que 10m³/mês pagam a “taxa mínima”, que é fixa. Nestes casos a redução de consumo não se traduz em redução do dispêndio com água, impossibilitando que o investimento realizado tenha retorno. Na pesquisa objetivou-se demonstrar a efetividade dos equipamentos economizadores de água em domicílios de baixa renda como subsídio à busca da implantação de política pública de financiamento para aquisição de equipamentos especiais a serem instalados nesses domicílios, sendo que o principal retorno esperado é a redução do consumo de água e conseqüente preservação deste recurso.

Tabela 5.3 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na instalação dos equipamentos nas residências

Tempo de retorno – t (meses)	Custo total da instalação dos equipamentos economizadores – VT (R\$)	Fluxos de benefício atualizados – FA (R\$)
0	- 2.700,00	-
1	-	+ 68,15
2	-	+ 67,31
3	-	+ 66,48
4	-	+ 65,66
5	-	+ 64,84
6	-	+ 64,04
7	-	+ 63,25
8	-	+ 62,47
9	-	+ 61,70
10	-	+ 60,94
11	-	+ 60,19
12	-	+ 59,44
13	-	+ 58,71
14	-	+ 57,99
15	-	+ 57,27
16	-	+ 56,56
17	-	+55,86
18	-	+ 55,17
19	-	+ 54,49
20	-	+53,82
21	-	+ 53,16
.....
32	-	+ 46,37
33	-	+ 45,79
34	-	+ 45,23
35	-	+ 44,67
36	-	+ 44,12
37	-	+ 43,57
38	-	+ 43,04
39	-	+ 42,51
40	-	+ 41,98
41	-	+ 41,46
42	-	+ 40,95
43	-	+ 40,44
44	-	+ 39,95
45	-	+ 39,45
46	-	+ 38,97
47	-	+ 38,48
48	-	+ 38,01
49	-	+ 37,54
50	-	+ 37,08
51	-	+ 36,62
52	-	+ 36,17
53	-	+ 35,72
54	-	+ 35,28
55	-	+ 34,84
	Σ FA	+ 2.732,52
	VT - Σ FA	+ 32,52

5.1.4 Aferição das torneiras de fechamento automático

Todos os equipamentos foram instalados com a “regulagem de fábrica”. No entanto, 3 meses após a instalação dos equipamentos, decidiu-se aferir os dados fornecidos pelo fabricante e o atendimento à vazão mínima recomendada pela NBR 13713/96, que versa sobre os equipamentos de acionamento manual e de ciclo de fechamento automático. Devido a dificuldades técnicas, essa aferição somente foi possível nas torneiras, onde se mediu o tempo de funcionamento e o volume de água disponibilizado por acionamento, conforme pode ser visto na Tabela 5.4 a seguir. Segundo o fabricante, as torneiras são reguladas na fábrica com tempo médio de funcionamento por acionamento de cerca de 6 segundos.

Tabela 5.4 – Características operacionais das torneiras de fechamento automático

Residências	Tempo médio de funcionamento por acionamento (s)	Volume médio de água por acionamento (L)	Vazão média por acionamento (L/s)	Variação* no consumo em relação ao ICh	
				L/pessoa.d	%
01T	8,8	0,240	0,03	+4,7	+4,9
02T	Impossibilidade de medição – morador não encontrado			+31,6	+35,8
03T	7,3	0,335	0,05	+6,9	+7,9
04T	7,7	0,265	0,04	+18,2	+37,3
05T	6,3	0,155	0,03	+47,2	+57,0
06T	8,1	0,240	0,03	-18,3	-20,3
07T	7,7	0,250	0,03	+4,5	+13,2
08T	10,1	0,300	0,03	-10,8	-16,5
09T	8,6	0,375	0,04	-23,7	-32,5
10T	10,9	0,150	0,01	-12,5	-9,6
11T	7,6	0,340	0,05	+7,9	+6,3
12T	Impossibilidade de medição – torneira danificada e retirada			-	-
13T	10,8	0,400	0,04	-17,9	-56,8
14T	8,9	0,320	0,04	-2,5	-5,7

* Sinal positivo – aumento de consumo / Sinal negativo – redução de consumo

Pode-se observar que o tempo médio de acionamento é superior ao valor informado pelo fabricante, em média de 8,56s e a vazão média (aproximadamente 0,04 L/s) é menor que a mínima recomendada para torneiras de lavatório pela NBR 13713/96, de 0,05 L/s. A ocorrência de pequena vazão provavelmente pode ser justificada pela possibilidade de as torneiras não estarem submetidas à pressão mínima recomendada pelo fabricante, que é de 20kPa. O tempo médio de funcionamento por acionamento parece estar relacionado com o aumento ou redução do consumo de água, já que a maior parte das reduções de consumo de água ocorreu em residências onde as torneiras apresentaram os maiores tempos. Essa tendência possivelmente pode ser explicada pelo fato de que quanto menor o tempo de

funcionamento maior a probabilidade de a torneira ser acionadas mais de uma vez, aumentando o consumo de água.

5.1.5 Adesão à “tarifa social” e avaliação da satisfação do usuário

Em relação ao questionário final – Avaliação da Satisfação do Usuário (Anexo 02) - respondidos pelos moradores de 34 das 35 residências participantes da pesquisa e que objetivou medir a satisfação dos usuários após 7 meses de utilização dos equipamentos economizadores, foram obtidos os seguintes resultados (Tabela 5.5):

Tabela 5.5 – Resultado do questionário “Avaliação da Satisfação do Usuário” nas residências

Questões		Equipamento instalado na residência			Geral
		Torneiras	Reguladores de vazão	Válvulas de descarga	
A instalação da descarga/torneira/regulador causou algum incômodo em sua casa?	Sim	8%	8%	0%	6%
	Não	92%	92%	100%	94%
Você recomendaria a troca da descarga/torneira/regulador de outras casas?	Sim	100%	75%	89%	88%
	Não	0%	17%	11%	9%
	Não sabe	0%	8%	0%	3%
Você trocaria outras(os) descargas / torneiras / reguladores de sua casa?	Sim	100%	92%	100%	97%
	Não	0%	8%	0%	3%
Hoje você saberia dizer o que é “tarifa social”?	Sim	50%	42%	22%	39%
	Não	50%	58%	78%	61%
Você foi até a COPASA para saber sobre a “tarifa social”?	Sim	0%	0%	11%	3%
	Não	50%	50%	89%	61%
	Já tem	50%	50%	0%	36%
A troca da descarga / torneira / regulador atendeu suas expectativas?	Sim	83%	75%	100%	85%
	Não	17%	25%	0%	15%

Em geral, a instalação dos equipamentos não causou incômodo nas residências e os participantes recomendariam a instalação destes em outras residências e em outros banheiros de sua própria residência. Na amostra composta pelas residências onde foram instaladas torneiras de fechamento automático estudada não foi confirmada a suposição de que a instalação de torneiras de fechamento automático em banheiros de edifícios residenciais se

mostra inadequada aos diferentes tipos de usos em lavatórios nessa tipologia de edifício, causando incômodos. Somente em uma residência foi relatada pelos moradores uma dificuldade com a torneira, em relação ao barbear.

Apesar do trabalho de divulgação da “tarifa social”, inclusive com a distribuição às famílias dos folhetos utilizados nas palestras da escola, dando-se ênfase àquele que explica o que é e como buscar o recebimento do benefício, mais da metade dos participantes não soube dizer o que é esse benefício, sinalizando que o conceito não foi importante ou não foi transmitido de maneira inteligível. Como consequência deste fato, somente 2 das 18 famílias participantes que não recebiam a “tarifa social” e tinham potencial direito a ele procuraram a companhia de saneamento para maiores informações após os esclarecimentos oferecidos pela pesquisa e foram cadastradas. Ao serem questionados do porquê de não terem ido à companhia de saneamento, a maior parte respondeu que não podia, pois não tinha tempo. A troca dos equipamentos economizadores atendeu satisfatoriamente às expectativas iniciais de 85% famílias.

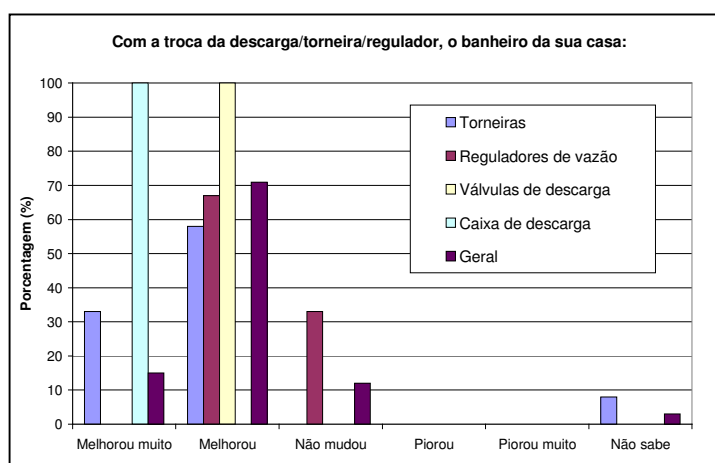


Figura 5.3 - “Com a troca da descarga/torneira/regulador, o banheiro da sua casa:” - Questionário das residências

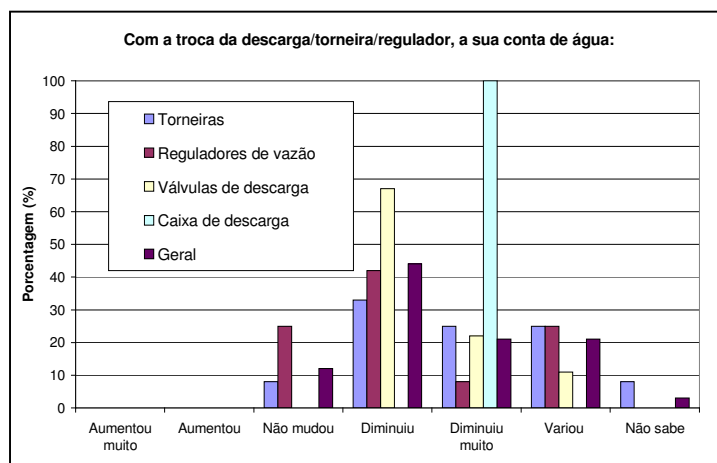


Figura 5.4 - “Com a troca da descarga/torneira/regulador, a sua conta de água:” – Questionário das residências

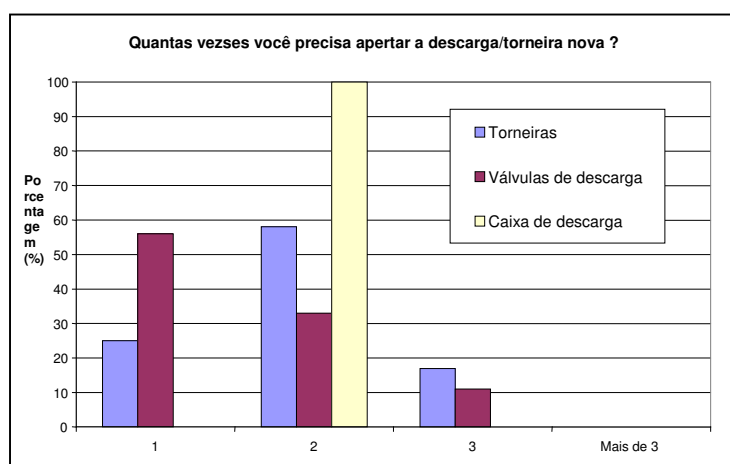


Figura 5.5 – “Quantas vezes você precisa apertar a descarga/torneira nova?” – Questionário das residências

Perguntadas sobre o que acharam do banheiro de sua residência após a troca dos equipamentos, 86% disseram ter melhorado ou melhorado muito (Figura 5.3). Sobre o valor da conta de água após a instalação, 65% das famílias declaram ter diminuído ou diminuído muito (Figura 5.4). Quanto a esse resultado, vale a pena destacar que foi influenciado pela inclusão, através de iniciativa da própria pesquisa, de 9 famílias no cadastro para recebimento do benefício da ‘tarifa social’ junto à COPASA.

Objetivando verificar a suficiência da vazão liberada no acionamento de cada equipamento para a realização das funções a que se destinam, foi perguntado quantas vezes era necessário apertar a válvula de descarga ou a torneira nova do banheiro para conseguir lavar as mãos ou limpar a bacia sanitária. Para 58% das famílias era necessário acionar a torneira 2 vezes e para 56%, o acionamento da descarga apenas 1 vez era suficiente (Figura 5.5).

Devido a grande dificuldade de obtenção de famílias que consentissem com a instalação dos equipamentos economizadores para realização da pesquisa, foi perguntado aos participantes “Por que você aceitou participar desta pesquisa?”. A justificativa mais citada foi que elas achavam as contas de água caras e gostariam de economizar.

5.1.6 Considerações finais sobre a utilização de equipamentos economizadores em residências de famílias de baixa renda

O bairro Capitão Eduardo apresenta atualmente cerca de 1.000 residências, segundo o Censo BH Social. Considerando que o resultado obtido com as famílias participantes da pesquisa (cerca de 3,5% das residências do bairro) pudesse ser extrapolado para as demais residências, pode-se estimar qual seria a economia no consumo de água se todas as residências recebessem a instalação de equipamentos economizadores e apresentassem igual redução.

A redução média de consumo observada para cada uma das 35 famílias foi de 0,9 m³/mês. Para as 1.000 famílias, a economia mensal estimada seria de cerca de 900m³/mês, volume que seria suficiente para abastecer o bairro por aproximadamente três dias.

5.2 Estudo na escola de ensino fundamental

5.2.1 Educação ambiental

5.2.2 Questionário de Caracterização dos Domicílios

Em relação ao Questionário de Caracterização (Anexo 01) aplicado a todos os alunos da escola, foram distribuídas 986 unidades e 488 foram devolvidas. Os resultados são apresentados na Tabela 5.6.

Tabela 5.6 – Resultado do Questionário de Caracterização dos Domicílios

Questões	Sim	Não	Não respondeu	Não sabe
Você tem água da COPASA?	96%	2%	2%	-
Você acha a sua conta cara?	73%	23%	4%	-
Você sabe o que é "tarifa social"?	37%	57%	6%	-
Em algum lugar na sua casa tem vazamento de água, torneira que pinga, etc?	19%	71%	3%	7%
Número médio de moradores por residência			5,4	
Número médio de banheiros por residência			1,1	

A constatação de que o valor pago pelo consumo de água é considerado elevado (73%) e de que há um esforço para que não haja vazamentos nas residências (71%) se confirma e possivelmente pode ser estendida para as famílias do bairro de um modo geral. O pouco conhecimento da “tarifa social” também foi confirmado (37%).

Perguntou-se novamente “Onde você acha que gasta mais água na sua casa?” e os pontos mais citados se repetiram: o chuveiro, o tanque e a descarga do banheiro (Figura 5.6).

Onde você acha que gasta mais água em sua casa?

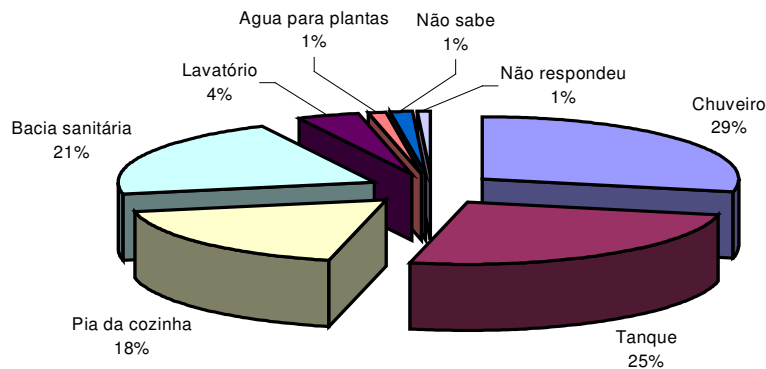


Figura 5.6 – “Onde você acha que gasta mais água na sua casa?” – Questionário da escola

5.2.3 Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor”

Na 1ª etapa, foram recebidas 174 redações sobre o tema “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor”. Conforme citado anteriormente, os professores que solicitaram as redações foram instruídos para que não dessem nenhuma orientação aos alunos, evitando assim que pudessem exercer influência na abordagem de cada um. Do total, 59% das crianças citaram o cuidado com a natureza e com o ambiente onde vivem como coisas que podem ser feitas para tornar o mundo melhor, demonstrando a existência de uma percepção ambiental. Houve citações diretamente relacionadas à escassez de água, como “não brincar com água” e “não desperdiçar água”, porém em número muito pequeno. Os itens mais citados e o número de citações são apresentados na Tabela 5.7:

Tabela 5.7 - Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor.” – 1ª etapa

Item citado	Número de citações
Acabar com as drogas	70
Acabar com a violência	64
Cuidar da natureza	42
Não jogar lixo no chão (rua, escola, praça)	40
Não desmatar (cortar e por fogo nas árvores)	39
Ter paz	39
Não jogar lixo nos rios (preservar)	39
Acabar com os assassinatos e mortes	35
Acabar com as guerras	33
Cuidar dos animais	33

O mesmo tema para a redação foi reapresentado às crianças no final do trabalho (2ª etapa) para verificar se haveria modificação nas citações dos alunos, de maneira especial aquelas relacionadas à pesquisa. Os professores foram novamente instruídos a não darem nenhuma orientação aos alunos, evitando influenciá-los. Foram recebidas 51 redações, sendo que nesse segundo momento 71% das crianças citaram o cuidado com a natureza e com o ambiente onde vivem, demonstrando uma tendência de aumento da percepção ambiental. As citações diretamente relacionadas à escassez de água aumentaram consideravelmente, recebendo destaque entre os itens mais citados, conforme pode ser observado na Tabela 5.8:

Tabela 5.8 - Redações “O que pode ser feito para tornar o mundo melhor.” – 2ª etapa

Item citado	Número de citações
Acabar com a violência	26
Não jogar lixo nos rios (preservar)	24
Acabar com as drogas	23
Não desperdiçar água	18
Cuidar da natureza	16
Acabar com a fome	10
Não desmatar (cortar e por fogo nas árvores)	8
Ter paz	8
Não existirem pessoas sem casa	7
Não jogar lixo no chão (rua, escola, praça)	7

Houve ainda outras citações relacionadas ao trabalho, como “cuidar da água”, “economizar água”, “não tomar banho demorado”, “não brincar com água”, “acabar com os vazamentos das casas”, totalizando mais 15 citações.

5.2.4 Monitoramento e avaliação do consumo de água nas residências dos alunos participantes

O consumo de água nas residências dos alunos que vivenciaram o trabalho de educação ambiental foi acompanhado através das leituras dos hidrômetros trazidas por eles a cada uma das 7 palestras, que foram divididas em 2 ciclos. Das 270 crianças que participam do trabalho, 38 trouxeram corretamente as 3 primeiras leituras e dessas, 19 fizeram a 4ª leitura, que finalizou o 1º ciclo, conforme representado na Figura 5.7.

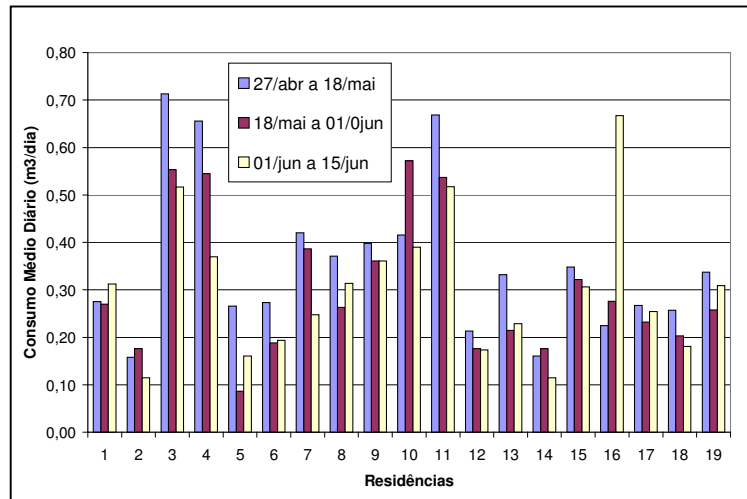
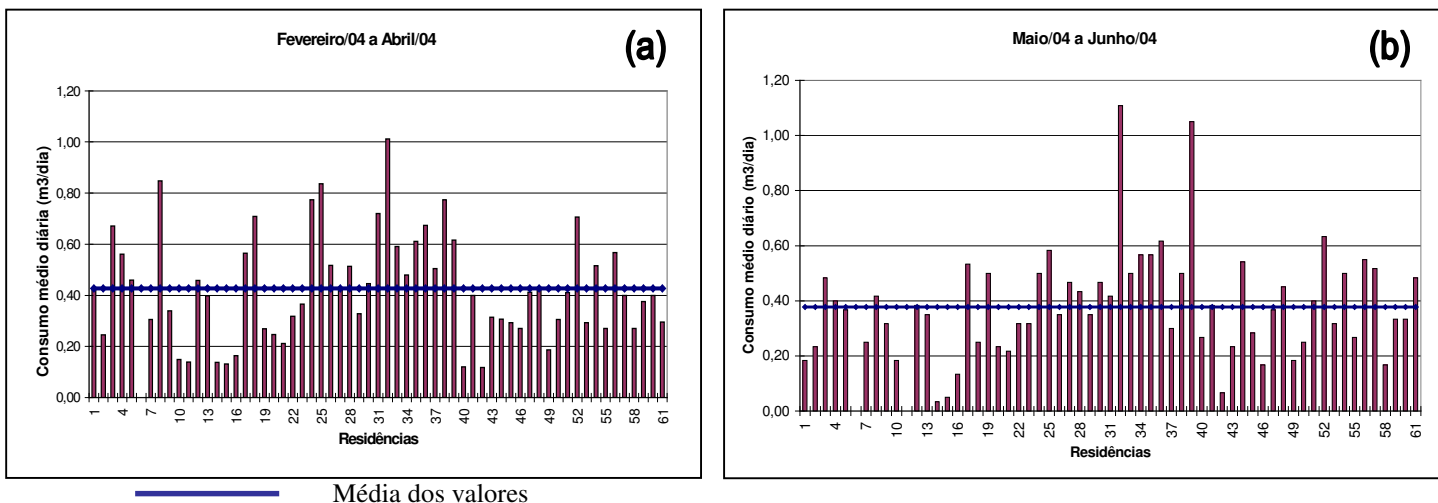


Figura 5.7- Consumo de água médio diário – leituras trazidas pelos alunos – 1º ciclo de palestras

Entre as 2 primeiras leituras (27/04/04 e 18/05/04) e as duas últimas (01/06/04 e 15/06/04), 17 residências apresentaram redução média de consumo de 25% e somente 2 residências apresentaram aumento médio de consumo de 14%. Na expectativa de se detectar variações no consumo nas residências de alunos que não fizeram corretamente as leituras do hidrômetro, foram obtidos, junto a COPASA, os históricos de consumo dos meses de fev/04 a jun/04 das residências de 61 crianças participantes do trabalho, a partir de dados fornecidos no Questionário de Caracterização, e foram calculados os consumos médios diários por residência antes (fev/04 a abr/04) e depois (mai/04 a jun/04) do trabalho de educação (Figura 5.8).



— Média dos valores
Figura 5.8 - Consumos médios diários por residências antes (a) e a após (b) o trabalho de educação

Na comparação dos valores de consumo médio diário tem-se que 43 residências apresentaram redução média de consumo de 23% e 15 residências apresentaram aumento médio de consumo de 36% após o 1º ciclo de palestras realizado de 27/04/04 a 15/06/04.

Entretanto, o trabalho de educação ambiental não apresentou efeito na redução do consumo de água na escola no mesmo período. Na Tabela 5.9 podem ser observados o ICh e o novo IC calculado. Para o cálculo do ICae, também foram consideradas as interrupções do fornecimento de água para manutenções no sistema de abastecimento ocorridas durante o período pesquisado.

Tabela 5.9 – ICh e IC após trabalho de educação

ICh (L.pessoa ⁻¹ dia ⁻¹)	Consumo médio mensal - ICh (m ³)	IC após educação (L.pessoa ⁻¹ dia ⁻¹)	Consumo médio mensal - ICae (m ³)	Economia em relação ao ICh (L.pessoa ⁻¹ dia ⁻¹)	%
16,59	527,56	18,44	586,39	-1,85	-11*

*Corresponde a um aumento do consumo de 11%.

Diante da aparente ineficiência do trabalho de educação ambiental, deve-se destacar que o público alvo das palestras correspondeu à cerca de 25% dos usuários das instalações da escola. Ressalta-se ainda que, durante o mês de maio/04, quando ainda era realizado o 1º ciclo de palestras e coletavam-se leituras que compuseram o ICae, ocorrera uma sondagem geotécnica na escola, contribuindo para a elevação do consumo no período e para o aumento do indicador.

No 2º ciclo de palestras, das 270 crianças participantes, 15 fizeram corretamente as 3 leituras dos hidrômetros, conforme Figura 5.9.

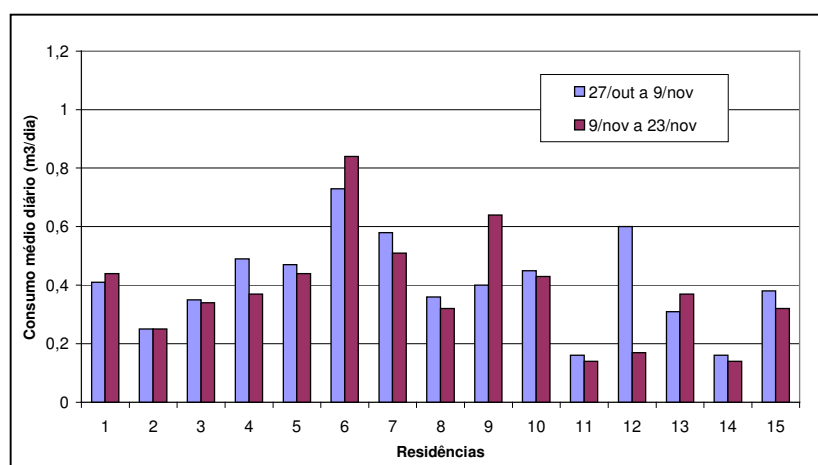
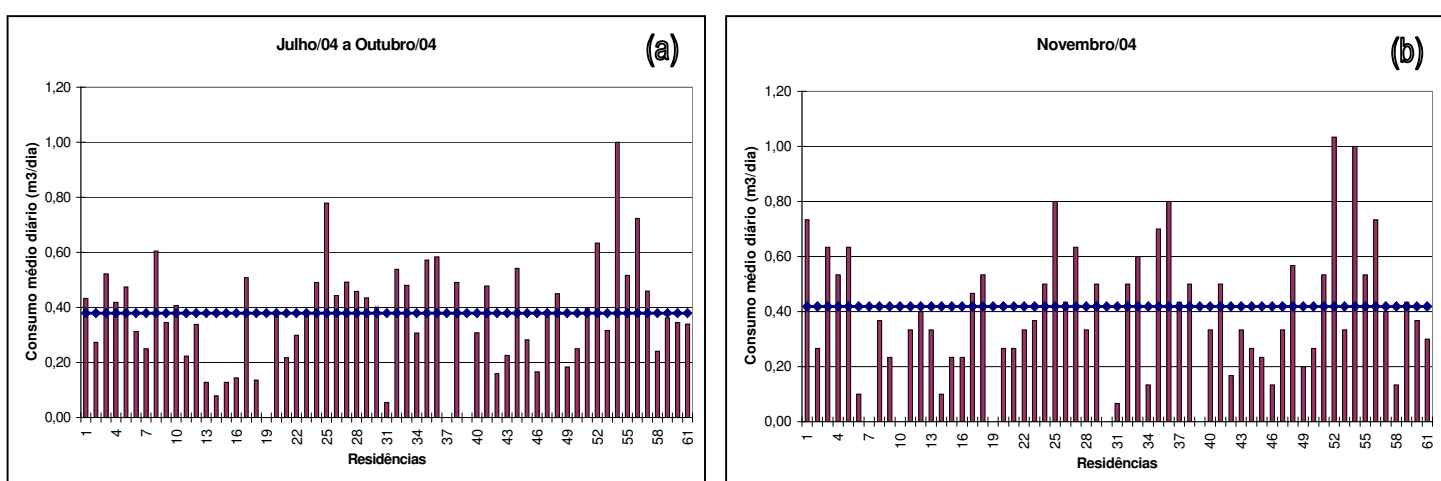


Figura 5.9 - Consumo médio diário de água – leituras trazidas pelos alunos – 2º ciclo de palestras

Entre as duas primeiras leituras (27/10/04 e 09/11/04) e entre a segunda e a terceira (09/11/04 e 23/11/04), 10 residências apresentaram redução média de consumo de 17% e somente 5 residências apresentaram aumento médio de consumo de 25%.

O monitoramento da variação do consumo de água nas residências dos alunos que não fizeram corretamente as leituras do hidrômetro continuou sendo realizado no período entre ciclos (jul/04 a out/04) e também durante o 2º ciclo de palestras (nov/04), através dos históricos de consumo obtidos junto à COPASA, tendo sido calculados os consumos médios diários por residência (Figura 5.10).



— Média dos valores
Figura 5.10 - Consumos médios diários por residência entre ciclos (a) e durante o 2º ciclo (b) do trabalho de educação

Comparando-se os valores de consumo médio diário das residências no período entre ciclos observa-se que 22 residências apresentaram redução média de consumo de 23% e 34 residências apresentaram aumento médio de consumo de 43% em relação aos valores obtidos durante a ocorrência do 1º ciclo. Já os valores de consumo médio diário do 2º ciclo de palestras mostraram que 16 residências apresentaram redução média de consumo de 26% e 39 residências apresentaram aumento médio de consumo de 35% em relação aos valores obtidos no período entre ciclos.

Do total de alunos participantes, 9 crianças fizeram corretamente as 7 leituras de hidrômetro solicitadas durante os dois ciclos de palestras. A variação do consumo médio diário nas residências dos alunos, durante todo o período de observações, pode ser observada na Figura 5.11.

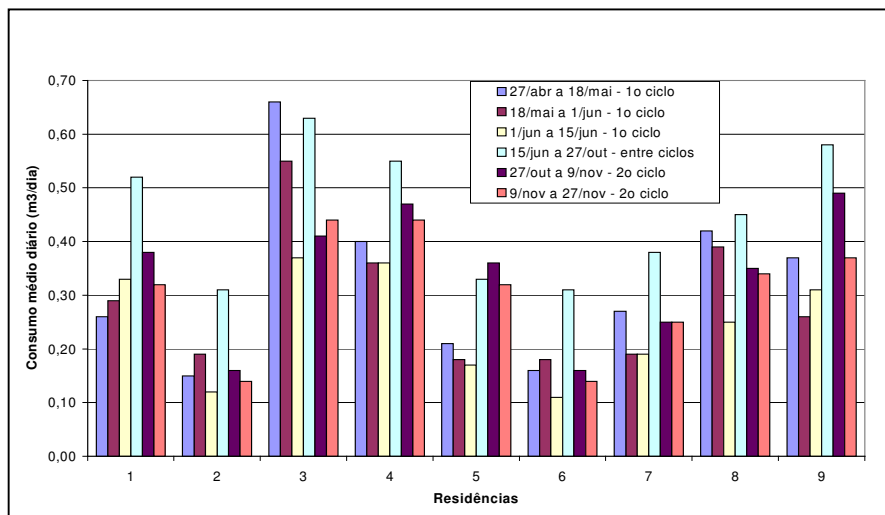


Figura 5.11 - Consumo de água médio diário – Residências dos alunos que fizeram todas as leituras – 1º e 2º ciclos de palestras

Calculando-se a média dos valores de consumo médio diário para essas 9 residências, observados durante o 1º ciclo de palestras, no período entre ciclos e durante o 2º ciclo de palestras, foram obtidos os seguintes resultados (Figura 5.12):

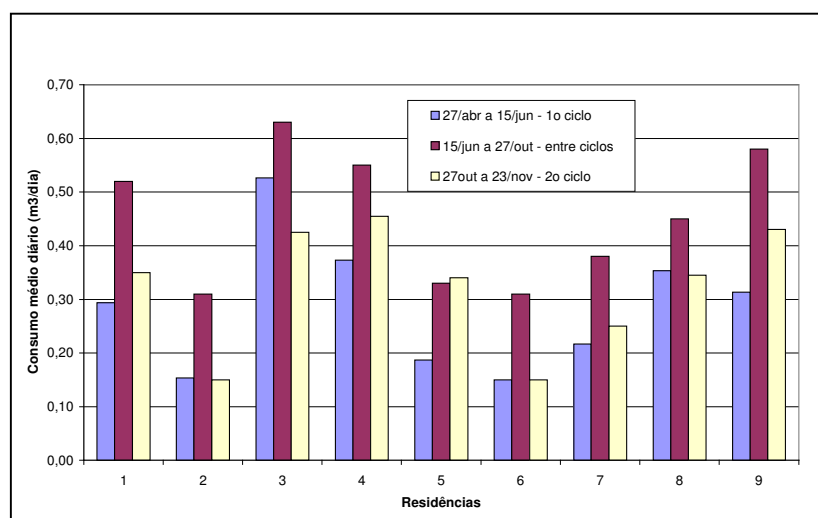


Figura 5.12 – Médias do consumo de água médio diário por residência – 1º ciclo, entre ciclos e 2º ciclo de palestras

Durante o período entre ciclos todas as 9 residências apresentaram aumento médio de consumo de 69% e após o retorno das palestras através do 2º ciclo, 8 sofreram redução média de consumo de 34% e somente uma apresentou aumento médio de consumo de 3%. A partir desses resultados pode-se destacar a importância do trabalho de educação ambiental na redução do consumo de água e, acima de tudo, a importância da continuidade desse trabalho que, conforme pôde ser observado, perde parte de sua influência ao ser interrompido.

Destaca-se que, durante as palestras do 2º ciclo, especialmente na intitulada “Os novos Amigos da Água”, que levantou a possibilidade de se repetir esse trabalho em outras escolas e buscou a opinião dos alunos sobre o que deveria ser mantido e o que poderia ser melhorado ou acrescentado, ouviram-se relatos sobre a satisfação tanto com o trabalho realizado na escola, quanto com a possibilidade de detecção de vazamentos através das dicas do folheto e a diminuição dos valores pagos nas contas de água.

5.2.5 Instalação de equipamentos economizadores de água

5.2.5.1 Monitoramento e avaliação do consumo de água na escola

Os valores de Indicador de Consumo Histórico - ICh e do Indicador de Consumo Pós-instalação dos equipamentos economizadores - ICpi na escola são apresentados na Tabela 5.10. Foram consideradas as interrupções para manutenções no sistema de abastecimento ocorridas durante o período pesquisado, para o cálculo do ICpi.

Tabela 5.10 – ICh e ICpi na escola após instalação dos equipamentos

ICh (L.pessoa ⁻¹ .dia ⁻¹)	Consumo médio mensal - ICh (m ³)	ICpi (L.pessoa ⁻¹ .dia ⁻¹)	Consumo médio mensal – ICpi (m ³)	Economia em relação ao ICh	
				(L.pessoa ⁻¹ .dia ⁻¹)	%
17,70	562,86	14,89	472,55	2,81	16

Considerando-se o número de alunos e funcionários, e a redução do consumo de água na escola, em L.aluno⁻¹.dia⁻¹, pode-se concluir que foram economizados cerca de 240m³ de água

no período de ago/04 a nov/04, que corresponde a 16%. Esse valor equivale a uma redução média de consumo de 60 m³/mês, durante os 4 meses de monitoramento.

Deve-se salientar que, como não foi realizada uma etapa de detecção e correção de vazamentos, os resultados obtidos podem incluir, além do impacto da instalação dos equipamentos economizadores, também a variação do consumo decorrente da correção de possíveis vazamentos existentes nos equipamentos que foram substituídos.

Além dos 22 equipamentos instalados, permaneceram 3 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão e 1 descarga de fechamento automático para mictório a serem instaladas posteriormente, uma vez que não foi possível esse procedimento em tempo hábil para inclusão na pesquisa, por motivos técnico-administrativos da escola. Além disso, não se pôde usufruir dos possíveis benefícios da adoção dos “bicos de esguicho” nas 2 mangueiras utilizadas na horta da escola e para limpeza geral, uma vez que esses desapareceram pouco tempo após a instalação. É importante que, em observações realizadas na escola, as mangueiras demonstraram ser pontos de volumoso consumo e inclusive desperdício de água, devido a procedimentos inadequados dos usuários.

5.2.5.2 Avaliação econômica: substituição dos equipamentos x economia de água

Também na escola foi realizada a análise econômica da relação “instalação de equipamentos economizadores x economia de água alcançada”, utilizando-se o critério do tempo de retorno do investimento atualizado. O fluxo de benefício (B) foi de R\$ 294,68, calculado a partir da tarifa de água para consumidores públicos vigente na companhia de saneamento a partir de 01/03/2003, e o custo total da instalação dos equipamentos economizadores (VT) foi de R\$ 2.200,00. Adotou-se como taxa de juros mensal (r) o valor de 1,25%, que corresponde a uma taxa de juros anual de cerca de 15%. O cálculo dos fluxos de benefício atualizados (FA), realizados a partir da Equação 4.3, e do tempo de retorno (t) são apresentados na Tabela 5.11:

Tabela 5.11 – Fluxos de benefício atualizados e tempo de retorno do investimento na instalação

dos equipamentos na escola		
Tempo de retorno – t (meses)	Custo total da instalação dos equipamentos economizadores – VT (R\$)	Fluxo de benefício atualizado – FA (R\$)
0	- 2.200,00	-
1	-	+ 291,04
2	-	+ 287,45
3	-	+ 283,90
4	-	+ 280,40
5	-	+ 276,93
6	-	+ 273,51
7	-	+ 270,14
8	-	+ 266,80
	Σ F A	+ 2.230,17
	VT - Σ F A	+ 30,17

As intervenções mostraram-se economicamente viáveis, uma vez que os investimentos realizados na instalação dos equipamentos retornem após 7 meses e 27 dias, conforme período de retorno obtido. A partir daí, o sistema passa a gerar lucro, além de contribuir para o uso racional da água.

O resultado alcançado é convergente ao obtido por Mendonça e Valeri (2001) na Escola Municipal Cícero Porfírio Santos, localizada na cidade de São Paulo e cujo trabalho foi parte do PURA. Com 889 alunos matriculados, foi alcançada na escola uma redução do consumo de água de 18% , ocorrendo o retorno dos investimentos após 10 meses da instalação dos equipamentos, que foram 41 torneiras de fechamento automático e 1 mictório de fechamento automático.

5.2.5.3 Violação e readequação das torneiras de fechamento automático

Apesar de os equipamentos instalados tanto nas casas quanto na escola serem considerados invioláveis e terem indicação para utilização em banheiros públicos, na escola eles foram danificados com razoável rapidez e facilidade. O botão de acionamento (parte superior, que é pressionada) de 3 torneiras foram retirados (Figura 5.13), mas puderam ser recolocados. Também foram retirados e perdidos os arejadores das 4 torneiras do banheiro masculino e de 1 torneira do banheiro feminino destinado aos alunos (Figura 5.14).



Figura 5.13 – Torneira intacta e sem o botão de acionamento



Figura 5.14 – Torneira intacta e sem arejador


Nas torneiras danificadas, a vazão tornou-se visivelmente maior. Decidiu-se então aferir as vazões disponibilizadas em cada torneira por acionamento e foi realizada a regulagem das torneiras danificadas, com o intuito de aproximar suas vazões da mínima recomendada para torneiras de lavatório, de acordo com a NBR 13713/96 (0,05L/s). Os valores de vazão antes e após a regulagem são apresentados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12 – Verificação de vazões por acionamento das torneiras

Banheiro alunos feminino				
Data	Posicionamento das torneiras			
	Torneira 1	Torneira 2	Torneira 3	Torneira 4
06/out	0,091L/s	0,045L/s	0,031L/s	0,014L/s
08/out	0,065L/s			0,015L/s

Banheiro alunos masculino					Banheiro serviços gerais	
Data	Posicionamento das torneiras				Data	Torneira 1
	Torneira 1	Torneira 2	Torneira 3	Torneira 4		
06/out	0,082L/s	0,084L/s	0,091L/s	0,082L/s	08/out	0,041L/s
08/out	0,069L/s	0,076L/s	0,077L/s	0,067L/s		

Banheiro professores feminino		Banheiro professores masculino	
Data	Torneira 1	Data	Torneira 1
06/out	0,050L/s	06/out	0,051L/s

 Torneiras danificadas

Pode-se observar que a vazão apresentada pela “torneira 4” do banheiro feminino dos alunos (0,014 - 0,015 L/s) é bem menor que a mínima recomendada para torneiras de lavatório. A ocorrência de pequena vazão provavelmente pode ser justificada pela possibilidade desta torneira não estar submetida à pressão mínima recomendada pelo fabricante, que é de 20kPa.

5.2.5.4 Avaliação da satisfação do usuário

O questionário de Avaliação da Satisfação do Usuário (Anexo 03), aplicado a alunos e funcionários da escola, abrangeu 83% da população total da escola, que é de 1060 pessoas. Foram distribuídas 875 unidades e 396 foram devolvidos, sendo o aproveitamento de 45,3%. O objetivo foi medir a satisfação dos alunos e funcionários após 4 meses de utilização dos equipamentos economizadores, conforme recomendado por Mayer et. al. (2002). Os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 5.13, a seguir:

Tabela 5.13 – Resultado do questionário “Avaliação da Satisfação do Usuário” na escola

Questões	Sim	Não	Não respondeu
Você recomendaria a troca das torneiras de outras escolas ?	81%	13%	6%
Você recomendaria a troca das descargas de outras escolas ?	81%	12%	7%
Você trocaria a torneira da sua casa por uma igual a da escola?	74%	21%	5%
Você trocaria a descarga da sua casa por uma igual a da escola ?	68%	27%	6%

Observa-se uma boa aceitação dos equipamentos por parte dos usuários da escola, já que a grande maioria recomendaria a instalação desses em outras escolas e trocaria os equipamentos

convencionais existentes em suas residências por modelos economizadores, semelhantes aos da escola.

Em pergunta aos alunos e funcionários da escola sobre o que acharam do banheiro após a troca das torneiras e após a troca das válvulas de descarga, respectivamente 86% e 84% disseram ter melhorado ou melhorado muito (Figuras 5.15 e 5.16). Objetivando verificar a suficiência da vazão liberada nas torneiras e nas válvulas de descarga para a realização das funções a que se destinam, foi perguntado quantas vezes era necessário apertar a descarga e a torneira do banheiro para conseguir lavar as mãos ou limpar a bacia sanitária. Para 61% dos usuários era necessário acionar a torneira uma vez e para 79% o acionamento da descarga apenas uma vez também era suficiente (Figuras 5.17 e 5.18). Observa-se que, diferentemente das residências, na escola a maioria dos usuários considerou satisfatório o acionamento da torneira somente uma vez. Esse fato possivelmente pode ser explicado devido à inexistência de sabão nos banheiros destinados aos alunos.

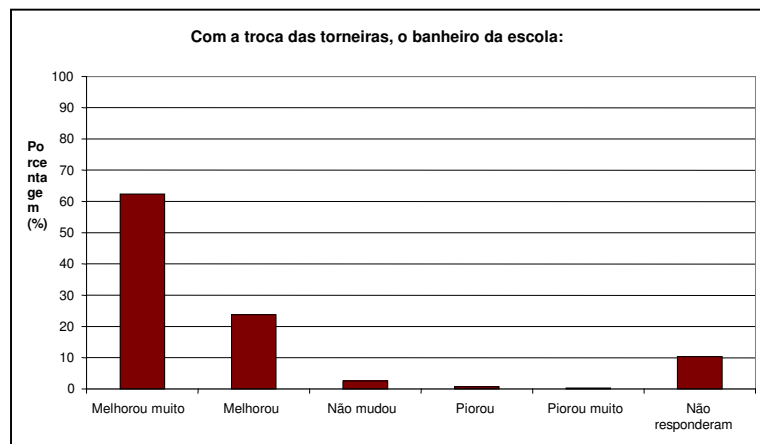


Figura 5.15 - “Com a troca das torneiras, o banheiro da escola:” – Questionário da escola

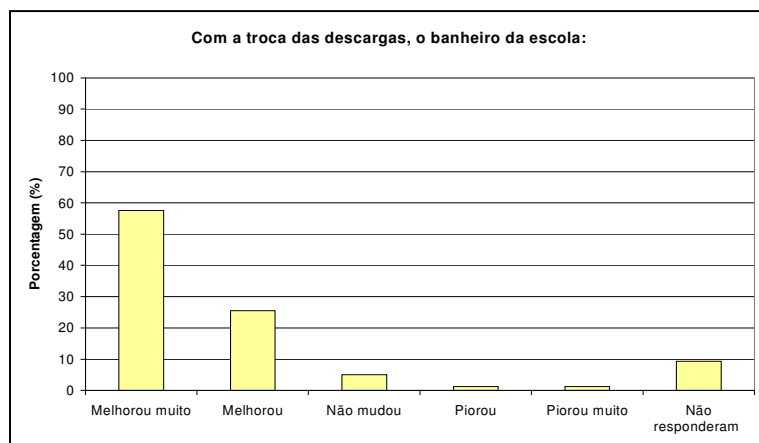


Figura 5.16 - “Com a troca das descargas, o banheiro da escola:” – Questionário da escola

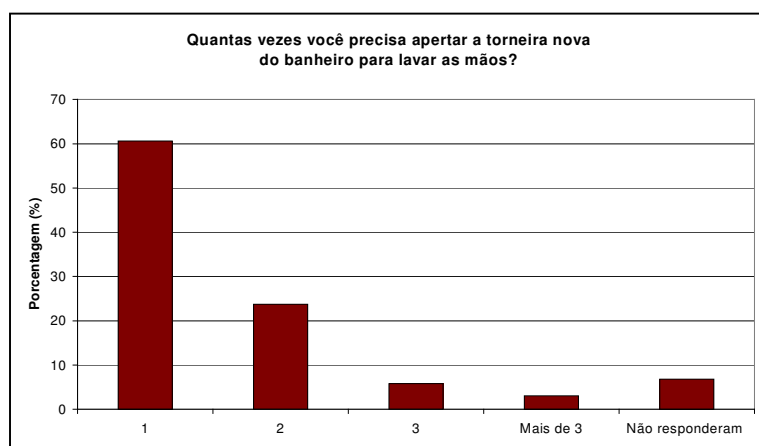


Figura 5.17 - “Quantas vezes você precisa apertar a torneira nova do banheiro para lavar as mãos?” – Questionário da escola

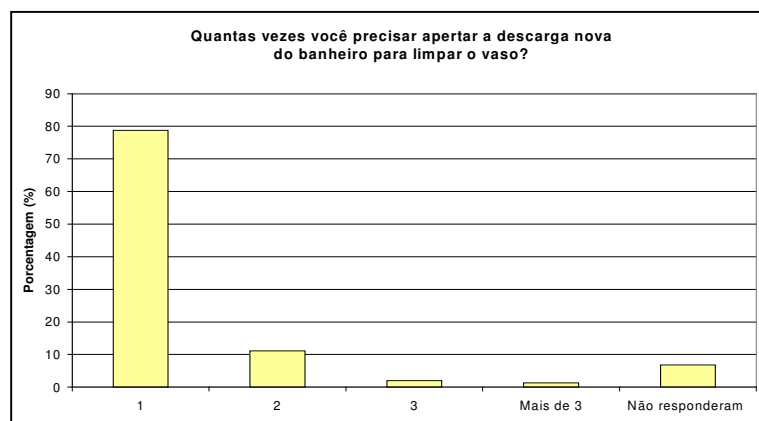


Figura 5.18 - “Quantas vezes você precisa apertar a descarga nova do banheiro limpar o vaso?” – Questionário da escola

Devido à ocorrência de violação de algumas torneiras na escola, no questionário foi incluída a seguinte pergunta “Algumas torneiras novas foram estragadas. Por que você acha que isso aconteceu?”. A maioria respondeu que o fato ocorrera por causa da “cultura de descuido com aquilo que é público”. Houve ainda citações importantes de causas para a violação, como curiosidade das crianças e dificuldade para usar o equipamento devido ao pouco esclarecimento sobre ele.

Após se constatar uma redução do consumo de água de 16% e obter a aprovação dos usuários, no caso os alunos e funcionários da escola, pode-se considerar satisfatória a experiência de substituição de equipamentos sanitários convencionais por modelos economizadores.

5.2.5.5 Considerações finais sobre a utilização de equipamentos economizadores em escolas

O município de Belo Horizonte apresentava 1653 estabelecimentos de ensino no ano de 2003, que ministravam desde a educação pré-escolar até o ensino médio e se distribuíam nas esferas federal, estadual e municipal (Tabela 5.14). Nessas escolas encontravam-se matriculados 570.970 alunos, entre crianças, adolescentes e adultos.

Considerando que o resultado obtido pudesse ser extrapolado para as demais escolas do município, pode-se calcular qual seria a economia no consumo de água se todas as escolas apresentassem igual redução, na ocasião de uma possível instalação de equipamentos economizadores. A redução de consumo observada na Escola Municipal Governador Ozanan Coelho foi de 2,81 L/pessoa.dia. Adotando-se um mês de 30 dias, mas onde sejam considerados apenas 22 dias de atividades (exceto sábados e domingos), obter-se-ia uma economia de cerca de 1.605m³/dia ou 35.297 m³/mês. O volume diário economizado seria suficiente para abastecer por cerca de 2 dias uma cidade como Moeda (RMBH), que tem 4769 habitantes, adotando-se um consumo *per capita* de 150 L/hab.dia.

Tabela 5.14 - Número de estabelecimentos de ensino e matrículas iniciais por dependência administrativa – Belo Horizonte - 2003

Dependência administrativa	Número de estabelecimentos	%	Número de matrículas	%
Estabelecimentos de ensino fundamental	582	100,00	374.889	100,00
Escola pública federal	2	0,34	1048	0,28
Escola pública estadual	208	35,74	158.768	42,35
Escola pública municipal	163	28,01	149.995	40,01
Escola particular	209	35,91	65.078	17,36
Estabelecimentos de ensino médio	240	100,00	141.022	100,00
Escola pública federal	3	1,25	2155	1,53
Escola pública estadual	105	43,75	94.106	66,73
Escola pública municipal	26	10,83	17.213	12,21
Escola particular	106	44,17	27.548	19,53
Estabelecimentos de ensino - educação pré-escolar	831	100,00	55.059	100,00
Escola pública federal	0	0,00	0	0,00
Escola pública estadual	21	2,53	7.686	13,96
Escola pública municipal	63	7,58	8.079	14,67
Escola particular	747	89,89	39.294	71,37
Total	1653	-	570.970	-

Fonte: Dados de IBGE (2004)

5.3 Resumo dos resultados

Local	Ação implementada	Público alvo	Material e métodos utilizados	Período monitorado		Variação no consumo de água	Economia total de água no período posterior à ação	Retorno do investimento	
				Anterior à ação	Posterior à ação				
Escola Municipal Governador Ozana Coelho	Trabalho de Educação Ambiental (1º ciclo de palestras)	Alunos da 3ª a 5ª séries	Palestras Cartazes Folheto-resumo Leituras de hidrômetro Casinha-modelo Carteirinha de “Amigo da Água”	10/02/04 a 27/04/04	27/04/04 a 15/06/04	Na escola aumento de 10%	-	-	
						Nas residências dos alunos (leitura do hidrômetro) Nas residências dos alunos (dados da COPASA)			17 residência com redução de 25% 2 residência com aumento de 14% 43 residência com redução de 23% 15 residência com aumento de 36%
	Instalação de equipamentos economizadores	Todos os alunos e funcionários da escola	11 torneiras de fechamento automático 11 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão	10/02/04 a 14/06/04	01/08/04 a 23/11/04	redução de 16%	240m ³	7 meses e 27 dias	
Residências de famílias de baixa renda do bairro Capitão Eduardo	Instalação de equipamentos economizadores	Famílias com renda mensal de até 3 salários mínimos	13 torneiras de fechamento automático 12 reguladores de vazão para torneiras 9 válvulas de descarga de ciclo variável com regulagem de vazão 1 caixa de descarga de embutir	dez/02 a jun/04	jul/04 a jan/05	6 residência com redução de 24% 7 residência com aumento de 23%	redução geral de 7,5%	220m ³	43 meses e 27 dias
						5 residência com redução de 31% 7 residência com aumento de 11% 5 residência com redução de 16% 4 residência com aumento de 16% 1 residência com redução de 26%			

6 - CONCLUSÕES

“A persistência é irmã da excelência. Uma é questão de qualidade; a outra questão de tempo”

6 CONCLUSÕES

As conclusões que se seguem embasaram-se na revisão de literatura sobre a utilização de equipamentos economizadores de água e educação ambiental, e no trabalho realizado nas residências de famílias de baixa renda e na escola de ensino fundamental do bairro Capitão Eduardo, localizado região Nordeste de Belo Horizonte.

Tarifas elevadas e o não conhecimento do benefício da “tarifa social” têm dificultado a universalização do acesso à água por famílias carentes, residentes nas periferias de grandes cidades, devido ao comprometimento de um percentual significativo da renda dessas no pagamento de tarifas. Assim, a redução do consumo de água das famílias de baixa renda seria um mecanismo para se promover a inclusão social através da viabilização do acesso lícito ao abastecimento de água, pela redução do gasto mensal com o pagamento pelo uso desse bem.

Embora a comparação das eficiências dos equipamentos economizadores utilizados fosse inicialmente um objetivo, esse não pôde ser alcançado devido ao pequeno número de amostras estudadas, que demonstraram apenas uma tendência.

Apesar da dificuldade geralmente encontrada para se determinar um indicador que meça a resposta da educação ambiental, a utilização da variação do consumo de água nas residências dos alunos mostrou-se satisfatório como esse instrumento. Vale a pena ressaltar que os resultados mostrados nesta pesquisa representam apenas uma tendência, devido à pequena quantidade de dados e o grande número de variáveis que podem influenciar no processo, como variação momentânea do número de consumidores ou ocorrência de vazamento no período.

Dentre as 35 famílias participantes, 12 (34%) tinha criança estudando na 3^a, 4^a ou 5^a séries da E. M. Governador Ozanan Coelho e dessas 12 residências, 9 (82%) apresentaram redução do consumo de água. Pode-se perceber então uma tendência de que o trabalho de educação ambiental realizado na escola junto às crianças tenha contribuído para a redução do consumo de água das famílias.

Mais do que resultados de redução do consumo de água nas residências, o trabalho de educação ambiental pode ser considerado satisfatório pela mobilização obtida em torno do assunto que, apesar de estar em pauta na atualidade, não vinha sendo abordado na comunidade. O envolvimento e o interesse das crianças pelo trabalho e a maneira como as informações foram levadas até os pais e/ou responsáveis é positiva. Como todo trabalho de educação, esse deve ser continuado para obter resultados efetivos a médio e longo prazo. Esta pesquisa foi um primeiro passo que confirmou que a educação pode ser uma alternativa para atenuar diversas dificuldades enfrentadas pela sociedade, inclusive as sócio-econômicas e ambientais.

A economia de água alcançada com a utilização dos equipamentos economizadores nas residências foi de cerca de 220m³ de jul/04 a jan/05, correspondendo a 7,5% do consumo. O retorno dos investimentos realizados na instalação dos equipamentos economizadores nas residências só é obtido após cerca de 4,5 anos. A demora do retorno dos custos possivelmente pode ser explicado pelo baixo consumo *per capita* diário na comunidade e pelo custo elevado dos equipamentos economizadores, cerca de 7 vezes o valor do equipamento convencional. Na prática, é esperado que não se alcance retorno de investimento, já que as famílias que consomem menos que 10m³/mês pagam a “taxa mínima”, que é fixa. Nestes casos a redução de consumo não se traduz em redução do dispêndio com água, impossibilitando que o investimento realizado tenha retorno.

Foi expressiva a economia de água alcançada na escola com a utilização dos equipamentos economizadores (cerca de 240m³ de ago/04 a nov/04, correspondendo a 16% do consumo). As intervenções mostraram-se economicamente viáveis, uma vez que os investimentos realizados na instalação dos equipamentos retornam após 7 meses e 27 dias.

7 - RECOMENDAÇÕES

“Perseverança é o trabalho árduo que se faz
depois de já se estar cansado do
trabalho que se fez”

7 RECOMENDAÇÕES

Após a conclusão da pesquisa, observações realizadas resultaram em algumas recomendações a serem deixadas para trabalhos futuros:

- A dificuldade enfrentada na obtenção do consentimento dos moradores para instalação dos equipamentos nas residências pode ser considerada normal já que a desconfiança muitas vezes é a “arma” utilizadas pela sociedade para se defender das possíveis ameaças. No entanto, ao serem realizados outros trabalhos que envolvam comunidades, recomenda-se que a etapa de informação e explicação sobre os objetivos e procedimentos da pesquisa seja enfatizada para que se alcance um resultado de convencimento e participação mais positivos, num menor espaço de tempo;
- É importante que o desempenho dos equipamentos sanitários economizadores instalados tanto nas residências quanto na escola seja acompanhado também a longo prazo para que se possam avaliar a durabilidade e eventuais problemas dos produtos;
- Conforme pôde ser observado em algumas residências monitoradas, o material utilizado nas instalações hidráulicas eram de baixa qualidade, levando a ocorrência de vazamentos e, conseqüentemente, a um consumo de água elevado. Recomenda-se que seja realizado estudo para avaliação do impacto da redução do consumo de água em residências de famílias de baixa renda a partir da utilização de materiais de boa qualidade nas instalações hidráulicas prediais;
- Recomenda-se que o acesso ao benefício da 'tarifa social' oferecido pelas companhias de saneamento seja automático para as residências de bairros de baixa renda que apresentem histórico de consumo menor que 15 m³ mensais (limite estipulado pela legislação regulamentadora) ou que essas famílias sejam notificadas na conta de que podem ter direito ao benefício, em procedimento semelhante ao adotado pela concessionária de energia elétrica de Minas Gerais ;
- Apesar de os equipamentos instalados tanto nas casas quanto na escola serem considerados invioláveis e serem indicados para utilização em banheiros públicos, eles foram danificados com razoável rapidez e facilidade. É importante que se realizem pesquisas para modificação dos

equipamentos economizadores de água disponíveis no mercado para torná-los mais robustos e menos vulneráveis ao vandalismo;

- Para uma cobrança mais justa pelo consumo de água, e redução do consumo motivada pelo decréscimo dos valores mensais das contas, seria importante a criação de legislação que obrigasse a instalação de hidrômetros nas unidades habitacionais de edifícios de apartamentos, como já acontece em algumas cidades, como Curitiba, Aracaju, Campos Grande, Brasília e Florianópolis;
- Recomenda-se o monitoramento da pressão hidráulica nas residências, considerada um fator bastante relevante nas perdas de água de um sistema. Merece especial atenção os subsistemas de alimentação predial, já que esses são solicitados diretamente pela pressão da rede pública;
- Denota-se a importância da realização de um trabalho de prevenção e detecção de vazamentos em residências de famílias de baixa renda, uma vez que esse não foi contemplado na presente pesquisa e pode representar uma significativa contribuição para o combate ao desperdício de água através de perdas;
- Como não foi possível comparar com segurança as eficiências dos equipamentos economizadores utilizados, devido ao pequeno número de amostras, recomenda-se que um estudo mais amplo seja realizado, a fim de que se possa alcançar esse objetivo;
- Recomenda-se ainda que seja realizado estudo que contemple a instalações de equipamentos economizadores de água em diversos pontos de consumo nas residências de famílias de baixa renda, possibilitando a avaliação do potencial de redução desses dispositivos trabalhando em conjunto;
- São necessárias a intensificação e a continuação da educação ambiental, especialmente direcionada às crianças, como um importante instrumento para a obtenção do uso racional da água. Recomenda-se ainda uma efetiva inclusão da educação ambiental multidisciplinar nas escolas municipais, conforme preconizado pela Lei Orgânica de Belo Horizonte (BELO HORIZONTE, 1990). Os resultados dessa educação possivelmente só serão efetivamente percebidos a longo prazo e exigirão grande persistência, para a criação de uma “cultura de economizar”;
- Uma vez que os professores são legítimos multiplicadores do conhecimento, recomenda-se a realização de um trabalho de educação ambiental direcionado a eles, através de oficinas, palestras e material de apoio. Pôde-se perceber, durante o trabalho realizado na escola, um contraste: o

profundo engajamento de alguns poucos professores nas causas ambientais e um descaso com o assunto da parte de outros;

- Contribuindo para o uso racional da água, seria importante que as famílias que consomem menos que 10m³/mês de água pagassem somente pelo consumido. A taxa fixa muitas vezes incentiva o desperdício e desmotiva a economia;
- Sugere-se a avaliação da viabilidade de implantação de política pública de financiamento para aquisição de equipamentos especiais a serem instalados em domicílios de baixa renda e em escolas públicas, uma vez que esses têm demonstrado uma resposta positiva na redução do consumo de água;
- Colaborando com a preservação ambiental e o desperdício de água, é necessária a criação de programas e leis que incentivem à eliminação gradativa dos equipamentos sanitários convencionais do mercado e que esses sejam substituídos por modelos economizadores. Isso ocorreu com as bacias sanitárias que, desde o ano de 2002, obrigatoriamente devem ser capazes de realizar adequadamente o arraste dos dejetos e a limpeza interna com a utilização de cerca de 6L de água. A maior produção de modelos economizadores possibilitaria reduzir seus preços, aumentando sua acessibilidade.

8 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

“Quando se consegue ler algo sem esforço, foi necessário grande esforço para o escrever”

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, D. L., SIEGRIST, R. L. The performance of ultra-low-volume flush toilets in Phoenix. **Journal of the American Water Works Association**, v.88, July 1996.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 13713/96: Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático**. Rio de Janeiro. 1996.
- AYRES ASSOCIATES. **The impact of water conserving plumbing fixtures on institutional and multi-family water use**. Tampa, Florida, October 1993. (Report prepared for: The City of Tampa Water Department Water Conservation Section) *apud* OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. 1999. 344f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da USP, São Paulo.
- ASSOCIAÇÃO DAS EMPRESAS DE SANEAMENTO BÁSICO ESTADUAIS – AESBE. Responsabilidade Social – Ações sociais beneficiam comunidades e revertem-se em ganhos para as empresas. **Jornal AESBE** - Ano III, n. 8. Brasília, jan. fev. 2004.
- ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS SERVIÇOS MUNICIPAIS DE SANEAMENTO - ASSEMAE. Bolsa de informações sobre tarifa de água e esgoto BIT – dez. 2003 - jan. 2004. **Jornal da ASSEMAE**. Brasília, 2004.
- ALVES, W. C., PAULA SOBRINHO, A., COSTA, A. J. M. P., BASTOS, C. P. Programa de economia de água de Santo André: desenvolvimento de metodologias, planejamentos e procedimentos operacionais visando o combate às perdas de água em setor piloto de sistema público de distribuição. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 1999.
- AMENGA-ETEGO, R. The impacts of World Bank policies. **The Washington Post**, Accra, Ghana, 04. mai. 2004.
- ANDRÉ, P. T. A., PELIN, A. E. R. **Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998. 46 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B1).
- BANCO MUNDIAL. **Gerenciamento de recursos hídricos**. MMA, SRHAL, 2003. 289p. *apud* TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.
- BARRETO, D., ROCHA, A. L., NOGUEIRA, S. M. Caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários economizadores de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 1999.
- BELO HORIZONTE. Do meio ambiente. In: **Lei Orgânica do Município de Belo Horizonte**, Belo Horizonte. cap. 4, 1990.
- BIO – REVISTA BRASILEIRA DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE. **Pobres pagam água muito mais cara**. Ano XI, n. 14. Rio de Janeiro, abr. jun. 2000.
- CARDIA, N., ALUCCI, M. P. **Subsídios às campanhas de educação pública voltadas à economia de água**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998.64 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B2).

COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO – SABESP. **Pura: Estudos de caso.** São Paulo, 2004. Disponível no site: <<http://www.sabesp.com.br/pura/cases/default.htm>> Acesso em: 18. mar. 2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE MINAS GERAIS – COPASA. **Programas Sociais – Projeto Chuá.** Belo Horizonte, [199?]. Disponível no site: <<http://www.copasa.com.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?sid=116>> Acesso em: 18. mar.2005.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DE SERGIPE – DESO. **Educação Ambiental.** Sergipe, [2003?]. Disponível no site: <<http://www.deso-se.com.br>>. Acesso em: 18. mar.2005.

CONFERÊNCIA DAS NAÇÕES UNIDAS SOBRE O MEIO AMBIENTE E O DESENVOLVIMENTO – UNCED. Promoção do ensino, da conscientização e do treinamento . In: **Agenda 21**, Rio de Janeiro, 1992. cap. 36.

CZAPSKI, S. Escassez de água é um dos maiores problemas do século. **Jornal Valor Econômico**, São Paulo, p. B4, 03. e 04. mai. 2004.

DEPARTAMENTO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO DE PORTO ALEGRE – DMAE. Projeto **Tratando a Água Conosco.** Porto Alegre, [2003?]. Disponível no site: <<http://www.portoalegre.rs.gov.br/dmae>> Acesso em: 18. mar. 2005.

DOCOL – METAIS SANITÁRIOS. **Catálogo de Produtos:** catálogo. Joinville, 2003.

EMPRESA DE INFORMÁTICA E INFORMAÇÃO DO MUNICÍPIO DE BELO HORIZONTE - PRODABEL. **Dados disponibilizados.** Belo Horizonte, 2000. Disponível no site: <<http://www.pbh.gov.br/prodabel/dadosdisponib.htm>> Acesso em: 01 out. 2003.

FABRIMAR. **Coleção 2003:** catálogo. Brasil, 2003. 41p.

GLEICK, P.H. (Ed.). **Water in crisis: a guide to the world's fresh water resources.** New York: Oxford University Press, 1993. 473p. *apud* TUNDISI, J. G. **Água no Século XXI: Enfrentando a Escassez.** São Carlos: RiMa, IIE, 2003. 248p.

GONÇALVES, O. M., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais.** Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana, 1999.39 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; F1).

GONÇALVES, O. P. **Bases metodológicas para a racionalização do uso de água e energia no abastecimento público de água em São Paulo.** Mimeo, 1995. Dissertação de Mestrado. IEE/EP/IF/FEA. pág. 95. *apud* ANDRÉ, P. T. A., PELIN, A. E. R. **Elementos de análise econômica relativas ao consumo predial.** Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998. 46 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B1).

GRISHAM, A., FLEMING, W. M. Long-term options for municipal water conservation. **Journal of the American Water Works Association**, v.81, 1989.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades@ Belo Horizonte – Ensino – matrículas, docentes e rede escolar 2003.** Rio de Janeiro, 2004. Disponível no site: <<http://www.ibge.gov.br>> . Acesso em: 04 mar. 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional de Saneamento Básico 2000.** Rio de Janeiro, 2002.

INTERNATIONAL WATER MANAGEMENT INSTITUTE – IWMI. **World water supply and demand**. Colombo, Sri Lanka:International Water Management Institute, 2000.

JENSEN, R. **Indoor water conservation**. Texas Water Resources 17(4). 1991. apud UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Cleaner Water Through Conservation**. cap. 3 - How to conserve water and use it effectively. EPA 841-B-95-002. Abr. 1995 Disponível no site: <<http://www.epa.gov/OW/you/chap3.html>> Acesso em: 09. mai. 2004.

MAYER, BENNETT, W. P., DEOREO, D., HARRIS, W.B., MUIR, R., DANIEL. Great expectations - actual water savings with the latest high-efficiency residential fixtures and appliances. Water Sources Conference Proceedings. **Proceedings**. Las Vegas, NV.January 27 - 30, 2002. Disponível no site: <<http://www.awwa.org/waterwiser/references/abstract.cfm?id=53321&start=1&kw=>>Acesso em: 11. mai. 2004.

MENDONÇA, A. S., VALERI, M. **Programa de Utilização Racional de Água (PURA)**. Relatório parcial. Departamento de Água e Esgoto - DAE – SABESP, São Paulo, 2001.

MINAS GERAIS. **Resolução nº 004/2003**, de 28 de fevereiro de 2003.Disponível no site: <<http://www.copasa.com.br/tarifas/tarifas.htm> > Acesso em: 22 set. 2003.

NEVES, R. SP tem menos água disponível do que NE. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p. C4, 14 jul. 2003.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios**. 1999. 344f. Tese de Doutorado - Escola Politécnica da USP, São Paulo.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA - UNESCO. Compartilhar a água e definir o interesse comum. In: **Água para todos: água para a vida**. Edições Unesco, p. 25-26. (Informe das Nações Unidas sobre o desenvolvimento dos recursos hídricos no mundo). 2003. apud TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

ORGANIZAÇÃO NÃO GOVERNAMENTAL ÁGUA E CIDADE – ONG ÁGUA E CIDADE. **Programa Água na Escola**. [S.I], [2004?]. Disponível no site: <www.aguaecidade.org.br/aguaescola.asp> Acesso em: 18. mar. 2005.

PLANETA ORGÂNICO. **2003 – Ano Internacional da Água Doce, 22 de março – Dia Internacional da Água**. [2003?]. Disponível no site: <<http://www.planetaorganico.com.br/agua2003.htm>> Acesso em: 11. mar. 2005.

SCHMIDT, W. Revisão de: GONÇALVES, O. M., IOSHIMOTO, E., OLIVEIRA, L. H. **Produtos economizadores de água nos sistemas prediais**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana, 1999. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; F1). Brasília: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2004.

SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L., GONÇALVES, O. M. **Apresentação do programa**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, 1998. 48 p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; A1).

SOARES, P. “Preços do governo” comem um terço da renda. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p. B1, 02 fev. 2004.

THAME, A. C. M. **Projeto de Lei Federal Nº 6963/2002**. Institui diretriz sobre a obrigatoriedade de implantação de programas de racionalização do uso da água. Brasília, 2002. Disponível no site:

<http://www.camara.gov.br/INTERNET/DEPUTADO/Dep_Detalhe.asp?id=524132> Acesso em: 31. out. 2004.

TOMAZ, P. **Conservação da água**. [S.I.: s.n.], [2003?].

TUNDISI, J. G. **Água no século XXI: enfrentando a escassez**. São Carlos: RiMa, IIE, 2003.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Cleaner Water Through Conservation**. cap. 3 - How to conserve water and use it effectively. EPA 841-B-95-002. Abr, 1995 Disponível no site: <<http://www.epa.gov/OW/you/chap3.html>> Acesso em: 09. mai. 2004.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Cases in water conservation: how efficiency programs help water utilities save water and avoid costs**. Office of Water. EPA 832-B-02-003. jul. 2002. Disponível no site: <<http://www.epa.gov/OW-OWM.html/water-efficiency/utilityconservation.pdf>> Acesso em: 09. mai. 2004.

VIVEIROS, M., IWASSO, S. Troca de vaso é arma contra racionamento. **Folha de São Paulo**, São Paulo, p. C4, 22 out. 2003.

WAACK, J. P. S., PASTOR, J. C. **Revisão de: Estratégias de comunicação e educação**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. Secretaria de Política Urbana, 1999. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B6). Brasília: Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2004.

WHITCOMB, J. B. Water reductions from residential audits. **Water Resources Bulletin** 27(5):761-767. 1991. *apud* UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – USEPA. **Cleaner Water Through Conservation**. cap. 3 - How to conserve water and use it effectively. EPA 841-B-95-002. Abr. 1995 Disponível no site: <<http://www.epa.gov/OW/you/chap3.html>> Acesso em: 09. mai. 2004.

YOSHIMOTO, P. M., GONÇALVES, O. M., Silva, S. M. N., OLIVEIRA, L. H. Implementação das ações de redução de consumo de água no Complexo Hospitalar – Hospital das Clínicas/SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 1999.

ZAPONI, J. R. C. **Curso de educação ambiental escolar**. Programa de educação ambiental "Ti Ti Ti do Quati". Parque Municipal das Mangabeiras. Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Desenvolvimento Urbano. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. Belo Horizonte, módulo II. 2002.

ANEXO 01

**Questionário de Caracterização:
famílias participantes e aluno**

ANEXO 02

**Questionário – Avaliação da Satisfação do Usuário:
famílias das residências participantes**



QUESTIONÁRIO

Avaliação da Satisfação do Usuário

Morador: _____ Data: ____/____/____
Rua: _____ Nº: _____
Nome de quem respondeu: _____
Equipamento instalado: _____

01) A instalação da descarga/torneira/regulador causou algum incômodo em sua casa?
() Sim Qual? _____ () Não

02) Quantas vezes você precisa apertar a descarga/torneira nova do banheiro?
() 1 () 2 () 3 () mais de 3

03) Com a troca da descarga/torneira/regulador, o banheiro da sua casa
() melhorou muito () não mudou () piorou
() melhorou () piorou muito
Porque? _____

04) Com a troca da descarga/torneira/regulador, a sua conta de água
() aumentou muito () não mudou () diminuiu muito
() aumentou () diminuiu () variou

05) Você recomendaria a troca da descarga/torneira/regulador de outras casas?
() Sim () Não

06) Você trocaria outras(o)s descargas/torneiras/reguladores de sua casa?
() Sim () Não

07) Hoje você saberia dizer o que é "Tarifa Social"?
() Sim () Não

08) Você foi até a Copasa para saber sobre a "Tarifa Social"?
() Sim () Não Porque? _____

09) A troca da descarga/torneira/regulador atendeu suas expectativas?
() Sim () Não Porque? _____

10) Porque você aceitou participar desta pesquisa? _____

11) Você tem alguma sugestão ou reclamação a fazer? _____

ANEXO 03

**Questionário – Avaliação da Satisfação do Usuário:
alunos e funcionários da escola**

QUESTIONÁRIO
AValiação da Satisfação do Usuário



Nome: _____

Turno: () manhã () tarde () noite

Ciclo: _____

1) Com a troca das torneiras, o banheiro da escola

- () melhorou muito () piorou
() melhorou () piorou muito
() não mudou

2) Com a troca das descargas, o banheiro da escola

- () melhorou muito () piorou
() melhorou () piorou muito
() não mudou

3) Quantas vezes você precisa apertar a torneira nova do banheiro para lavar as mãos ?

- () 1 () 2 () 3 () mais de 3

4) Quantas vezes você precisa apertar a descarga nova do banheiro para limpar o vaso ?

- () 1 () 2 () 3 () mais de 3

5) Você recomendaria a troca das torneiras de outras escolas ?

- () Sim () Não

6) Você recomendaria a troca das descargas de outras escolas ?

- () Sim () Não

7) Você trocaria a torneira da sua casa por uma igual a da escola ?

- () Sim () Não

8) Você trocaria a descarga da sua casa por uma igual a da escola ?

- () Sim () Não

9) Algumas das torneiras novas foram estragadas. Porque você acha que isso aconteceu ? (Por favor, responda atrás da folha)