

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Departamento de Arquitetura e Construção

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**AVALIAÇÃO DO USO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES
PÚBLICOS E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA
INSTALAÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS NOS PONTOS
DE CONSUMO**

Laís Aparecida Ywashima
Orientadora: Prof^a. Dr^a. Marina Sangoi de Oliveira Ilha

Campinas, SP
Fevereiro de 2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
Departamento de Arquitetura e Construção

**AVALIAÇÃO DO USO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES
PÚBLICOS E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA
INSTALAÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS NOS PONTOS
DE CONSUMO**

Eng^a. Laís Aparecida Ywashima

Dissertação de Mestrado apresentada à Comissão de Pós-Graduação da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de concentração de Edificações.

Campinas, SP
Fevereiro de 2005

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA ÁREA DE ENGENHARIA - BAE - UNICAMP

Y98a Ywashima, Laís Aparecida
Avaliação do uso de água em edifícios escolares
públicos e análise de viabilidade econômica da
instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de
consumo / Laís Aparecida Ywashima.--Campinas, SP:
[s.n.], 2005.

Orientador: Marina Sangoi de Oliveira Ilha.
Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de
Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo.

1. Instalações hidráulicas e sanitárias. 2. Escolas –
Edifícios. 3. Água - Conservação. I. Ilha, Marina
Sangoi de Oliveira. II. Universidade Estadual de
Campinas. Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e
Urbanismo. III. Título.

Titulo em Inglês: Water use evaluation in public schools buildings and
economic feasibility analysis of installation of water
saving technologies.

Palavras-chave em Inglês: Plumbing Systems, Building school, water
conservation e Water saving technologies

Área de concentração: Edificações.

Titulação: Mestre em Engenharia Civil

Banca examinadora: Ariovaldo Denis Granja, Lúcia Helena de Oliveira

Data da defesa: 23/02/2005

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO
Departamento de Arquitetura e Construção

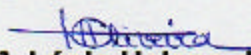
**AVALIAÇÃO DO USO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES
PÚBLICOS E ANÁLISE DE VIABILIDADE ECONÔMICA DA
INSTALAÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS NOS PONTOS
DE CONSUMO**

Eng^a. Laís Aparecida Ywashima

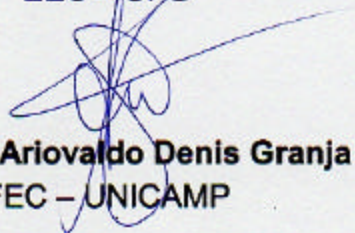
Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



Prof^a. Dr^a. Marina Sangoi de Oliveira Ilha
Presidente e Orientadora/FEC – UNICAMP



Prof^a. Dr^a. Lúcia Helena de Oliveira
EEC – UFG



Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja
FEC – UNICAMP

Campinas, 23 de fevereiro de 2005.

“A água mais cara é aquela que não se tem”

Rubens Costa

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Silvia e Yoshio

Aos meus irmãos, Francine e Fábio

Aos meus avós, Kiyo, Seiei,

Michiko (em memória) e Masumi

AGRADECIMENTOS

Agradeço meus pais e meus avós pelo apoio e incentivo incondicionais e pelo exemplo que sempre serão para mim.

À minha orientadora Prof^ª. Dr^ª. Marina Sangoi de Oliveira Ilha pela incansável orientação, grande ajuda, ensinamentos e amizade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo de mestrado.

Ao Prof. Dr. Ariovaldo Denis Granja, Prof. Dr. Orestes Marraccini Gonçalves e ao Prof. Dr. Simar Vieira de Amorim pelas contribuições que foram de fundamental importância para a conclusão deste trabalho.

Ao Eng. Antonio Alves Pereira Junior da Docol, ao Eng. Fabio Camurri A. de Campos da Deca e ao Eng. Cassio Lima pelas informações técnicas fornecidas para o desenvolvimento desse trabalho.

À equipe do Lepsis (Laboratório de Ensino e Pesquisa em Sistemas Prediais) em especial: Camila, Carolina, Eliza, Fernanda, Fernando, João Carlos, Letícia, Lia, Luciana, Stephanie, Solange e Otoniel pelo apoio, perseverança e ambiente colaborativo. Sobre tudo, agradeço a amizade e o espírito de equipe que sempre esteve presente no grupo.

Aos diretores, funcionários, professores e alunos das escolas visitadas que pacientemente nos receberam e responderam às nossas perguntas e solicitações.

À Secretaria Municipal de Educação de Campinas pelo fornecimento dos documentos técnicos relativos ao projeto das escolas e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto de pesquisa na qual se insere esse trabalho.

Aos meus irmãos pelo apoio e companheirismo.

Aos meus amigos pelo apoio e amizade em momentos difíceis longe da família e pelos momentos de alegria, em especial, à Regina pela grande paciência e ajuda em todos esses anos; ao Alaor, Cristine, Marcus, Nelma e Roberta pela agradável convivência e ao Kazuo e ao Jó pelo apoio e incentivo à distância.

Às minhas sempre amigas, Christianne, Katia, Raquel, Regina e Patrícia, pela eterna torcida.

Aos meus amigos e colegas da pós-graduação pelo agradável convívio, dicas e troca de experiências.

Às minhas tias, tios, primas e primos pela torcida e carinho.

MUITO OBRIGADA!

SUMÁRIO

Lista de Figuras	xv
Lista de Tabelas	xvii
Lista de Siglas e Abreviaturas	xxi
Resumo.....	xxiii
Abstract	xxiv
1. Introdução.....	1
1.1 Estrutura do Trabalho	4
2. Objetivos	7
3. Uso Racional e Conservação de Água em Edifícios	9
3.1 Trabalhos Nacionais	12
3.1.1 <i>Tipologia escolar</i>	20
3.2 Trabalhos estrangeiros	31
3.2.1 <i>Tipologia escolar</i>	37
3.3 Avaliação Econômica de Investimentos de Programas de Uso Racional da Água em Edifícios	40
3.4 Tecnologias economizadoras para pontos de consumo de água	49
4. Avaliação do uso da água em edifícios escolares públicos.....	51
4.1 Seleção da Amostra	52
4.2 Investigação de Campo – material e métodos.....	54
4.3 Resultados e Análises	60
4.3.1 <i>Forma de realização das atividades que envolvem o uso da água</i>	60

4.3.2	<i>Caracterização de um dia típico de consumo de água</i>	90
4.3.3	<i>Metodologia para avaliação do índice de percepção dos usuários (IU) para o uso racional de água</i>	103
4.3.4	<i>Análise do comportamento histórico do consumo de água</i>	141
5.	Avaliação econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água	149
5.1	Seleção de Tecnologias economizadoras para pontos de consumo de água em escolas 150	
5.2	Método para Avaliação Econômica da Instalação de Tecnologias Economizadoras	151
5.2.1	<i>Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo.....</i>	153
5.2.2	<i>Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras.....</i>	153
5.2.3	<i>Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo.....</i>	154
5.2.4	<i>Simulação das despesas</i>	155
5.2.5	<i>Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores.....</i>	156
5.2.6	<i>Simulação dos fluxos de caixas.....</i>	157
5.2.7	<i>Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica.....</i>	158
5.3	Aplicação do método proposto	159
5.3.1	<i>Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo.....</i>	160
5.3.2	<i>Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras.....</i>	161
5.3.3	<i>Diagnóstico do consumo atual.....</i>	161
5.3.4	<i>Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo.....</i>	164
5.3.5	<i>Simulação das despesas</i>	165
5.3.6	<i>Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores.....</i>	169
5.3.7	<i>Simulação dos fluxos de caixa e cálculo dos indicadores econômicos.....</i>	169
6.	Considerações Finais	179
	Referências Bibliográficas	185

ANEXO A: Exemplo de questionário elaborado

ANEXO B: Exemplo de planilha de levantamento

ANEXO C: Explicação das alternativas dos questionários

ANEXO D: Relatório da primeira escola visitada - CEMEI 31

ANEXO E: Detalhamento das alternativas de respostas por atividade

ANEXO F: Análise da variância do consumo de água nas escolas

ANEXO G: Conceitos gerais de estatística utilizados nas análises efetuadas

ANEXO H: Caracterização da EMEF 71

ANEXO I: Detalhamento dos valores estimados de redução do consumo de água

ANEXO J: Cotação dos materiais

ANEXO K: Valores de material e mão-de-obra por intervenção

ANEXO L: Definição e variação da taxa Selic

ANEXO M: Rendimentos da caderneta de poupança

ANEXO N: Cotação do dólar e do euro

ANEXO O: Exemplo: Tabela para composição do fluxo de caixa

ANEXO P: Análise de sensibilidade

LISTA DE FIGURAS

Figura 4.1: Forma de realização das atividades – área externa	66
Figura 4.2: Forma de uso das torneiras de uso geral – área externa	67
Figura 4.3: Atividade que mais consome água (áreas externa e interna) – opinião dos usuários.....	68
Figura 4.4: Forma de realização das atividades – área interna	69
Figura 4.5: Forma de realização das atividades – área de serviço/lavanderia	70
Figura 4.6: Atividade que mais consome água (área de serviço/lavanderia) – opinião dos usuários.....	71
Figura 4.7: Forma de realização das atividades – banheiro – limpeza.....	72
Figura 4.8: Forma de uso das torneiras de lavatório – banheiro – usuário.	75
Figura 4.9: Forma de uso do mictório – usuário.	77
Figura 4.10: Existência do chuveiro – funcionário.	77
Figura 4.11: Tempo de duração do banho – funcionário.....	78
Figura 4.12: Motivos para a não utilização do chuveiro – funcionário.	78
Figura 4.13: Quantidade de usos diários do banheiro.....	79
Figura 4.14: Observação do desperdício e/ou perda de água nos pontos de consumo – usuário.	80
Figura 4.15: Motivos pelos quais os pontos de consumo ficam abertos – usuário.	81
Figura 4.16: Forma de realização das atividades – cozinha	82
Figura 4.17: Atividade que mais consome água – cozinha	84
Figura 4.18: Forma de realização das atividades – sala de banho de bebês – banho.	85
Figura 4.19: Forma de realização das atividades – sala de banho de bebês – limpeza.....	86
Figura 4.20: Forma de uso dos pontos de consumo – sala de banho de bebês - limpeza.....	87
Figura 4.21: Distribuição do consumo diário – tipologia CEMEI	97
Figura 4.22: Distribuição do consumo diário – tipologia EMEI	100

Figura 4.23: Distribuição do consumo diário – tipologia EMEF	102
Figura 4.24: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – Grupo A	113
Figura 4.25: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – Grupo A	113
Figura 4.26: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água.	119
Figura 4.27: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário.	120
Figura 4.28: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – CEMEI 31	125
Figura 4.29: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – CEMEI 31	125
Figura 4.30: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – EMEI 158	130
Figura 4.31: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – EMEI 158	130
Figura 4.32: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – EMEF 71	134
Figura 4.33: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – EMEF 71	135
Figura 4.34: Distribuição dos índices de percepção dos usuários para o uso racional de água – escolas do Grupo A	138
Figura 4.35: Distribuição dos índices de percepção dos usuários para o uso racional de água – escolas do Grupo B	140
Figura 4.36: Consumo mensal da escola CEMEI 31.	144
Figura 4.37: Indicador de consumo mensal da escola EMEF 71.	145
Figura 5.1: Variação dos indicadores com o acréscimo no valor do orçamento estimado.....	172
Figura 5.2: Variação dos indicadores com o impacto de redução.....	174

LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Resultados para análise de viabilidade econômica: sistema de reúso e equipamentos economizadores.....	19
Tabela 3.2: Valores empregados para o cálculo do <i>payback</i> atualizado – Escola Estadual de 1º e 2º Graus Fernão Dias Paes.....	23
Tabela 3.3: Caracterização do uso da água nos banheiros da Escola Municipal Integração.	25
Tabela 3.4: Investimentos e economias obtidos com a instalação de tecnologias economizadoras – Escola Municipal Integração.....	26
Tabela 3.5: Resultados da instalação de tecnologias economizadoras – Escola Municipal Integração.	26
Tabela 3.6: Exemplos de PURA desenvolvidos em escolas de ensino fundamental e médio....	28
Tabela 3.7: Exemplo de PURA desenvolvido em escolas de ensino superior.	28
Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água.....	31
Tabela 3.9: Expressões para determinação dos indicadores econômicos.....	41
Tabela 3.10: Principais características dos métodos estáticos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.....	45
Tabela 3.11: Principais características dos métodos dinâmicos para estudo de viabilidade econômica.....	46
Tabela 3.12: Tecnologias economizadoras a serem instaladas nos pontos de consumo de água.	50
Tabela 4.1: Tipologias de escolas da rede municipal de Campinas.....	53
Tabela 4.2: Tipos de questionários aplicados aos usuários das escolas selecionadas.....	55
Tabela 4.3: Seleção de usuários em função do tipo de ambiente e das atividades nele realizadas - população fixa.	57
Tabela 4.4: Seleção da amostra de usuários (funcionários) dos banheiros.....	58
Tabela 4.5: Caracterização das unidades que compõem a amostra.....	60
Tabela 4.6: Atividades que envolvem o uso da água por ambiente e tipologia.....	63
Tabela 4.7: Forma mais freqüente de realização das atividades que envolvem o uso da água.	88

Tabela 4.8: Forma mais freqüente de realização das atividades que envolvem o uso da água.	89
Tabela 4.9: Dia típico das escolas da tipologia CEMEI .	92
Tabela 4.10: Dia típico das escolas da tipologia EMEI .	93
Tabela 4.11: Dia típico das escolas da tipologia EMEF .	94
Tabela 4.12: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia CEMEI .	95
Tabela 4.13: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia CEMEI .	96
Tabela 4.14: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia EMEI .	98
Tabela 4.15: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEI .	100
Tabela 4.16: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia EMEF .	101
Tabela 4.17: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia EMEF .	102
Tabela 4.18: Avaliação da percepção para o uso racional da água nos banheiros e salas de banho – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil .	107
Tabela 4.19: Avaliação da percepção para o uso racional da água na cozinha – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil .	109
Tabela 4.20: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área de serviço/lavanderia – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil .	110
Tabela 4.21: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área externa – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil .	111
Tabela 4.22: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área interna – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil .	112
Tabela 4.23: Avaliação da percepção para o uso racional da água nos banheiros – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio .	114
Tabela 4.24: Avaliação da percepção para o uso racional da água na cozinha – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio .	116
Tabela 4.25: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área externa – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio .	117
Tabela 4.26: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área interna – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio .	118
Tabela 4.27: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Banheiros/Salas de banho .	121
Tabela 4.28: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Cozinha .	122
Tabela 4.29: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Área de Serviço/Lavanderia .	123

Tabela 4.30: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Área Externa	123
Tabela 4.31: Distribuição dos pesos por ambiente.....	124
Tabela 4.32: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Banheiros/Salas de banho	126
Tabela 4.33: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Cozinha	127
Tabela 4.34: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área de Serviço/Lavanderia	128
Tabela 4.35: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área Externa	128
Tabela 4.36: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área Interna	129
Tabela 4.37: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Banheiros	131
Tabela 4.38: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Cozinha	132
Tabela 4.39: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Área Externa	133
Tabela 4.40: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Área Interna	133
Tabela 4.41: Índice de percepção para o uso racional da água das escolas da amostra - Grupo A	136
Tabela 4.42: Índice de percepção para o uso racional da água das escolas da amostra - Grupo B	140
Tabela 4.43: Caracterização das escolas selecionadas para a análise da variabilidade no consumo.....	142
Tabela 4.44: Índices de consumo de água para edifícios escolares.	146
Tabela 5.1: Tecnologias economizadoras para aparelhos/equipamentos sanitários nas escolas selecionadas	150
Tabela 5.2: Estrutura tarifária da água, no Brasil.	154
Tabela 5.3: Intervenções propostas por ponto de consumo – EMEF 71	160
Tabela 5.4: Estimativa dos volumes médios envolvidos no uso dos diferentes pontos de consumo – dia típico – EMEF 71	162

Tabela 5.5: Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras – EMEF 71	163
Tabela 5.6: Valores aplicados para determinação da fatura de água em edifícios de categoria pública na cidade de Campinas.....	165
Tabela 5.7: Preços das intervenções – Tecnologias economizadoras e demais componentes.	167
Tabela 5.8: Preços das intervenções – Tecnologias economizadoras antivandalismo e demais componentes.....	168
Tabela 5.9: Indicadores para os Cenários A, B e C	171
Tabela 5.10: Indicadores para os equipamentos responsáveis pelas maiores reduções.	176

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

ABNT:	Associação Brasileira de Normas Técnicas
B/C:	Benefício-custo
BDI:	Benefícios e Despesas Indiretas
CAPES:	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CECAP:	Companhia Estadual de Casas Populares
CEDIPLAC:	Centro para Desenvolvimento e Documentação da Indústria Hidráulica
CEMEI:	Centro Municipal de Educação Infantil
Cme:	Consumo médio estimado
DTA:	Documentos Técnicos de Apoio
E.E.	Escola Estadual
EMEF:	Escola Municipal de Ensino Fundamental
EMEI:	Escola Municipal de Ensino Infantil
EPA:	Environmental Protection Agency
FEC:	Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo
HC:	Hospital das Clínicas
IC:	Indicador de consumo
InCor:	Instituto do Coração
IP:	Índice de perdas por vazamentos
IPat:	Índice de Patologia
IPT:	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IU:	Índice de percepção para o uso racional da água
IV:	Índice de vazamentos
LEPSIS:	Laboratório de Ensino e Pesquisa em Sistemas Prediais
ONG:	Organização Não-Governamental
PNCDA:	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PRÓ-ÁGUA/ UNICAMP:	Programa de Conservação de Água do <i>campus</i> da UNICAMP

PURA:	Programa de Uso Racional da Água
PURA/USP:	Programa de Uso Racional da Água da USP
SANASA:	Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A
SABESP:	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SELIC:	Sistema Especial de Liquidação e de Custódia
TIR:	Taxa interna de retorno
UNICAMP:	Universidade Estadual de Campinas
USP:	Universidade de São Paulo
VDR:	Volume de descarga reduzido
VPL:	Valor presente líquido
VPLU:	Valor presente líquido unitário

Ywashima, Laís Aparecida – **Avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos e análise de viabilidade econômica da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo** - Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo; Universidade Estadual de Campinas, 2005. 192p. Dissertação de Mestrado.

O volume de água consumido em uma edificação, constante na conta de água, pode ser dividido em duas parcelas: o uso propriamente dito e o desperdício. O desperdício pode ocorrer tanto pela ocorrência de vazamentos como pelo mau uso desse insumo nas diferentes atividades realizadas. Em edificações escolares públicas, é freqüente o uso não racional desse insumo, uma vez que os usuários não são os responsáveis diretos pelo pagamento da conta de água. Inserido nesse contexto, o presente trabalho apresenta a metodologia e os resultados obtidos em uma investigação de campo realizada com o objetivo de identificar a forma de realização das diferentes atividades que envolvem o uso da água em uma amostra de escolas da rede pública de Campinas, com a indicação dos ambientes responsáveis pelas maiores parcelas do consumo e a proposição de uma metodologia para a avaliação qualitativa da percepção dos usuários para o uso racional de água nessa tipologia de edificação. Além disso, tendo em vista que uma das ações para a implementação do uso racional consiste na instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água e que o fator motivador para a implementação desse tipo de intervenção é, na maioria das vezes, de ordem financeira, apresenta-se um método para a avaliação econômica dos investimentos necessários para tanto.

Palavras-chave: sistemas prediais, uso racional de água, tecnologias economizadoras de água, escolas.

ABSTRACT

Ywashima, Laís Aparecida – **Water use evaluation in public school buildings and economic feasibility analysis of installation of water saving technologies** – Faculty of Civil Engineering, Architecture and Urban Design, State University of Campinas, 2005. 192p. Master in Science dissertation.

The water consumption, which is printed in water bills can be divided in two parts: the use itself and waste. The waste is usually due to leaking events or bad use of tap water in several daily activities. In public schools buildings, it's often the irrational use of water due the user is not directly responsible for paying the water bill. In this context, the present research presents the methodology and results obtained in a field survey that was done to identify different ways of water use in a sample of public schools from Campinas, Sao Paulo, and it also be done the identification of which environments are responsible for higher portions of the water consumption and the proposition of a methodology to evaluate the users perception for the rational use of water at this building type. Moreover, one of the alternatives to achieve the rational use of water is the installation of water saving technologies at consumption points and the motivator reason to the implementation of these devices it is, normally, financial issues, then, this work shows a method to evaluate economic feasibility of the essential investments to do it.

Keywords: plumbing systems, rational use of water, water saving technologies, schools.

1. INTRODUÇÃO

Pesquisadores ao longo de todo o mundo vêm alertando sobre a falta de água e sobre o fato de que os grandes centros urbanos têm buscado esse insumo em locais cada vez mais distantes, devido à poluição dos mananciais junto aos grandes centros urbanos. Esses aspectos não apenas encarecem o valor da água para o consumidor final, mas do sistema de abastecimento de água como um todo.

Isso se deve não somente a problemas de oferta (escassez de água, poluição das fontes pelo despejo de esgoto não tratado etc.), mas também pelo uso intensivo e perdas em diferentes partes do sistema, desde as estações de tratamento de água até o ponto de consumo, no interior dos edifícios (demanda).

O Brasil é um país privilegiado com relação à disponibilidade hídrica, pois detém cerca de 11,6% de toda a água superficial do planeta, porém ela não é distribuída uniformemente (UNIVERSIDADE DA ÁGUA, 2005). Os maiores mananciais estão localizados em regiões de menor densidade populacional e aqueles próximos às grandes cidades apresentam grandes índices de poluição, devido à pequena porcentagem de tratamento do esgoto antes de seu lançamento em rios, mares e oceanos.

Azevedo Netto (1967), por exemplo, já alertava, na década de 1960, que nos casos em que o usuário paga um valor na conta de água que não representa o consumo efetivamente realizado, o desperdício poderia ser significativo. Isto ocorre, por exemplo, em edifícios residenciais, onde a medição usualmente é coletiva ou, nessa e

em outras tipologias de edifícios, quando o consumo é inferior à taxa mínima, empregada em diferentes regiões do país.

Some-se a isso o fato de que, em determinadas tipologias de edificações, não há motivação por parte dos usuários finais para o uso racional da água, pois os mesmos não são os responsáveis diretos pelo pagamento da conta de água (NUNES, 2000).

Por outro lado, inexistente uma rotina de manutenção preventiva dos sistemas prediais nas edificações em geral, o que pode ocasionar uma situação de constantes vazamentos e desperdício de água generalizado.

Segundo Gonçalves, Ioshimoto e Oliveira (1998), cerca de 90% da produção de água nas cidades destina-se aos setores residenciais, comerciais e públicos. Assim, a redução de consumo de água nos sistemas prediais assume um papel importante na conservação do meio ambiente, pois além de diminuir a pressão sobre os recursos hídricos, preservando o recurso água, acarreta uma série de economias adicionais advindas do menor volume de água a ser utilizado, tais como: redução de elementos químicos para o tratamento de água e esgoto; economia de energia elétrica (instalações elevatórias); diminuição da poluição das águas dos rios e mananciais, entre outras.

O consumo total de água, independentemente da tipologia de edifício considerado, é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra desperdiçada. A água utilizada é aquela necessária para a realização das diferentes atividades, sendo que o desperdício pode ser decorrente do uso excessivo e/ou perdas.

Consultando-se a bibliografia relativa ao assunto em questão, verifica-se que vários autores apresentam estudos que demonstram que pequenas ações podem implicar em grandes economias de água, dentre as quais se destacam o conserto de vazamentos, a setorização da medição do consumo, a implementação de tecnologias economizadoras e a realização de campanhas de sensibilização dos usuários para o uso racional desse insumo.

Porém, para que sejam obtidos resultados efetivos, um programa de uso racional da água deve partir do diagnóstico do consumo de água na edificação, o qual envolve, entre outros, a investigação dos vazamentos, a observação dos hábitos de uso (comportamento dos usuários) e a identificação dos pontos responsáveis pelo maior consumo de água, de modo a subsidiar o planejamento das atividades a serem desenvolvidas. A comparação do perfil de consumo da edificação, na qual pretende-se implementar um programa desse tipo, com similares (*benchmarking*) se constitui também em uma ação relevante.

Nesse sentido, verifica-se uma certa distinção entre conceitos adotados e, conseqüentemente, entre os valores apresentados por diferentes autores, os quais podem comprometer as análises citadas. Essa constatação é que motivou o desenvolvimento do presente trabalho.

Considerando-se a importância do ambiente escolar para a formação do cidadão e o relato da incidência de grandes índices de vazamentos nessa tipologia de edificação por diferentes autores, os quais são citados na revisão bibliográfica apresentada no capítulo 3, optou-se por ser este o objeto de estudo do presente trabalho.

Dentre as ações a serem desenvolvidas para o planejamento de um programa de uso racional da água nessa tipologia de edificação, foram selecionadas duas delas para estudo no presente trabalho, quais sejam: a observação do comportamento dos usuários ou, a avaliação do uso da água, pela lacuna existente na bibliografia sobre esse assunto e a redução do consumo advinda da instalação de tecnologias economizadoras que depende, em muitos casos, não apenas da eficiência do componente em si, mas também do comportamento dos usuários.

Por outro lado, verificou-se que a maioria dos trabalhos consultados na bibliografia utiliza-se apenas do período de recuperação do investimento (*payback* ou *payback* atualizado) para avaliar a viabilidade econômica das intervenções propostas em um programa de uso racional da água. Vale comentar que uma das grandes críticas que se faz a esse indicador é a dificuldade de se estabelecer um valor máximo para considerá-lo como viável ou não, sendo recomendável, portanto, que o mesmo seja utilizado auxiliarmente na tomada de decisão (e não como um indicador único), pois quanto maior o seu valor, maior o risco envolvido na operação. Isso motivou o estudo de outros indicadores econômicos e a proposição de alguns deles para a avaliação em questão.

1.1 ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente trabalho está estruturado em 6 capítulos, cuja descrição sucinta é apresentada na seqüência.

No capítulo 2 são apresentados os objetivos que nortearam o desenvolvimento dessa dissertação de mestrado.

O capítulo 3 apresenta conceitos e vários estudos desenvolvidos por diferentes autores relativos ao uso racional de água e conservação de água em edifícios. Para evidenciar as diferenças existentes, os referidos estudos estão agrupados em trabalhos nacionais e estrangeiros e, dentro dessa classificação, é dado destaque à tipologia escolar. Além disso, apresenta uma revisão bibliográfica relacionada com a avaliação econômica de investimentos.

No capítulo 4 é efetuada uma proposta de método para a avaliação do uso de água em edificações escolares, a partir de um levantamento em campo realizado em uma amostra de escolas da rede pública de Campinas, as quais vêm sendo investigadas, desde agosto de 2002, em um projeto de pesquisa com financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), envolvendo pesquisadores de três universidades de São Paulo, que objetiva o estabelecimento de indicadores de uso racional da água nessa tipologia de edificação.

São apresentadas, nesse capítulo, a seleção e caracterização da amostra, a descrição da investigação experimental, com a metodologia de coleta dos dados (aplicação de questionários aos usuários e observação das atividades por eles desenvolvidas) e, por fim, os resultados obtidos e que embasaram a metodologia de avaliação do uso efetuada nesse trabalho. Também são apresentadas considerações para a determinação de algumas variáveis necessárias para o estabelecimento de metas a serem atingidas com um programa de uso racional da água, tal como o valor do consumo histórico da edificação. Cada uma das proposições é efetuada em conjunto com o desenvolvimento de um estudo de caso dentro da tipologia de edificação em estudo.

O capítulo 5 apresenta a proposta de um método para a avaliação econômica da instalação de tecnologias economizadoras de água nos pontos de consumo, a partir de uma pré-seleção técnica, envolvendo a indicação de quais equipamentos seriam os mais adequados. Estudos de caso, envolvendo diferentes cenários de redução de consumo e respectivos investimentos são apresentados em conjunto.

Finalmente, no capítulo 6, são apresentadas as considerações finais, seguidas das referências bibliográficas e dos anexos.

2. OBJETIVOS

O desenvolvimento do presente trabalho parte da premissa que o desperdício de água em edifícios escolares públicos possa ser reduzido com o desenvolvimento de campanhas de sensibilização e com a instalação de tecnologias economizadoras de água nos pontos de consumo. Assim, têm-se como objetivos principais:

- estudar o comportamento dos usuários no que se refere às atividades realizadas com o emprego de água e propor, a partir disso, uma metodologia qualitativa para avaliação da percepção dos mesmos para o uso racional desse insumo; e,
- propor um método para avaliação econômica dos investimentos necessários para a implementação de tecnologias economizadoras de água, uma das ações a serem realizadas para a redução do desperdício provocado pelo mau uso de água nessa tipologia de edificação.

Constituem-se em objetivos complementares, considerando-se a tipologia de edifício em questão:

- propor um procedimento para o cálculo do consumo histórico de água, de forma que os estudos desenvolvidos nessa tipologia de edificação sejam comparáveis;

- identificar os pontos do sistema predial de água responsáveis pelas maiores parcelas do consumo total da escola, tanto pela intensidade de uso como pelo desperdício, a partir da análise de um dia típico de consumo;
- avaliar, a partir de estudo de caso desenvolvido em escolas de educação infantil, ensino fundamental e médio, o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água;
- analisar a adequabilidade das tecnologias economizadoras disponíveis no mercado nacional para instalação nos pontos de consumo de água de escolas públicas;
- analisar, a partir de cenários diferenciados, a viabilidade econômica dos investimentos necessários para a implementação de tecnologias economizadoras em um estudo de caso realizado em uma escola municipal de ensino fundamental; e,
- fornecer subsídios, a partir das avaliações realizadas, para o desenvolvimento de campanhas de sensibilização dos usuários para a conservação de água.

3. USO RACIONAL E CONSERVAÇÃO DE ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Inicialmente, são apresentados nesse capítulo alguns conceitos relacionados com o uso racional de água em edifícios.

Na seqüência, são descritos trabalhos nacionais e estrangeiros relativos ao assunto, sendo destacados aqueles desenvolvidos na tipologia escolar.

Por fim, como a economia financeira é fator motivador para a implementação de programas de uso racional desse insumo, são apresentados conceitos e considerações relativas à avaliação econômica de investimentos necessários para esse fim, bem como algumas características para a seleção técnica das alternativas a serem estudadas.

Segundo Oliveira (1999), o gerenciamento da utilização da água para a preservação dos recursos hídricos deve ser realizado em três níveis sistêmicos:

- **macro:** correspondente aos sistemas hidrográficos;
- **meso:** sistemas públicos urbanos de abastecimento de água e de coleta de esgoto sanitário; e,
- **micro:** sistemas prediais.

O consumo total de água tarifada, independentemente da tipologia de edifício considerada, é composto por uma parcela efetivamente utilizada e outra desperdiçada. A água utilizada é aquela necessária para a realização das diferentes atividades, sendo que a desperdiçada pode ser decorrente do uso excessivo e/ou perdas. Então, dentro

de uma edificação, o consumo de água medido pode ser dividido em duas parcelas: desperdício e uso.

Oliveira (1999) define **desperdício** como sendo toda a água que está disponível em um sistema e que é perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim ou quando é utilizada de forma excessiva para a realização desta. Dessa maneira, o desperdício engloba **perda** e **uso excessivo**.

A **perda**, definida como sendo toda a água que escapa antes de ser utilizada para uma atividade fim, pode ocorrer devido a:

- **vazamento**: fuga de água de um sistema hidráulico, por exemplo, em: tubulações; tubos e conexões; componentes de utilização; reservatórios; conjunto motor bomba etc.;
- **mau desempenho do sistema**: por exemplo, um sistema de recirculação de água quente operando de modo inadequado, ou seja, com longo período de espera, gerando perda de água antes de ser utilizada pelo usuário; e,
- **negligência do usuário**: por exemplo, torneira deixada aberta ou mal fechada após o uso por displicência ou porque o usuário não quer trocar a torneira.

Uso excessivo, por sua vez, ocorre quando a água é utilizada de modo inadequado em uma atividade. Constituem-se exemplos de uso excessivo:

- **procedimentos inadequados**: banho prolongado, varredura de passeio público com mangueira; e,
- **mau desempenho do sistema**: sistema em que os pontos de utilização de água sejam projetados para vazões superiores às necessárias para a realização das atividades que envolvam o uso da água como, por exemplo, torneiras com vazões elevadas que geram desperdício e causam desconforto aos usuários devido aos respingos d'água.

Logo, o consumo total de água de uma edificação pode ser definido como:

$$\text{CONSUMO} = \text{USO} + \text{DESPERDÍCIO} \quad [3.1]$$

Para a redução do desperdício de água nos edifícios, segundo Oliveira (1999), pode-se implementar:

- **ações econômicas:** através de incentivos e desincentivos econômicos. Os incentivos podem ser alcançados através de subsídios para aquisição de sistemas e componentes economizadores e redução de tarifa, já os desincentivos podem ser implementados com a elevação das tarifas de água;
- **ações sociais:** através de campanhas educativas e de sensibilização do usuário, que impliquem em redução de consumo devido à realização de procedimentos adequados com relação ao uso da água nas atividades e da mudança do comportamento individual;
- **ações tecnológicas:** através da substituição de sistemas e componentes convencionais por economizadores de água, da implementação de sistemas de medição setorizada do consumo de água, da detecção e correção de vazamentos, do reaproveitamento de água e da reciclagem de água servida.

Ressalta ainda que é de grande importância a implementação dos três tipos de ação para que se obtenham resultados desejáveis e a redução de consumo de água seja permanente.

Considerando-se os edifícios existentes (estoque construído), verifica-se que é grande a incidência de patologias nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, independentemente da tipologia considerada (ILHA *et al.*, 2002). Mais especificamente, quando analisados os sistemas prediais de água, tem-se que grande parte das patologias se manifesta através de vazamentos, os quais podem envolver grandes volumes de água desperdiçados.

O conjunto de ações que, conforme citado, podem ser econômicas, sociais e tecnológicas, desenvolvidas com objetivo de economizar água tem sido denominado de Programa de Uso Racional de Água (PURA). Nos itens seguintes são apresentados alguns trabalhos nesse sentido, nacionais e estrangeiros. Os estudos desenvolvidos na tipologia escolar são apresentados em um item em separado, dado o escopo da presente pesquisa.

3.1 TRABALHOS NACIONAIS

No Brasil, algumas iniciativas têm sido verificadas para a conservação de água, devendo-se destacar o Programa de Uso Racional da Água (PURA), desenvolvido em 1995 a 1997, numa parceria entre a Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) e o Instituto de Pesquisa Tecnológica de São Paulo (IPT), e o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), lançado em 1997 pelo Ministério do Planejamento e Orçamento (SILVA, TAMAKI e GONÇALVES, 2002).

Além desses programas, que possuem alcance estadual ou federal, diversos estudos vêm sendo realizados com enfoque nos grandes consumidores (instituições, indústrias e comércios), os quais têm representado impactos de redução significativos no consumo de água.

Basicamente, os estudos nacionais relacionados com o uso racional da água em edificações, disponíveis na bibliografia, consistem no diagnóstico do uso desse insumo, envolvendo um levantamento documental (projetos dos sistemas prediais de água, contas de água etc.), levantamento cadastral e de vazamentos e avaliação do comportamento dos usuários. A partir disso, são efetuadas propostas de planos de intervenção, com a avaliação do impacto de redução no consumo de água obtido (ou estimado) com a sua implementação.

Conforme destacado anteriormente, esse conjunto de atividades tem sido agrupado sob a denominação de Programa de Uso Racional de Água (PURA), cuja metodologia geral foi proposta por Oliveira (1999) e adaptada por diferentes autores, em função das particularidades das edificações estudadas. Consistem em ações do plano de intervenção a setorização/individualização da medição, o conserto dos vazamentos, a sensibilização dos usuários e a instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água. Além disso, a adoção de fontes alternativas de água, tais como o reúso e o aproveitamento de águas pluviais também têm sido contempladas, dentro de um conceito de conservação desse insumo.

Em alguns trabalhos consultados, as referidas ações vêm sendo implementadas na sua totalidade, sendo nítida, porém a ênfase em algumas delas em determinados documentos.

Verifica-se que a sensibilização, apesar de presente na maioria dos referidos estudos, é pouco detalhada, ou até mesmo, não abordada na bibliografia, não existindo dados mais consistentes das ações realizadas e os resultados obtidos. Consistem em exceções os trabalhos divulgados pela Organização Não-Governamental (ONG) Água e Cidade (Água e Cidade, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004a), a maioria deles relacionados com a tipologia escolar, os quais serão comentados com maior detalhe em um item exclusivo, e os trabalhos apresentados por Cardia e Alucci (1998) e Salerno *et al.* (2004).

Segundo Gonçalves (2003), em 2000, a ONG Água e Cidade, em conjunto com o Centro para Desenvolvimento e Documentação da Indústria Hidráulica (CEDIPLAC) estabeleceu uma metodologia, baseada nos programas PURA e PNCD, com o intuito de incentivar a implementação do Programa de Gestão da Água nas Organizações e avaliar esses programas. As etapas da metodologia proposta compreendem: Planejamento e coordenação; Infra-estrutura e organização; Mobilização e sensibilização; Procedimentos; Tecnologias; Manutenção e atualização; Controle e gerenciamento; e, Resultados.

Essas etapas constituem uma auto-avaliação, a ser realizada pelo gestor da água, do nível de comprometimento da organização com a conservação de água e do meio ambiente. As organizações, após a realização da auto-avaliação podem se candidatar ao Prêmio Água e Cidade, que nada mais é do que um sistema de reconhecimento das boas práticas realizadas no sentido de conservar água.

Várias já foram as organizações premiadas nas cinco edições desse prêmio, entre elas escolas, indústrias, hospitais etc.

Salermo *et al.* (2004), por sua vez, apresentam a metodologia que vem sendo empregada para desenvolvimento de uma campanha de sensibilização no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC/UNICAMP), composta por uma investigação experimental contemplando o levantamento dos dados relativos aos usuários, de modo a identificar o seu comportamento no que se refere à utilização da água na edificação.

Outra ação importante dentro de um programa de uso racional da água é a setorização da medição a qual é abordada com maior ênfase em Yamada (2001) e Tamaki (2003).

Para Yamada (2001), com a medição individualizada, a economia de água ocorre sem nenhuma ação complementar de conservação de água, pois o usuário adquire maior consciência quando paga a conta de água em função do consumo.

O referido autor apresenta um estudo de caso no conjunto habitacional da Companhia Estadual de Casas Populares (CECAP), construído na década de 70, localizado na cidade de Guarulhos, SP, composto por diversos blocos de edifícios idênticos. Cerca de 40% dos blocos possuem medição coletiva e o restante medição individualizada. Efetuado o acompanhamento do consumo de água nestes edifícios, verificou-se que o consumo nos apartamentos com medição coletiva era cerca de 17% maior do que nos com medição individualizada.

Tamaki (2003) apresenta um estudo de caso de uso da medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água no *campus* Armando de Salles Oliveira da Universidade de São Paulo (USP), na cidade de São Paulo. Aspectos tais como critérios para a seleção de sistemas de medição, as vantagens da telemedição, os benefícios do emprego de diferentes tipos de sistemas, entre outros, são apresentados nesse trabalho. Destaca também a importância do sistema de monitoramento na detecção de vazamentos, os quais, se consertados rapidamente, evitarão grandes perdas de água.

O impacto de redução no consumo advindo do conserto de vazamentos e/ou instalação de tecnologias economizadoras é destacado, por sua vez, em Oliveira (1999), Nunes (2000); Pedroso (2002); Oliveira Junior (2002), PURA-USP (2004), Pedroso e Ilha (2003), Oliveira Junior, Ilha e Gonçalves (2003), Deca (2003), Ilha *et al.* (2004), SABESP (2004), Araújo (2004), Nunes *et al.* (2004) e Oliveira e Moura (2004).

TESIS (1998) *apud* Oliveira (1999) apresenta um estudo de caso realizado em uma cozinha industrial com sanitários e vestiários para os funcionários. As ações compreenderam: correção de vazamentos e substituição das torneiras convencionais por hidromecânicas, do registro de pressão por válvula hidromecânica no mictório, de alguns registros de pressão por válvula hidromecânica nos chuveiros, das bacias sanitárias com válvula de descarga convencionais por bacia com volume de descarga reduzido (VDR) com válvula de descarga de ciclo fixo e das torneiras convencionais das pias de cozinha pelas de monocomando. O valor do consumo histórico era de 41,17L/refeição e, após correção de vazamentos, reduziu para 36,6L/refeição, ou seja, cerca de 12,41%. Após a troca dos equipamentos convencionais por economizadores, passou para 31,65L/refeição, correspondendo a uma redução de 12,23% com relação à etapa de correção de vazamentos. A avaliação econômica realizada apontou um período de retorno de investimento inferior a um mês para a correção de vazamentos e de 3,5 meses para a substituição dos componentes convencionais por economizadores.

Oliveira (1999) desenvolveu um PURA no Incor (Instituto do Coração), São Paulo. O conserto de vazamentos proporcionou uma redução no consumo mensal de 28,4% e a substituição dos componentes convencionais por economizadores, uma redução de 15,3%. Dessa maneira, a redução mensal no consumo total, das duas etapas, foi de 39,3% o que representa um volume economizado de 5.990m³.

Oliveira Junior (2002) apresenta o sistema de esgoto a vácuo como sendo uma tecnologia em crescente utilização no Brasil, em edificações de uso público. O aspecto favorável deste sistema, que utiliza bacias sanitárias com volume de descarga de 1,2 litros, é a eficácia no transporte dos dejetos, sendo os diâmetros utilizados cerca de metade daqueles encontrados em sistemas de coleta por gravidade. De acordo com Oliveira Junior e Silva Neto (2004), esse sistema já foi instalado em alguns locais do Brasil, sendo que a economia de água está na faixa de 35 a 55% (em volume utilizado).

Oliveira Junior, Ilha e Gonçalves (2003) apresentam uma avaliação da economia advinda da instalação de bacias economizadoras em um conjunto residencial de baixa renda localizado em Pindamonhangaba, SP. Os resultados obtidos indicam que o consumo da bacia sanitária em relação ao consumo geral da residência variou de 14,88 a 39,61% utilizando bacias convencionais, e para o uso de bacias com volume de descarga reduzido os valores variaram entre 11,25 e 28,40%. Das 21 residências em estudo, cinco unidades apresentaram aumento no consumo geral de água, os autores comentam em apenas uma delas não foi possível reduzir o consumo desse equipamento mesmo com o emprego de bacia com volume de descarga reduzido.

Ilha *et al.* (2004) apresentam um levantamento de patologias realizado nos dois primeiros pavimentos dos seis existentes no Hospital das Clínicas da Universidade Estadual de Campinas (HC/UNICAMP). No primeiro pavimento, dos 448 aparelhos/equipamentos sanitários identificados 91 (20,3%) apresentavam alguma patologia manifestada através de desperdício ou perda de água, estimando uma perda de 54,5m³/mês. Já no segundo pavimento, dos 2.382 aparelhos/equipamentos sanitários, 471 (19,8%) apresentavam algum tipo de vazamento, resultando em uma perda de 63,42m³/mês.

Nunes *et al.* (2004) apresentam um levantamento cadastral e de patologias dos equipamentos e uso específico da água (aqueles onde o uso da água é outro que não somente a higienização pessoal e de utensílios), onde foi detectado que o volume estimado perdido nesses vazamentos é de cerca de 0,05% do consumo total do hospital, o qual apresenta um consumo médio de 11.316,56m³ por mês.

De sua vez, poucos são os trabalhos que abordam a questão do aproveitamento de fontes alternativas de forma mais detalhada. Verifica-se que vêm crescendo o número de estudos de caso de reúso de água em indústrias e de aproveitamento de águas pluviais e reúso de esgoto sanitários em residências, dentro do conceito de construção sustentável. Nesse sentido, são comentados sucintamente na seqüência os trabalhos publicados e os estudos de caso apresentados na Conferência latino-americana em construção sustentável, realizada em conjunto com o X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído em julho de 2004, na cidade de São Paulo (claCS'04/ENTAC'04, 2004).

Siqueira Campos e Amorim (2004) comentam três paradigmas sobre o uso de água pluvial em atividades domésticas. O primeiro é a falta de conhecimento do sistema: apesar da simplicidade dos elementos constituintes e do dimensionamento por métodos conhecidos, observam falta na divulgação do conhecimento no meio técnico e na sociedade. O segundo é a qualidade da água pluvial, que se constitui na maior barreira a ser vencida, pois, em condições normais da atmosfera, a chuva possui boa qualidade, entretanto, ao precipitar entra em contato com inúmeros poluentes: telhado, calhas, tubulações e cisterna; porém um sistema com projeto adequado, com dispositivos que garantam a qualidade e com uma manutenção adequada, poderá garantir o fornecimento de uma água com qualidade, principalmente para o uso doméstico. O terceiro e último paradigma é o custo de implementação, nos exemplos estudados pelos autores, o período de retorno de investimento é aceitável e tende a diminuir na medida em que o custo da água potável se eleve.

May e Prado (2004) realizaram um estudo para verificar a qualidade da água de chuva utilizada para consumo não potável. Com base nos resultados das análises da água de chuva os autores aconselham o descarte dos primeiros 15 a 20 minutos de precipitação para que seja feita a limpeza do telhado, devido à concentração elevada de poluentes depositados. Recomendam ainda que a água de chuva armazenada sem qualquer tipo de tratamento pode ser utilizada somente para consumo não potável. Porém, ela tem potencial para utilização na rega de jardins, na lavagem de veículos, calçadas e pátios, na limpeza de vasos sanitários, em sistemas de ar condicionado e em sistemas de combate a incêndios, entre outros. Ressaltam ainda a necessidade de verificação da qualidade e o tipo de tratamento a ser aplicado antes da água ser utilizada, para não por em risco a saúde dos usuários.

Hernandes, Siqueira Campos e Amorim (2004) realizaram um estudo de implementação de um sistema de captação e aproveitamento de água pluvial em uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto, SP. A descarga de bacias sanitárias, lavagem de carros, pisos e irrigação de jardim poderiam ser realizadas com a água proveniente do sistema em questão. Ressaltam que a adoção desse sistema proporcionaria um abatimento de 10m³ mensais, sendo que o valor da conta de água e esgoto passaria de R\$ 83,80 para R\$ 47,95; com um investimento de R\$ 4.518,86, o período de retorno seria igual a 6 anos e 9 meses, a uma taxa de juros de 1% ao mês.

Simioni, Ghisi e Gómez (2004) apresentam dois estudos de caso de aproveitamento de águas pluviais em postos de gasolina das cidades de Florianópolis e Concórdia, SC. A partir dos dados de consumo para lavagens de carros e análise estatística dos dados de precipitação procurou-se otimizar o volume de armazenamento das cisternas, os resultados apontam uma economia de água potável de 84 e 79% nas duas cidades.

De acordo com Fiore, Fernandes e Pizzo (2004) o reúso de água pode ser considerado como parte do uso racional ou eficiente da água, pois representa uma diminuição da produção de efluentes e do consumo de água, devido à possibilidade de substituição de parte da água potável por uma de qualidade inferior. Ressaltam, porém, que no Brasil falta institucionalizar, regulamentar e promover o reúso de água.

Silva, Souza e Allam (2004) apresentam uma proposta para reúso da água dos lavatórios e dos chuveiros para uso em descargas em um edifício residencial localizado em Brasília, DF. O sistema proposto inclui tratamento, recalque e alterações nas configurações dos aparelhos e do sistema de abastecimento das bacias sanitárias. Para análise de viabilidade econômica foram consideradas 3 alternativas: sistema de reúso; substituição de aparelhos convencionais por economizadores e, sistema de reúso e equipamentos economizadores. Para a análise as tecnologias economizadoras escolhidas são: bacia sanitária com volume de descarga reduzido com caixa acoplada, torneiras de fechamento hidromecânico e restritores de vazão de 8L/min nos chuveiros, torneiras e misturadores. Considerando juros de 18%a.a., inflação de 7,5%a.a., juros reais de 6,9%a.a. e vida útil do projeto de 25 anos, os resultados obtidos são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1: Resultados para análise de viabilidade econômica: sistema de reúso e equipamentos economizadores.

Alternativa	Custo de implementação e operação	Redução		Payback	Taxa interna de retorno (TIR)
		Consumo de água	Valor desembolsado		
Reúso de água	R\$ 25.000,00 e R\$ 550,00 para manutenção	33,0%	33%	25 meses	4,47%
Equipamentos economizadores	R\$ 45.000,00	39,6%	56,5%	11 meses	10,12%
Reúso de água combinado com equipamentos economizadores	R\$ 70.000,00 e R\$ 310,00 para manutenção	55,6%	63,3%	22 meses	4,85%

FONTE: Adaptado de Silva, Souza e Allam (2004).

Desta maneira, segundo os referidos autores, o sistema de reúso é viável tanto técnica como economicamente e se paga no médio prazo; a substituição de equipamentos convencionais por economizadores, dentre as opções estudadas, é a que se paga mais rapidamente, proporciona a maior compensação financeira por unidade gasta e, a combinação das duas opções é a que possui maior compensação financeira bruta e é a que possibilita com menor consumo de água.

3.1.1 Tipologia escolar

Oliveira (1999) destaca que as campanhas de sensibilização têm como objetivo informar as razões para o uso racional da água tais como: a escassez da água, o aumento do número de usuários atendidos, a geração de menos esgoto, a economia de energia elétrica devido à menor quantidade de água e esgoto tratados, entre outros. Deve ser realizada de modo agradável, para que o usuário se sinta estimulado e não obrigado a economizar água. Já as campanhas educativas, com o intuito de reduzir o consumo de água na realização das atividades, têm o objetivo de alterar os procedimentos dos usuários e podem ser realizadas de diversos modos de comunicação e aprendizado, necessitando para tanto de profissionais capacitados para a sua realização.

Para Scherer (2003), a educação com relação à conservação de água deve ser iniciada nas escolas, sensibilizando principalmente as crianças, pois elas podem atuar diretamente na formação e integração do aluno, de maneira a conscientizar as demais pessoas que as cercam. Ressalta ainda que a implementação de atividades educacionais e pedagógicas, que envolvam temas relacionados à água, deve ocupar lugar de destaque, devido ao grau de abrangência ser significativo junto à comunidade escolar, visto que as escolas colaboram para a formação dos cidadãos e da sociedade.

Tomaz (2001) também concorda que o ambiente escolar é propício para a obtenção de economia de água. O referido autor sugere a elaboração de panfletos explicativos para distribuição nas escolas, além da realização de palestras.

Nesse mesmo sentido, Cardia e Alucci (1998) afirmam que:

*“a educação para conservação deve ser iniciada nas escolas,
para ir sensibilizando desde cedo as crianças”*

Algumas experiências mais abrangentes relacionadas com o desenvolvimento de campanhas de sensibilização dos usuários para a conservação de água em escolas vêm sendo desenvolvidas, destacando-se os programas promovidos pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA), de Campinas, SP e pela Organização Não-Governamental Água e Cidade, em conjunto com outros órgãos.

A SANASA possui um programa intitulado “Minha Escola na SANASA” que, desde 2001, divulga aos alunos da cidade, “conceitos gerais sobre a importância do recurso natural Água, seus múltiplos e sucessivos usos e, particularmente, os aspectos relacionados à saúde e à qualidade de vida da população, caracterizados pelos sistemas de abastecimento de água e de coleta, afastamento e tratamento dos esgotos” (SANASA, 2004).

O programa está dividido, em função da série em que os alunos estão matriculados, em três diferentes formas de abordagem:

- crianças do maternal e da pré-escola: apresentação de uma peça de teatro de bonecos;
- alunos da 1^a a 4^a série: apresentação de uma peça de teatro; e,
- alunos a partir da 5^a série e do ensino médio: apresentação em sala de aula de tópicos relacionados à água e cidadania, distribuição de material didático e realização de visitas às dependências da SANASA.

Vale ressaltar que outras concessionárias e órgãos possuem ações similares, porém o levantamento dos mesmos não constitui escopo do presente trabalho.

De sua vez, o “Programa Água na Escola”, da ONG Água e Cidade, surgiu do Programa Água Nossa, desenvolvido em Joinville, SC e objetiva “*conscientizar e formar cidadãos a partir da escola, para o uso e a conservação dos recursos hídricos de maneira conceitual, procedimental e atitudinal*”. O público alvo é composto pelos alunos da 5ª série, tanto de escolas públicas (municipais e estaduais) quanto das particulares. O programa já está implementado em algumas cidades brasileiras, alcançando resultados bastante satisfatórios, dentre elas: Cachoeiro do Itapemirim; SP, Fernando de Noronha e, mais recentemente, foi iniciado na cidade de Asseri, na Costa Rica (ÁGUA E CIDADE, 2004b).

É composto por um curso de 20 horas, ministrado para os professores da 5ª série do ensino fundamental, seguido da distribuição de seis revistas de estórias em quadrinhos, abordando doze temas relacionados com o uso racional da água e com a conservação do meio ambiente.

Esse programa é normalmente acompanhado do programa de “gestão da água nas organizações”, citado anteriormente, sendo que, dentro da tipologia escolar, já foram premiadas como melhores práticas de uso racional da água, quatro unidades.

Oliveira (1999), por sua vez, apresenta um estudo de caso desenvolvido na Escola Estadual de 1º e 2º Graus Fernão Dias Paes, localizada na cidade de São Paulo, SP. A auditoria do consumo de água ocorreu em outubro de 1997, sendo o consumo histórico de $4.362\text{m}^3/\text{mês}$ ($81,1\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$).

As ações implementadas consistiram no conserto de vazamentos e instalação de tecnologias economizadoras. Após a correção dos vazamentos, tanto da rede externa quanto da interna, o consumo teve uma redução de, aproximadamente 94%. Na etapa seguinte, foram instaladas 31 torneiras hidromecânicas nos banheiros de alunos, professores, sala de professores e sala do departamento pessoal e 2 mictórios

individuais com válvula de descarga hidromecânica em um banheiro masculino. A redução no consumo de água com a instalação desses equipamentos foi de 8,9%, sendo que o Indicador de Consumo¹ (IC) reduziu para 4,1L/aluno*dia e o consumo passou para 220m³/mês, gerando uma economia mensal de 22m³.

A Tabela 3.2 apresenta um resumo dos valores empregados para o cálculo do *payback* atualizado das ações citadas anteriormente.

Tabela 3.2: Valores empregados para o cálculo do *payback* atualizado – Escola Estadual de 1^o e 2^o Graus Fernão Dias Paes.

PARÂMETROS	CORREÇÃO DE VAZAMENTOS	IMPLEMENTAÇÃO DE EQUIPAMENTOS ECONOMIZADORES	GERAL (correção de vazamentos e equipamentos economizadores)
Consumo histórico	4.362 m ³	242 m ³	4.362 m ³
Custo mensal da água antes da intervenção	R\$ 39.474,64	R\$ 2.065,04	R\$ 39.474,64
Consumo após intervenção	242 m ³	220 m ³	220 m ³
Custo mensal da água após intervenção	R\$ 2.065,04	R\$ 1.865,28	R\$ 1.865,28
Economia Mensal	R\$ 37.409,60	R\$ 199,76	R\$ 37.609,36
Custo para implementação ⁽¹⁾	R\$ 2.645,95	R\$ 1.938,58	R\$ 4.584,53
<i>Payback</i> atualizado ⁽²⁾	3 dias	15 meses	4 dias

NOTA: ⁽¹⁾ Incluindo equipamentos e mão-de-obra.

⁽²⁾ Considerando taxa de desconto (r) igual a 6%a.m.

FONTE: Adaptado de Oliveira (1999).

Silva, Tamaki e Gonçalves (2002) e PURA-USP (2004) relatam que a economia de água advinda do conserto de vazamentos e da instalação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água da Cidade Universitária Armando Salles de Oliveira foi de 36%.

¹ Relação entre o volume consumido na escola em um determinado período de tempo e o número de alunos (agente consumidor) nesse mesmo período.

Nunes (2000) comenta que o índice de vazamentos nos pontos de consumo de água de uma amostra de edifícios do *campus* da Universidade Estadual de Campinas variou entre 14 e 38%. A instalação de tecnologias economizadoras (torneiras hidromecânicas em 2.118 lavatórios e 531 válvulas hidromecânicas em mictórios), ocasionou, por sua vez, uma redução de 4 a 25%, considerando-se alguns edifícios do *campus* (ILHA *et al.*, 2002).

Pedroso e Ilha (2003) comentam que com o programa de conservação de água desenvolvido no *campus* da referida instituição, ocorreu uma redução do consumo mensal de água, entre os anos de 1998 e 2000, de 12% a 33% sendo o valor médio igual a 24%. As autoras afirmam que para a manutenção e/ou elevação dos índices de economia obtidos, a existência de um sistema de gestão dos sistemas prediais do campus torna-se imprescindível e que é de fundamental importância a existência de um gestor nos edifícios do *campus*, responsável, entre outras atividades, pela detecção dos vazamentos, realização de pequenos reparos e atualização contínua do cadastro dos pontos passíveis de manutenção. A existência de um sistema de informação eficiente, utilizando os meios computacionais disponíveis atualmente, também foi apresentada como determinante para o sucesso de um sistema de gestão desse insumo no *campus*.

Penedo (2003) apresenta o programa de uso racional da água conduzido na Instituição São Camilo - ES, onde foram detectados vazamentos nas bacias sanitárias; tempo de abertura de torneiras hidromecânicas demasiadamente longo (entre 18 a 42 segundos); bebedouros com funcionamento inadequado, entre outras patologias. Após os consertos e ajustes dos equipamentos, o consumo passou de 21 para 11L/dia* pessoa. Somando-se a essas medidas um grande programa de sensibilização dos usuários, o consumo baixou para 7L/dia* pessoa. A referida instituição foi uma das que recebeu o prêmio “Melhor Prática 2002”, concedido pela ONG Água e Cidade (ÁGUA E CIDADE, 2003).

Deca (2003) apresenta os resultados de uma avaliação da economia advinda da instalação de equipamentos economizadores de água em dois banheiros de uma escola municipal de Vinhedo, SP.

O banheiro feminino estudado possuía 05 bacias sanitárias convencionais com válvula de descarga e 05 lavatórios individuais. O banheiro masculino possuía 05 bacias sanitárias convencionais com válvula de descarga, 05 lavatórios individuais e 03 mictórios.

O consumo de água na escola era de 700m³/mês, sendo que o horário de funcionamento é das 7h às 23h, de segunda à sexta-feira. A escola possuía 1.114 alunos: 444 no período da manhã, 271 no período da tarde e 399 à noite.

O número de usos e os volumes de água envolvidos encontram-se resumidos na Tabela 3.3.

Tabela 3.3: Caracterização do uso da água nos banheiros da Escola Municipal Integração.

PONTOS DE UTILIZAÇÃO E AMBIENTES	Nº. TOTAL DE USOS	VOLUME (L)		
		Maior	Menor	Média
Bacias do banheiro feminino	128	25,90	5,30	10,66
Bacias do banheiro masculino	177	70,90	2,20	11,35
Lavatório do banheiro feminino	141	9,90	0,30	1,70
Lavatório + mictório do banheiro masculino	Dados medidos por tempo de uso			

FONTE: Deca (2003).

Foram instaladas as seguintes tecnologias economizadoras: torneiras de fechamento automático (hidromecânica), válvulas para mictório com fechamento automático (hidromecânico) e bacias com volume de descarga reduzido.

Ao final das substituições, foi observada uma redução de 119.604,5L no consumo mensal de água, o que correspondeu a uma economia de R\$ 1.503,35. O investimento foi estimado em R\$ 3.952,10, gerando um *payback* de 2,63 meses.

A Tabela 3.4 apresenta o detalhamento dos investimentos realizados para as três intervenções consideradas:

- **Intervenção A** troca das torneiras dos banheiros feminino e masculino e mictórios do masculino;
- **Intervenção B**: troca das válvulas e bacias sanitárias dos banheiros feminino e masculino; e,
- **Intervenção C**: Troca de todos os equipamentos dos banheiros (intervenções A e B).

Tabela 3.4: Investimentos e economias obtidos com a instalação de tecnologias economizadoras – Escola Municipal Integração.

SITUAÇÃO	INTERVENÇÃO A	INTERVENÇÃO B	INTERVENÇÃO C
Economia (L/mês)	119.604,5	5.673,0	125.277,5
Economia (R\$ /mês)	1.435,50	68,10	1.503,35
Investimento em produtos (R\$)	3.060,30	891,80	3.952,10
Redução do consumo (%)	99,8	61,7	97,0
Payback (meses)	2,13	13	2,63

FONTE: Adaptado de Deca (2003).

A Tabela 3.5 apresenta a parcela do consumo mensal da escola registrada nos banheiros monitorados antes e após a instalação das tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água dos dois banheiros considerados.

Tabela 3.5: Resultados da instalação de tecnologias economizadoras – Escola Municipal Integração.

PONTOS DE UTILIZAÇÃO	PARCELA DO CONSUMO MENSAL			
	Configuração inicial		Após instalação	
	(L)	% ^(*)	(L)	% ^(*)
Bacias do banheiro masculino	5.477,0	0,78%	1.497,4	0,21%
Bacias do banheiro feminino	3.721,6	0,53%	2.028,2	0,29%
Lavatório do banheiro feminino	655,9	0,10%	108,2	0,02%
Lavatório + mictório do banheiro masculino	119.234,2	17,00%	177,4	0,03%
Participação dos banheiros da escola	129.088,7	18,45%	3.811,2	0,55%

NOTA: (*) Considerando-se o consumo de 700m³/mês.

FONTE: Deca (2003).

Costanzi, Gomes e Shiki (2003) realizaram uma análise econômica e funcional da instalação de equipamentos para o uso racional da água no bloco A, destinado a salas de aula, do *campus* da Universidade Estadual do Oeste do Paraná da cidade de Cascavel. Com consumo mensal de 618m³ e 2.828 alunos, tem-se que o indicador de consumo era igual a 8,4L/aluno*dia. Foi considerada a substituição das torneiras convencionais pelas de fechamento automático e a substituição das bacias sanitárias com válvula por bacias com caixa acoplada. Dessa forma, o orçamento de R\$ 44.402,00 abrangeu a troca de 40 válvulas de fechamento automático para mictório, 138 bacias sanitárias com caixa acoplada, 116 torneiras de fechamento automático e acessórios, além de mão-de-obra. O valor da conta de água mensal é de R\$ 1.637,70 e o período de retorno para troca e instalação desses aparelhos, calculado considerando juros mensais de 1% e uma estimativa de economia de aproximadamente 42%, ou, R\$ 688,00 mensais, seria de 104,2 meses (8 anos e 9 meses).

Porém, segundo os referidos autores, foi constatado que o número de equipamentos existentes estava acima do necessário (com exceção aos bebedouros), desta forma, para o orçamento da troca de 30 válvulas de fechamento automático para mictório, 30 bacias sanitárias com caixa acoplada, 30 torneiras de fechamento automático, acessórios e mão-de-obra, foi de R\$ 14.250,00, obtendo assim um tempo de retorno de 23,3 meses (2 anos). Vale ressaltar, contudo, que o custo do serviço de coleta e afastamento de esgoto não foi citado.

Gonçalves *et al.* (2004), em uma pesquisa realizada na cidade de Campinas, cita que em edificações escolares o índice de patologias dos sistemas prediais de água é alto e, que isso decorre de muitas causas, dentre as quais: falta de sensibilização dos usuários com relação à conservação, falta ou a ineficiência de manutenção, e a não responsabilidade direta pelo pagamento da conta de água. Como exemplo, comenta que em uma escola foi obtida uma redução do consumo de 76% em virtude do conserto do vazamento no alimentador predial.

SABESP (2004) apresenta alguns casos em que foram instaladas tecnologias economizadoras nos pontos de consumo de água de edifícios escolares, os quais são reproduzidos na Tabela 3.6 e na Tabela 3.7.

Tabela 3.6: Exemplos de PURA desenvolvidos em escolas de ensino fundamental e médio.

PARÂMETROS	Escola Vera Cruz	E. E. Toufic Jouliam ⁽¹⁾
Ações	Instalação de 16 torneiras de fechamento automático	Detecção e conserto de vazamentos
População	925 alunos	2.780 alunos e 115 professores e funcionários
Impacto de redução (%)	25	78,29
Redução (m ³)	716	1.220
Redução (R\$)	5.427,20	12.614,8
Custo investimento: material e mão-de-obra (R\$)	2.384	2.500
Economia mensal (R\$)	452,25	12.614,80
Amortização (%)	2	---
Período de retorno	2 meses	6 dias

NOTA: ⁽¹⁾ E.E. – Escola Estadual.

FONTE: Adaptado de SABESP (2004).

Tabela 3.7: Exemplo de PURA desenvolvido em escolas de ensino superior.

PARÂMETROS	Escola de Engenharia Mauá
Ações	Detecção e correção de vazamentos (rede e reservatório) e substituição por equipamentos economizadores
População	5.041 (fixa/flutuante)
Impacto de redução (%)	42,5
Redução (m ³)	997,55
Redução (R\$)	16.345,79
Custo investimento: material e mão-de-obra (R\$)	44.000
Economia mensal (R\$)	16.345,79
Período de retorno	2,7 meses

FONTE: Adaptado de SABESP (2004).

Araújo (2004) realizou uma avaliação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários durante a operação em unidades escolares da rede municipal de Campinas. Basicamente, a referida autora apresenta uma avaliação dos índices² de vazamentos, de perdas por vazamentos e de patologias, tanto no estado de conservação (aparência do aparelho/equipamento sanitário em questão, por exemplo: manchado, quebrado ou trincado); como condição de operação (funcionamento do aparelho, podendo o mesmo apresentar vazamentos, não fechar, estar em desuso etc.); a incidência de fontes potenciais de contaminação da água e do meio ambiente devido a deficiências na condição de operação dos sistemas prediais, identificando assim as patologias mais freqüentes e avaliando o atendimento às exigências dos regulamentos e normas correlatas. Dentre os resultados encontrados, podem ser citados:

- os materiais empregados nos sistemas prediais hidráulicos e sanitários das 83 escolas analisadas pela autora são de baixa qualidade e inadequados para uso intensivo, o que resulta em uma elevada incidência de vazamentos e de patologias nos aparelhos/equipamentos;
- o índice de patologias na condição de operação, considerando-se as diferentes tipologias estudadas, variou de 25 a 38%;
- 45% das torneiras analisadas nas 83 escolas investigadas apresentavam vazamento na haste, manifestado apenas durante a utilização; e,
- a falta de uma política de manutenção nas escolas visitadas vem deteriorando os sistemas prediais hidráulicos e sanitários, devendo ser criado um plano de manutenção corretiva e preventiva, onde haja envolvimento de equipes volantes e incentivo à participação de comunidade local (associação de pais, direção etc.).

² Índice de patologias (IPat) é a relação entre o número de componentes com patologias e a quantidade total de componentes do sistema predial; índice de vazamentos (IV) é a relação entre o número de pontos de consumo de água com vazamentos e o número total de pontos de consumo e índice de perdas por vazamentos (IP) é a relação entre o volume estimado perdido em vazamentos em um determinado período de tempo e o volume total consumido na edificação no referido período de tempo.

Barros (2004), tendo como objeto de estudo uma sub-amostra dessas escolas, realizou uma avaliação do desempenho do sistema predial de aparelhos/equipamentos sanitários e sua conformidade com normas e documentos afins. Dentre os resultados obtidos, destacam-se os seguintes:

- em geral, a quantidade de aparelhos instalados nas escolas estava em conformidade com a documentação técnica relativa ao assunto; sendo que em algumas situações, os usuários consideraram que a mesma estava inadequada;
- o tamanho dos ambientes sanitários foi considerado adequado pela maioria dos usuários, estando, em geral, em conformidade com os critérios adotados;
- o tamanho dos aparelhos sanitários foi considerado adequado pela maior parte dos entrevistados. Porém, em 18% das escolas que atendem crianças de 3 meses a 6 anos não existem bacias sanitárias infantis para os alunos e aproximadamente 20% das escolas que atendem crianças de 4 a 6 anos apresentam aparelhos sanitários com tamanho inadequado; e,
- a altura dos aparelhos sanitários foi o quesito que menos se encontra em conformidade com a documentação técnica na maioria das escolas investigadas.

O referido autor destaca ainda que:

- os banheiros existentes nas escolas não possuem espaço adequado para o giro da cadeira de rodas e não existem, com raríssimas exceções, banheiros para portadores de necessidades especiais;
- em algumas escolas, não existem bebedouros na área externa, fazendo com que os alunos utilizem as torneiras do lavatório tipo calha dos banheiros para beber água, fato esse considerado inadequado nos documentos técnicos estudados.

Oliveira e Moura (2004) apresenta uma avaliação do desempenho de componentes economizadores instalados nas Escolas de Engenharia Civil e Elétrica da Universidade Federal de Goiás, com relação ao impacto de redução no consumo e o controle de água para uso e facilidade de operação. O consumo mensal histórico era de $359,7\text{m}^3$ (indicador de consumo IC de $24,7\text{L/aluno}^*\text{dia}$). Foi observado um vazamento em um dos reservatórios de $111\text{m}^3/\text{mês}$. O índice de perda total foi era igual a 37,3%. Após correção dos vazamentos, o IC passou para $18,1\text{L/aluno}^*\text{dia}$. Com a instalação de tecnologias economizadoras (torneiras hidromecânicas nos lavatórios, torneira de pia, bacia VDR com válvula de ciclo fixo e válvula hidromecânica para mictório), o consumo reduziu 15,4% ($15,3\text{L/aluno}^*\text{dia}$ em maio de 2003).

3.2 TRABALHOS ESTRANGEIROS

Internacionalmente, podem ser destacados os estudos de caso em conservação de água apresentados pela Environmental Protection Agency (EPA), dos Estados Unidos, os quais se encontram resumidos na Tabela 3.8.

Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água.

Cidade	Situação geradora	Ações	Resultados
Albuquerque, Novo México	Clima seco e aumento da população geraram um <i>stress</i> no abastecimento de água	Emprego de tarifa incentivando a conservação de água, educação pública, uso de equipamentos eficientes, mudanças no paisagismo e no uso água nas áreas externas e otimização do uso da água industrial, comercial e institucional, entre outras	- Instalação de 39.303 equipamentos economizadores; - Economia de 45 galões/pessoa/dia (1995 a 2001); e, - Redução da demanda de pico em 14%.

Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água. (continuação)

Cidade	Situação geradora	Ações	Resultados
Ashland, Oregon	Aumento da população nos anos 80 e a discussão pelo direito sobre as águas geraram um problema de suprimento	Detecção e conserto de vazamentos, tarifa de água incentivando a conservação, programa de substituição de chuveiros convencionais por economizadores e instalação de bacias economizadoras, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Economia de cerca de 395.000 galões/dia (2001); - Redução de 16% do uso de água no inverno; - Redução do esgoto gerado em 58 milhões de galões (2001).
Cary, Carolina do Norte	Aumento da população e aumento na demanda de água na estação seca, fazendo com que a cidade passasse por diversas restrições	Educação pública, estabelecimento de procedimentos para irrigação e rega, subsídios para substituição de obturadores das caixas de descarga, realização de auditorias do consumo residencial; emprego de tarifa incentivando o uso racional de água; uso de sistemas de reaproveitamento de água, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Previsão de uma economia de 4,6 milhões de galões/dia (16%) na produção de água até o final de 2028, o que reduzirá os custos de operação e permitirá postergar ampliações do sistema atual.
Gallitzin, Pensilvânia	Grandes perdas de água no sistema, com vazamentos constantes, altos custos operacionais, abastecimento de água instável	Implementação de sistema de medição; mapeamento do sistema; programa de detecção e conserto de vazamentos, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de 59% na produção de água (entre 1994 e 1998); - Em 1994, a parcela de água não contabilizada era de 70% da produção, passando para 9% em 1994, o que representou uma redução de 87%.
Gilbert, Arizona	Crescimento da população nos anos 80 e clima árido	Inserção de requisitos nos códigos de edificações (uso de equipamentos economizadores e reúso de água), estrutura tarifária crescente, programa de monitoramento, educação pública e programa para irrigação com baixo consumo de água, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Sucesso devido ao reúso de água; - Nova estação de tratamento de esgoto foi construída em 1986 e os tanques de recarga são utilizados como <i>habitat</i> para diversas espécies.
Goleta, Califórnia	Crescimento da cidade e possibilidade de escassez de água no futuro	Substituição dos equipamentos convencionais, incluindo instalação de bacias de volume de descarga reduzido e restritores de vazão em chuveiros; aumento das tarifas, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - 50% de redução no consumo residencial; - 30% de redução no consumo de água do distrito; - Postergação da ampliação da estação de tratamento.

Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água. (continuação)

Cidade	Situação geradora	Ações	Resultados
Houston, Texas	Aumento de problemas no suprimento de água subterrânea em função dos deslizamentos de terra, intrusão de água salgada no sistema de abastecimento e inundações	Programas educativos, substituição de equipamentos, realização de auditorias, detecção e conserto de vazamentos, estrutura tarifária crescente, entre outras	- A partir dos resultados do projeto piloto prevê-se uma redução na demanda de água de 7,3% em 2.006, com uma economia de mais de US\$260 milhões.
Irvine Ranch Water District, Califórnia	Crescimento da população no final dos anos 80 e início dos 90 e aumento na demanda de água potável	Instituição de nova estrutura tarifária com 5 faixas, que recompensa o uso racional da água e penaliza onde a mesma está sendo desperdiçada, entre outras	- Após 5 anos, com a nova estrutura tarifária, o consumo diminuiu em 19%; - Entre 1991 e 1997, houve uma economia de cerca de US\$33,2 milhões.
Massachusetts Water Resources Authority	Fornece água para 2,2 milhões de pessoas. De 1969 a 1988, ultrapassou em mais de 10% o consumo de 300 milhões de galões/dia	Deteção e correção de vazamentos, substituição de equipamentos, estabelecimento de programa de gerenciamento de água, programa de educação e melhoria na medição, entre outras	- A redução da demanda de 336 para 256 milhões de galões/dia (1987 a 1997), permitiu postergar a expansão e diminuiu a capacidade de tratamento, resultando numa economia de US\$1,91 milhões de galões/dia.
Metropolitan Water District da Califórnia do Sul	Maior distribuidora de água em nível municipal dos Estados Unidos	Substituição de equipamentos, pesquisa de equipamentos eficientes, melhorias na irrigação, programas de treinamento e projetos de pesquisa relacionados à conservação, entre outras	- Redução de 59 milhões de galões/dia.
Cidade de Nova York	Aumento da demanda no início dos anos 90	Educação, medição, detecção de vazamentos, regulamentação do uso da água e programa de substituição em massa de bacias sanitárias, entre outras	- Redução do consumo <i>per capita</i> de 195 galões/dia em 1991 para 167 galões/dia em 1998, o que gerou uma economia de 20 a 40% nas contas de água e esgoto.

Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água. (continuação)

Cidade	Situação geradora	Ações	Resultados
Phoenix, Arizona	Grande aumento na população e baixa quantidade de chuva. A legislação estadual exige que depois de 2025 a água subterrânea não seja retirada mais rápido do que reposta	Reforma tarifária, implementação da conservação de água no setor residencial, comercial e industrial e implementação de sistema de irrigação eficiente, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Economia de 40 milhões de galões/dia; - Redução no consumo de devido à alteração da tarifa.
Santa Monica, Califórnia	Por causa do crescimento da população; da escassez no suprimento de água e contaminação das fontes de suprimento, a cidade precisou aumentar a compra de água	Pesquisa do uso da água, educação, implementação de uso racional na irrigação, substituição de bacias sanitárias, entre outras	<ul style="list-style-type: none"> - Redução de 14% do uso da água e 21% no esgoto; - Programa de substituição de bacias obteve uma redução de 1,9 milhões de galões/dia e uma economia de US\$9,5 milhões de 1990 a 1995.
Seattle, Washington	Crescimento da população, verão seco e falta de reservatórios com capacidades maiores forçaram a cidade a escolher entre reduzir o consumo e buscar novos recursos para água	Tarifa de água sazonal, códigos para equipamentos sanitários, redução de perdas, incentivo para tecnologias economizadoras de água e educação pública	<ul style="list-style-type: none"> - Consumo <i>per capita</i> de água reduziu 20% nos anos 90; - Estrutura tarifária sazonal, códigos para equipamentos sanitários e melhoria na eficiência são os maiores responsáveis pelo sucesso; - Estima-se que o programa de conservação no setor comercial economizará cerca de 8 milhões de galões/dia.

Tabela 3.8: Estudos de caso em conservação de água. (continuação)

Cidade	Situação geradora	Ações	Resultados
Tampa, Flórida	Rápido crescimento econômico e da população residencial; aumento da população sazonal geraram <i>stress</i> no suprimento de água da cidade	Substituição de equipamentos eficientes e estrutura tarifária crescente, restrições para irrigação, medidas para paisagismos e educação pública, entre outras	- Programa irrigação gerou uma redução de 25% no consumo de água; - O programa piloto obteve 15% de redução do uso da água; - Apesar da população ter aumentado em 20%, entre 1989 e 2001, o consumo <i>per capita</i> diminuiu em 26%.
Wichita, Kansas	Analistas indicaram que a água poderia não ser suficiente e que algo deveria ser feito para a primeira década do séc. XXI.	Planejamento integrado do recurso que inclui: implementação da conservação de água, avaliação das fontes de água existentes, avaliação dos recursos hídricos não-convencionais, otimização de todos os recursos hídricos avaliados, entre outras	- Análise das opções de recursos para a cidade resultam em uma ampla matriz com 27 opções de recursos convencionais e não-convencionais.
Barrie, Ontario	Crescimento da população forçou o sistema de água e esgoto da cidade, sendo necessário considerar novas opções de suprimento e desenvolvimento de infra-estrutura	Plano de conservação focado na substituição de chuveiros convencionais por economizadores e instalação de bacias sanitárias eficientes	- Economia de 55 Litros (14,5 galões) por pessoa por dia; - Economia estimada de 17 milhões de dólares canadenses.

FONTE: Adaptado de EPA (2004).

Em 2000, a *Battery Park City Authority* (BPCA) desenvolveu um guia de sustentabilidade para edificações residenciais, conhecido como “*The Hugh L. Carey Battery Park City Authority Residential Environmental Guidelines*”. Este guia foi dividido em cinco categorias, entre as quais, conservação e administração de água. (KAPLAN, 2002)

Todas as tecnologias sugeridas neste documento foram implementadas em um edifício construído na cidade de Nova York. Com o propósito de reduzir o volume de água de chuva no sistema de drenagem urbana e reduzir o volume de água tratada utilizada na irrigação, foi proposto o armazenamento e posterior utilização da água de chuva para irrigação. Também com a intenção de minimizar o impacto do sistema de esgoto e do de drenagem, foi sugerido o uso da água servida dos lavatórios, chuveiros, torneiras, área de serviço para fins não potáveis, depois de uma simples filtragem.

Kose, Sakaue e Iizuka (2004) observam que o uso da água varia de acordo com o estilo de vida ou com os equipamentos domésticos. Assim, os referidos autores, efetuaram a aplicação de um questionário para avaliação da consciência ambiental, da consciência para a conservação, do uso da água e do uso de equipamentos de moradores de apartamentos similares, no Japão. O questionário elaborado abrangeu 39 itens para avaliação do uso da água e compreendeu perguntas como "*os dentes são enxaguados com copo de água?*" e "*plantas são cultivadas?*" que também foi utilizada para avaliar a consciência ambiental. Foram distribuídos 160 questionários; destes, 100 (62,5%) foram respondidos em outubro de 2002. Os autores concluem que, enquanto a consciência para a conservação de água influencia a redução do consumo de água, a consciência ambiental não necessariamente se relaciona com a redução no consumo de água. Ações como cultivar plantas aumentam o consumo de água, porém, são realizadas por pessoas com alta consciência ambiental.

Na sequência são apresentados alguns trabalhos estrangeiros relativos ao uso racional de água em edificações escolares.

3.2.1 Tipologia escolar

Segundo Oliveira (1999) e Scherer (2003), Ayres Associates (1993) relata um estudo de caso para avaliar o impacto de redução no consumo de água advindo da substituição dos componentes convencionais por economizadores de água realizado em uma escola de ensino médio, em Tampa, Flórida. Construída em 1963, a escola possui 51 salas de aula, biblioteca, lanchonete, ginásio de esportes e bloco administrativo e atende a 985 alunos. Possui 40 bacias sanitárias, 23 mictórios, 30 lavatórios e 25 chuveiros, onde foram observados vazamentos significativos em mictórios e torneiras. As ações implementadas foram: substituição das 30 torneiras de lavatório por de fechamento automático; correção dos vazamentos dos mictórios e troca das 30 bacias mais utilizadas por aparelhos com volume de descarga reduzido (6 litros). O consumo de água foi monitorado 86 dias para determinação do consumo histórico, 20 dias após a troca das torneiras e correção dos vazamentos e 32 dias após a substituição das bacias sanitárias.

Os valores obtidos, segundo os referidos autores, foram:

- consumo no período histórico: $10,95\text{m}^3/\text{dia}$ ou $11\text{L}/\text{aluno}^*\text{dia}$;
- consumo após troca das torneiras e correção de vazamentos: $8\text{L}/\text{aluno}^*\text{dia}$, ou seja, impacto de redução de 27%, sendo que a maior contribuição foi devido à correção dos vazamentos;
- consumo após a troca das bacias sanitárias: $5,5\text{L}/\text{aluno}^*\text{dia}$, impacto de redução de 32%; e,
- impacto de redução total: 51% do consumo *per capita*.

Styles e Keating (2000), na cidade de Worthing, Inglaterra, a partir de um estudo piloto em escolas da região, desenvolvido por Souther Water, onde foi identificada uma substancial economia de água pode ser alcançada pela instalação de equipamentos economizadores, realizaram um estudo, em parceria com a Southern Water, a Agência de Meio Ambiente e West Sussex Country Council, na Chesswood Midle School, que possui 480 alunos entre 9 e 13 anos, 39 professores e 4 funcionários. Durante o ano letivo escolar de 1999 e 2000 foram implementadas ações tecnológicas para a redução do consumo de água.

A auditoria do consumo foi realizada em junho de 1999, envolvendo o monitoramento com hidrômetro de saída pulsada, conectado a um *data-logger*, com leitura a cada 15 minutos. Em abril de 1999, o consumo de Chesswood School era de 5.750L/aluno*ano, cerca de 40% superior ao recomendado pelas fontes locais.

As ações implementadas foram:

- inserção de dispositivos dentro das caixas de descarga, que permitem uma economia de 1 litro por acionamento;
- instalação de 6 válvulas com sensor infravermelho, com bateria, nos mictórios; o consumo de 8.746L/dia passou para 4.006Litros/dia, ou seja, uma redução de 55%;
- substituição de 62 torneiras de lavatório convencionais por componente de fechamento automático - hidromecânicas, com tempo de abertura de 6 segundos e vazão de 6L/min;
- introdução de 26 restritores de vazão (6L/min) nas torneiras das pias das salas de aula;
- emprego de 2 reservatórios para armazenar água pluvial para rega do jardim.

Os resultados obtidos indicaram que a maior economia é obtida no mictório, com um consumo de $1.314\text{m}^3/\text{ano}$ e um consumo após a instalação das válvulas de $419\text{m}^3/\text{ano}$, ou seja, um impacto de redução de 68% ($895\text{m}^3/\text{ano}$). Sendo o preço da água de 1,58 libras/ m^3 , tem-se uma economia de 1.414 libras/ano. O valor da intervenção é de 960 libras, obtendo-se assim um *payback* inferior a um ano.

Os autores comentam ainda que os restritores de vazão não proporcionaram significativas economias de água, porém podem ser interessantes se considerados como alternativa para torneiras economizadoras e também pelo fato de funcionarem como registro para isolamento do ponto para manutenção, se necessários; os dispositivos colocados no interior das caixas de descarga são facilmente instalados e, apesar de não contribuírem para grandes economias de água, constituem-se em uma solução de baixo custo para bacias sanitárias antigas e, por fim, destacam que a manutenção preventiva deveria ser parte da rotina escolar, para assegurar que as economias de água alcançadas pelos programas de uso racional de água sejam sustentáveis no futuro.

Segundo Alitchkov e Ivanova (2003), o consumo de água em edifícios públicos depende do tipo de edifício e dos equipamentos sanitários; tipo e grau de manutenção dos sistemas prediais; cultura do uso da água pelos usuários; preço da água etc. Para a caracterização do uso da água, propõem a seguinte classificação para edifícios escolares: sem vestiários e cantina; com vestiários; com cantina; com jardim da infância e internatos.

Para Cheng e Hong (2004), a elevada quantidade de água utilizada nas escolas primárias pode ser devido a uso impróprio e perdas. Entretanto, um consumo baixo pode também não ser condizente com os princípios de saúde e sanitários. Acrescentam ainda que um plano apropriado, para escolas primárias, para a utilização da água, poderia contribuir no orçamento do sistema de educação do país e promover a conservação do ambiente.

3.3 AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE INVESTIMENTOS DE PROGRAMAS DE USO RACIONAL DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS

Segundo Hirschfeld (1992), o estudo de viabilidade de um empreendimento “é o *exame de um projeto a ser executado a fim de verificar sua justificativa, tomando-se em consideração os aspectos jurídicos, administrativos, comerciais, técnicos e financeiros*”. Complementa ainda que a máxima eficiência técnica só é conseguida se for demonstrada a máxima eficiência financeira. Então, “*deve-se procurar uma eficiência técnica da engenharia compatível com a eficiência financeira*”.

Para Contador (2000), para se decidir sobre a viabilidade de um projeto, utiliza-se de critérios e regras para que esses sejam aceitos e ordenados por preferência. Deve-se ressaltar que não existe um critério único, universalmente aceito pelos empresários, acionistas, órgãos e instituições de financiamento e meio acadêmico.

O referido autor aponta os seguintes critérios, cujas expressões para a sua determinação constam na Tabela 3.9, como sendo os mais utilizados:

- Retorno de investimentos (*payback*);
- Valor presente líquido (VPL);
- Valor presente líquido unitário (VPLU);
- Taxa interna de retorno (TIR); e,
- Relação benefício-custo.

Tabela 3.9: Expressões para determinação dos indicadores econômicos.

Indicador econômico	Condição/equação
Período de recuperação do investimento (<i>payback</i> descontado)	Menor valor de n que satisfaz: $\sum_{1}^n \frac{B_n - C_n}{(1+i)^n} = I_0$
Taxa interna de retorno (TIR)	Taxa em que $VP_{Benefícios} = VP_{Custos}$
Valor presente líquido (VPL)	$VPL_j = \sum_0^n F_n (1+i)^{-n}$
Valor presente líquido unitário (VPLU)	$\frac{VPL}{Custos}$
Benefício-custo (B/C)	$VP_{Benefícios} - VP_{Custos} \geq 0$

ONDE: I_0 : Investimento inicial; B : benefícios; C : custos relevantes, excluindo os investimentos iniciais; VP : valor presente; i : taxa de juros ou taxa de desconto.

O retorno de investimentos ou período de recuperação do investimento (*payback*) é o indicador mais simples e conhecido, indica o número de períodos (anos, meses ou dias) necessários para recuperar o investimento despendido na adequação de um sistema como, por exemplo, no caso deste trabalho, o de equipamentos/aparelhos sanitários com o objetivo de reduzir o consumo de água. É um indicador de grande aceitação nos meios empresariais e não exige informações externas ao projeto.

Como vantagens apresenta a simplicidade e o cálculo imediato. Os projetos são classificados de acordo com o menor número de períodos necessários para recuperar o investimento, ou seja, quanto menor o *payback* (período de retorno), melhor o projeto. É também muito utilizado porque fornece a idéia de liquidez e segurança dos projetos, nesse caso, quanto menor o *payback*, maior é a liquidez do projeto e, conseqüentemente, menor o risco envolvido (CONTADOR, 2000).

Todavia, para esse mesmo autor, esse indicador apresenta as seguintes desvantagens:

- não considera o valor ou os custos do recurso no tempo: o valor da moeda é constante no tempo, os fluxos futuros não são atualizados e os fluxos após o período de retorno são ignorados;
- não esclarece, por si próprio, o valor mínimo para o *payback* exigido para aceitação de projetos: fornece apenas que quanto menor o *payback* mais atrativo é o investimento;
- ignora os problemas de escala: não possui uma relação entre os valores, não permite que se distinga a escala do investimento;
- só pode ser utilizado em projetos convencionais, ou seja, em projetos que não necessitem de recomposição de investimento (não há mudança de sinal).

Porém, para contornar a primeira desvantagem existe o *payback* atualizado ou descontado que considera a variação do valor da moeda no tempo, através da correção do fluxo de caixa a uma determinada taxa de desconto (FLEISCHER, 1984).

Assim, o *payback* serviria como indicador secundário adicional, relacionado ao risco, para auxiliar no processo de decisão, no desempate de alternativas indiferentes a outros critérios.

O valor presente líquido (VPL) é um indicador mais rigoroso e isento de falhas técnicas e corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de um projeto, atualizados à taxa ou às taxas adequadas de desconto. O indicador é um valor monetário e o projeto será avaliado como viável se apresentar VPL com sinal positivo. Assim, no caso de escolhas de alternativas de projetos, escolhe-se o com maior VPL positivo.

O VPL de um determinado projeto é função dos valores e formato assumidos pelo seu perfil e da taxa ou taxas de desconto. No caso mais comum, onde a taxa de desconto é uniforme (projeto "bem comportado"), o seu valor presente líquido é uma função decrescente da taxa de desconto. Segundo André e Pelin (1998), esse método é considerado, pelo meio acadêmico, como sendo o mais rigoroso de todos.

O valor presente líquido unitário (VPLU) é a relação entre o valor presente líquido e a soma atualizada dos investimentos na implantação do projeto. Esse indicador possui as seguintes desvantagens: assim como o *payback*, não discrimina as escalas dos projetos; as várias alternativas disponíveis para a sua composição, tanto no numerador quanto no denominador, fazem com que esse indicador não seja único, devido à possibilidade, inclusive, de se alterar o custo e benefício de posição. Devido a essa última desvantagem esse indicador não é julgado seguro, conforme destacado por Contador (2000). O projeto é considerado viável se o indicador for positivo ou, dependendo da configuração, maior que um.

A taxa interna de retorno (TIR) é a taxa de juros que iguala a zero o valor presente líquido (VPL) de um projeto, ou seja, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente dos seus custos. O indicador é uma taxa percentual que indica o retorno por período (ano, mês etc.) de um dado investimento. O projeto será considerado viável se a TIR for igual ou superior a do custo de oportunidade do capital. Para André e Pelin (1998), é um método muito utilizado nos meios empresarial e acadêmico, sendo que a principal crítica que se faz a esse método é a possibilidade da obtenção de várias TIR num mesmo projeto. Isso pode ocorrer quando o fluxo de caixa do projeto for "mal comportado", ou seja, quando possui mudança de sinal. Porém, para esses casos, Fleischer (1984) recomenda a construção de um fluxo de caixa auxiliar equivalente para a determinação do indicador, nesse caso, conhecido como taxa externa de retorno.

Segundo Rocha Lima Jr. (1990), ao utilizar-se o fluxo de caixa para caracterizar uma taxa de retorno esperada para um empreendimento, implica-se em ter que admitir a hipótese de que os recursos ociosos no caixa, que serão utilizados futuramente, possam ser aplicados fora do âmbito do empreendimento à mesma taxa de retorno oferecida, ou seja, admite-se que os recursos sejam operados a uma taxa uniforme, o que segundo o autor, não ocorre nem mesmo nas entidades financeiras.

Dessa maneira, pode-se encontrar, dependendo da postura gerencial adotada, diferentes taxas de retorno esperadas para um determinado empreendimento. Segundo Rocha Lima Jr. (1990), teoricamente, essas taxas podem ser classificadas em:

- taxa interna de retorno (TIR): que reflete a postura para aceitar maiores riscos;
- taxa de retorno restrita: indicadas para utilização em operações discretas; e,
- taxa de retorno com conceito de menor risco.

O critério da relação benefício-custo (B/C), apesar de ser bastante utilizado, é o que apresenta mais problemas. Esse indicador consiste na relação entre o valor presente dos benefícios e o valor presente dos custos. Para que o projeto seja viável, deve apresentar uma relação B/C maior que 1 e, quanto maior esse valor, mais atraente o mesmo será. Segundo André e Pelin (1998), é o mais utilizado para avaliação de projetos sociais, sendo destacado que o mesmo depende muito do analista pois, dependendo de como os custos e benefícios são considerados, podem ser gerados resultados opostos.

Conforme DeGarmo, Sullivan e Bontadelli (1989), o método do B/C é o mais empregado para avaliação de projetos públicos e há diversas dificuldades inerentes a esse que podem ser consideradas nos estudos de engenharia econômica, dentre as quais, destacam-se: que não há lucro padrão para ser utilizado como medida para a verificação da viabilidade financeira e, a dificuldade em se quantificar monetariamente os benefícios advindos do projeto público.

Segundo Finck e Oelert (1985), os métodos para estudo de viabilidade de projetos podem ser divididos em estáticos e dinâmicos. A diferença é que os dinâmicos consideram o tempo nos valores dos pagamentos segundo a taxa de desconto, ou seja, nos valores dos métodos dinâmicos os pagamentos vinculados a uma inversão se atualizam a um ponto determinado no tempo.

Na Tabela 3.10 são apresentadas as principais características de alguns métodos estáticos e, na Tabela 3.11 de alguns métodos dinâmicos.

Tabela 3.10: Principais características dos métodos estáticos para estudo de viabilidade econômica de investimentos.

MÉTODO	INDICADOR DE VIABILIDADE	OBSERVAÇÕES
Avaliação comparativa de custos	Custos por unidade de tempo ou por unidade de produto	-----
Comparação de anualidades de custos	Custos por ano ou por unidade de produto	Método mais exato que a avaliação comparativa de custos
Avaliação de rentabilidade (método de retorno de investimento – ROI)	Rentabilidade (RE) ou <i>Return on investment</i> (ROI) $RE = U/K_D * 100$ (%) U: benefício médio por unidade de tempo; K _D : capital médio investido por unidade de tempo.	Os resultados desse método podem ser interpretados como primeiras aproximações aos resultados da taxa interna de retorno
Análise do período de amortização estático	Período de amortização ou <i>Payback</i> , <i>Pay-out</i> , <i>Pay-off</i>	Da duração do período de amortização não se pode chegar a nenhuma conclusão a respeito da viabilidade do projeto, então, esse método só pode ser aplicado complementarmente a outro. É útil em determinadas circunstâncias para avaliação dos riscos, um projeto com período de amortização maior possui mais riscos que um de menor período.

FONTE: Adaptado de Finck e Oelert (1985).

Tabela 3.11: Principais características dos métodos dinâmicos para estudo de viabilidade econômica.

MÉTODO	INDICADOR DE VIABILIDADE	OBSERVAÇÕES
Valor presente	Valor capitalizado (Vo) ou <i>Net present value</i> (NPV)	Quando se comparam diferentes alternativas com diferentes demandas de capital e vida útil, esse método pode levar a decisões erradas, nesses casos a decisão deveria ser com base no método de anualidades, menos problemático.
Taxa interna de retorno	Taxa interna de retorno (TIR) ou <i>Internal rate of return</i> (IRR)	-----
Anualidades	Anualidade (AN)	-----
Comparação de anualidades de custos	Custos por ano ou por unidade de produto	Quando os gastos anuais correntes permanecem constantes, os resultados desse método nos modos estático e dinâmico são iguais.
Período de amortização dinâmico	Período de amortização ou <i>Payback</i> atualizado, <i>Pay-out</i> , <i>Pay-off</i>	Da duração do período de amortização não se pode chegar a nenhuma conclusão a respeito da viabilidade do projeto, então, esse método só pode ser aplicado complementarmente a outro. É útil em determinadas circunstâncias para avaliação dos riscos, um projeto com período de amortização maior possui mais riscos que um de menor período. A diferença deste com o do método estático é que é incorporado o valor da taxa de desconto no tempo.

FONTE: Adaptado de Finck e Oelert (1985).

Gonçalves, Ioshimoto e Oliveira (1999) recomendam o emprego do *payback* atualizado (período de amortização dinâmico) para a avaliação econômica de investimentos realizados na implementação do programa de uso racional da água. Conforme ressaltam os referidos autores, “a desvantagem do *payback* não considerar o valor de recursos no tempo é amenizada pela consideração da atualização do fluxo de custos e benefícios, por meio da taxa apropriada de desconto, obtendo-se assim o *payback* atualizado”.

André e Pelin (1998), por sua vez, indicam que a TIR é, aparentemente, o indicador mais aconselhável para a análise de viabilidade econômica de alternativas de redução do consumo de água domiciliar para fins de higiene pessoal, na ótica do consumidor. Descartam a relação benefício/custo, devido ao caráter privado e ressaltam a maior facilidade de comparação de projetos via retornos e o significado mais palpável da TIR, por ter um conceito análogo ao de rendimentos. No caso de mais de uma TIR por projeto, os autores lembram que as alternativas de projeto para a redução de consumo de água domiciliar apresentam fluxos “bem comportados”, ou seja, não existe mudança de sinal garantindo, assim, uma única TIR por projeto.

Conforme Rocha Lima Jr. (1993), para se decidir sobre o investimento ou não em um empreendimento, deve-se fazer uma simulação do seu comportamento para obter os indicadores desejados como, por exemplo, a taxa interna de retorno (TIR). Desta forma, a possibilidade que os empreendimentos se comportem o mais próximo dos estimados depende da:

- qualidade do modelo adotado, que é elaborado através de simplificações de situações reais às quais se pretende reproduzir;
- capacidade dos sistemas de controle da empresa no desenvolvimento do empreendimento, com relação à velocidade de detecção de desvios de comportamento em relação ao considerado para a tomada de decisão e à capacidade de correção, para promover compensações desses desvios; e,
- capacidade de monitoramento das variáveis de comportamento que independem da ação do empreendedor, para mudar diretrizes do empreendimento para ajustá-lo ao verdadeiro andamento dessas variáveis, de modo a obter níveis próximos aos da simulação, que foram os utilizados para a tomada de decisão.

Ainda segundo o referido autor, ter-se-ão informações de qualidade: se o modelo simulado possuir qualidade intrínseca; se o cenário de análise for estruturado dentro de padrões seguros com relação aos desvios de comportamento das variáveis fora do monitoramento do empreendedor; e, se o cenário da análise possuir dados relativos às variáveis monitoráveis extraídas com procedimentos (orçamento, programas de produção etc.), e que tenham qualidade compatível às exigências de andamento do empreendimento em níveis de riscos controlados.

Segundo Rocha Lima Jr. (1993), nas análises de viabilidade econômica de empreendimentos, o modelo utilizado deverá simular as operações financeiras durante o seu ciclo de vida, pois os investimentos (despesas) e retornos (receitas) são dependentes da movimentação no sistema do empreendimento.

A ABNT (1999) define **vida útil** como *“intervalo de tempo ao longo do qual a edificação e suas partes constituintes atendem aos requisitos funcionais para os quais foram projetadas, obedecidos os planos de operação, uso e manutenção previstos”*.

Os riscos são avaliados pela sensibilidade na qualidade do empreendimento com a alteração das variáveis comportamentais monitoráveis e pela capacidade de suporte do empreendimento nos desvios das variáveis não monitoráveis. Esses dois critérios são avaliados através de seus impactos nos indicadores, onde o limite será definido pelo empreendedor. (ROCHA LIMA JR, 1993).

Na maioria das edificações, a implementação de um Programa de Uso Racional da Água é motivada pela redução do valor da conta de água, principalmente quando se tratam de grandes consumidores, tais como hospitais, *campi* universitários etc.

Em edificações públicas, o fator motivador não deixa de estar relacionado com o aspecto econômico, pois a conta, muitas vezes, não é paga e os prejuízos advindos da falta de manutenção ou, em resumo, do não conserto dos vazamentos e, do mau uso são normalmente de grande magnitude.

Assim, tanto como instrumento de planejamento, ou seja, para decidir investir em ações no sentido de otimizar o uso da água na edificação, como para a análise dos resultados obtidos, a avaliação econômica é parte integrante do processo como um todo.

3.4 TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS PARA PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA

Dentre as ações a serem implementadas edificações, com o objetivo de racionalizar o uso da água, destaca-se a de ordem tecnológica, objeto de estudo do presente trabalho, e que consiste no emprego de equipamentos economizadores, os quais têm o objetivo de reduzir o consumo de água, mantendo-se o conforto dos usuários.

São várias as tecnologias que podem ser empregadas em uma edificação escolar para a redução do consumo de água. Dentre elas, merecem destaque as tecnologias de produto, as quais, segundo Gonçalves, Ioshimoto e Oliveira (1999) *“são aquelas aplicáveis a qualquer ponto do sistema predial hidráulico, sem que seja obrigatória qualquer modificação”*.

Gonçalves, Ioshimoto e Oliveira (1999) propõem os seguintes fatores para avaliação das tecnologias de produto a serem instaladas em um edifício: procedência; nível tecnológico; impacto cultural; dificuldade de implantação; dificuldade de operação por parte dos usuários; dificuldade de manutenção; atuação (parâmetros atuantes: vazão e tempo de utilização) e consumo médio estimado.

Oliveira (1999), por sua vez, apresenta diretrizes para a especificação técnica em alguns componentes economizadores de água mais utilizados nas diferentes tipologias de edificações, as quais são reproduzidas na Tabela 3.12.

Tabela 3.12: Tecnologias economizadoras a serem instaladas nos pontos de consumo de água.

PONTO DE CONSUMO	POSSIBILIDADES TECNOLÓGICAS
Mictório	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Válvula hidromecânica; ▪ Descarga eletrônica.
Bacia sanitária	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Com válvula de descarga de ciclo fixo e volume de descarga de 6 litros; ▪ Com caixa de descarga externa ou embutida com volume de descarga de 6 litros; ▪ Com caixa de descarga pressurizada; ▪ Com válvula de descarga eletrônica.
Torneiras	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Arejador; ▪ De alavanca; ▪ Hidromecânicas e eletrônicas; ▪ Registros reguladores de vazão.
Chuveiros e duchas	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Restritores de vazão; ▪ Com fechamento hidromecânico; ▪ Eletrônico.

▪ FONTE: Adaptado de Oliveira (1999).

Os resultados obtidos, em termos financeiros, com a substituição de equipamentos convencionais por economizadores dependem das condições locais. Por isso, Oliveira (1999) recomenda uma avaliação econômica antes de sua implementação, não esquecendo de verificar os sistemas e componentes especificados para troca, seus respectivos custos, incluindo mão-de-obra e necessidade de obras civis.

Conforme já citado anteriormente, o fator motivador para a implementação de programas de uso racional da água é ainda predominantemente econômico e, nesse sentido, a avaliação adequada da viabilidade dos investimentos necessários é outra etapa imprescindível do mesmo.

4. AVALIAÇÃO DO USO DA ÁGUA EM EDIFÍCIOS ESCOLARES PÚBLICOS

A avaliação do uso de água em edifícios escolares públicos foi efetuada, nesse trabalho, a partir de uma investigação em campo conduzida em escolas das redes municipal e estadual localizadas na cidade de Campinas, São Paulo.

Para tanto, foi efetuada a seleção da amostra de edificações a serem estudadas, nas quais foi verificada a condição de operação (existência de vazamentos) dos diferentes pontos de consumo de água, aplicados questionários aos usuários e realizada a observação das atividades que envolvem o uso da água.

Conforme destacado anteriormente, o presente trabalho se insere em um projeto de pesquisa que objetiva o estabelecimento de indicadores de uso racional da água em edificações escolares. Os critérios investigados no referido projeto podem ser encontrados em Gonçalves *et al.* (2004).

Araújo (2004) e Barros (2004), citados na revisão bibliográfica, apresentam resultados parciais do referido projeto, relativos, à avaliação durante a operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, identificando assim as patologias mais freqüentes encontradas e avaliando o atendimento às exigências dos regulamentos e normas correlatas e à avaliação do atendimento aos requisitos de desempenho dos sistemas prediais de aparelhos/equipamentos sanitários, tanto pela verificação da conformidade com a documentação técnica referente ao assunto, como pela satisfação dos usuários.

Tendo em vista o escopo do presente trabalho, os estudos foram desenvolvidos em uma parcela de escolas contempladas no referido projeto de pesquisa, cujo critério de seleção e caracterização da amostra são apresentados na sequência.

4.1 SELEÇÃO DA AMOSTRA

O objeto de estudo do presente trabalho consiste em uma amostra de escolas de diferentes tipologias que compõem a rede pública de Campinas, contempladas no projeto de pesquisa citado anteriormente.

As escolas públicas localizadas na cidade de Campinas estão divididas, em função da modalidade de ensino, em dois grandes grupos:

- Educação Infantil e Ensino Fundamental; e,
- Ensino Médio.

A grande maioria das escolas de educação infantil e de ensino fundamental é de responsabilidade da Secretaria Municipal de Educação e somente uma pequena parcela é de responsabilidade do Governo Estadual. Entretanto, as Escolas Estaduais são, em sua grande maioria, de responsabilidade do governo estadual, através das diretorias regionais de ensino, embora também existam escolas estaduais de ensino fundamental.

Assim, esse trabalho contempla duas populações distintas, constituídas pelas escolas da rede municipal e pelas escolas da rede estadual, sendo que, destas últimas, foram consideradas apenas aquelas unidades com tipologia complementar às demais, já consideradas no âmbito municipal.

Na Tabela 4.1 são apresentadas as tipologias de escolas da rede municipal de Campinas contempladas no desenvolvimento do presente estudo e a sua representatividade na população considerada (a totalidade das escolas construídas até dezembro de 2001, cujo pagamento da conta mensal de água é de responsabilidade da Prefeitura Municipal de Campinas, ou seja, 156 unidades de ensino).

Tabela 4.1: Tipologias de escolas da rede municipal de Campinas.

TIPOLOGIA	Nº. DE UNIDADES SELECIONADAS	PORCENTAGEM DA POPULAÇÃO
CEMEI - Centro Municipal de Educação Infantil: Crianças de 3 meses a 4 anos, em período integral (7 às 18h).	06	66,7%
EMEI - Escola Municipal de Educação Infantil: crianças de 4 a 6 anos em período parcial (normalmente das 7 às 12h e das 12 às 17h).	44	66,7%
CEMEI/EMEI - crianças de 3 meses a 6 anos. As crianças menores de 4 anos permanecem em período integral e as de 4 a 6 anos em período parcial.	23	51,1%
EMEF - Escola Municipal de Ensino Fundamental: alunos de 6 a 14 anos, divididos em três períodos: matutino (das 7 às 11h), intermediário (das 11 às 15h) e vespertino (das 15 às 19h).	10	27,8%

As escolas estaduais de ensino fundamental e médio localizadas em Campinas totalizavam, em 2003, 153 unidades, classificadas em:

- Ensino Fundamental:
 - 1ª a 4ª série: 54 unidades;
 - 5ª a 8ª série: 07 unidades;
 - 1ª a 4ª série e 5ª a 8ª série: 20 unidades.
- Ensino Fundamental e Médio:
 - 1ª a 4ª série, 5ª a 8ª série e 1º, 2º e 3º anos do ensino médio: 30 unidades;
 - 1ª a 4ª série e 1º, 2º e 3º anos do ensino médio: 01 unidade;
 - 5ª a 8ª série e 1º, 2º e 3º anos do ensino médio: 39 unidades.
- Ensino Médio: 02 unidades.

Tendo em vista o escopo do presente trabalho e que as escolas com apenas ensino fundamental foram contempladas em sua maioria no âmbito municipal, foram consideradas as unidades com ensino fundamental e médio e, dentre elas, a tipologia com o maior número de unidades, ou seja, as escolas com 5^a a 8^a série e 1^o, 2^o e 3^o anos do ensino médio.

Desta maneira, a população de escolas estaduais considerada foi restrita a 39 escolas. A partir disso, foram selecionadas, em função da localização geográfica e do indicador de consumo, quatro escolas, totalizando 10,3% da população considerada.

A investigação de campo conduzida para avaliação do uso da água nas escolas da rede pública selecionadas é apresentada na sequência.

4.2 INVESTIGAÇÃO DE CAMPO – MATERIAL E MÉTODOS

A investigação de campo consistiu em visitas às escolas selecionadas, para aplicação de questionários e preenchimento de planilhas de levantamento.

Os questionários, elaborados a partir da definição dos diferentes tipos de usuários, estão agrupados em oito formulários os quais contemplam várias questões relativas à satisfação dos usuários com relação aos sistemas de água e de aparelhos sanitários, além da forma como determinadas atividades que envolvem o uso da água são realizadas.

Os usuários das escolas da rede municipal de Campinas, os quais se constituem na população fixa, são classificados em: aluno, diretor, orientador pedagógico, professor, monitor, servente, cozinheiro, zelador e vigilante.

Existem também usuários de permanência curta ou esporádica (população flutuante), tais como: pais de alunos, professores itinerantes e profissionais de manutenção. Esses usuários, pela dificuldade de quantificação e inconstância da presença nas escolas, não foram considerados na aplicação dos questionários.

Nas escolas estaduais verificou-se que existe, também, a família do(a) zelador(a) que, em alguns casos, mora em uma pequena residência localizada dentro do perímetro da escola. Observou-se também que estas, devido ao Programa Escola da Família do Governo Estadual (SÃO PAULO, 2005), são abertas nos finais de semana para a comunidade com atividades voltadas às áreas esportiva, cultural, de saúde e de qualificação profissional.

Na Tabela 4.2, são apresentados os tipos de questionários elaborados, juntamente com o conteúdo básico abordado. No **Anexo A** é apresentado um exemplo de questionário elaborado.

Tabela 4.2: Tipos de questionários aplicados aos usuários das escolas selecionadas.

TIPO	A QUEM SE DESTINA	CONTEÚDO BÁSICO DAS QUESTÕES
B1	Usuário de banheiro: direção, professor e demais funcionários	<ul style="list-style-type: none"> – forma de uso: <ul style="list-style-type: none"> - das torneiras de lavatório; - da válvula de descarga; - dos mictórios; - das torneiras externas aos banheiros; - dos chuveiros; - dos banheiros. – observação do desperdício e/ou perda de água nos pontos de consumo.
B4	Usuário de banheiro: aluno alfabetizado, aluno de 4 ^a , 5 ^a e 8 ^a séries	<ul style="list-style-type: none"> – forma de uso: <ul style="list-style-type: none"> - das torneiras de lavatório; - da válvula de descarga; - dos mictórios; - das torneiras externas aos banheiros; - dos banheiros. – observação do desperdício e/ou perda de água nos pontos de consumo.
AE1	Responsável pela limpeza da área externa: servente e auxiliar de serviços gerais	<ul style="list-style-type: none"> – caracterização das atividades de limpeza e manutenção; – forma de uso das torneiras de uso geral e bebedouro.
AS1	Responsável pela limpeza da área de serviço/lavanderia: servente e auxiliar de serviços gerais	<ul style="list-style-type: none"> – caracterização das atividades de limpeza e lavanderia; – forma de uso das torneiras de tanque, lavagem e de máquina de lavar roupas.

Tabela 4.2: Tipos de questionários aplicados aos usuários das escolas selecionadas.
(continuação)

TIPO	A QUEM SE DESTINA	CONTEÚDO BÁSICO DAS QUESTÕES
B3	Responsável pela limpeza dos banheiros: servente e auxiliar de serviços gerais	– caracterização das atividades de limpeza; – forma de uso das torneiras de lavagem e de lavatórios.
BB1	Responsável pelo banho de bebês dos berçários/salas de banho: professoras e monitoras	– caracterização das atividades de banho e limpeza; – forma de uso das duchas/chuveiros e torneiras de uso geral.
BB3	Responsável pela limpeza dos berçário/sala de banho: servente e auxiliar de serviços gerais	– caracterização das atividades de limpeza; – forma de uso das duchas/chuveiros e torneiras de uso geral.
C1	Responsável pela limpeza da cozinha: cozinheira e auxiliar de serviços gerais	– caracterização das atividades de limpeza; – forma de uso das torneiras de pia, tanque, de lavagem e filtro.
Obser-vador	----	– forma de uso dos pontos de consumo; – observação das atividades executadas.

Por sua vez, as planilhas de levantamento estão divididas em dois tipos, segundo a sua finalidade:

- **Ficha cadastral:** utilizada para o levantamento dos dados gerais da edificação e dos pontos de consumo de água; e,
- **Fichas de observação:** contemplam, basicamente, informações relativas ao uso da água, de forma a identificar as principais fontes de desperdício. Algumas informações são similares às respondidas pelos usuários, possibilitando a confrontação das respostas obtidas com os dados oriundos da observação pela equipe de levantamento. No total, são cinco tipos de fichas, uma para cada tipo de ambiente sanitário: área externa, área de serviço/lavanderia, banheiro, cozinha e sala de banho de bebês.

As visitas às escolas, com o preenchimento das planilhas de levantamento, foram realizadas pela equipe de levantamento (alunos de graduação e de pós-graduação, todos pesquisadores do Laboratório de Ensino e Pesquisas em Sistemas Prediais da FEC/UNICAMP) em dois dias da semana, abrangendo, em média, duas escolas por dia, variando em função do número de ambientes inspecionados e do número de usuários entrevistados.

Em paralelo ao levantamento cadastral, foi efetuada uma investigação patológica dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários, cujos resultados, conforme já comentado, podem ser encontrados em Araújo (2004).

A partir da quantificação da população fixa, foi determinado o número de questionários a serem aplicados, conforme apresentado na Tabela 4.3 e na Tabela 4.4.

Tabela 4.3: Seleção de usuários em função do tipo de ambiente e das atividades nele realizadas - população fixa.

TIPO DE QUESTIONÁRIO		TIPOLOGIA DA ESCOLA				
		CEMEI	CEMEI/EMEI	EMEI	EMEF	Ensino Médio
Ambiente em estudo e usuários em geral	Área Externa - responsável pela manutenção (AE1)	servente, vigilante, zelador ou agente de apoio				
	Área de serviço / lavanderia - usuário (AS1)	servente ou agente de apoio				
	Banheiro - responsável pela limpeza (B3)	servente ou agente de apoio				
	Cozinha - usuário (C1)	cozinheira, auxiliar de cozinha ou agente de apoio				
	Banho de bebê - usuário (BB1)	monitor ou professor		---		
	Banho de bebê - responsável pela limpeza (BB3)	servente ou agente de apoio		---		
Ambiente em estudo e alunos	Banheiro - usuário (B4)	---			1 classe da 4ª ou 5ª série e, 1 da 8ª série (*)	1 classe do 2º ano do ensino médio

(*) ao menos 10% do total de alunos

Tabela 4.4: Seleção da amostra de usuários (funcionários) dos banheiros.

TIPO DE USUÁRIO	QUANTIDADE EXISTENTE DE FUNCIONÁRIOS	Nº. DE QUESTIONÁRIOS B1 APLICADOS
Diretor	1	1
Cozinheiro	1	1
	2 a 5	2
	mais de 5	3
Vigilante	1	1
	2 a 5	2
	mais de 5	3
Servente	1	1
	2 a 5	2
	mais de 5	3
Professor	---	10% do número total de professores e monitores (no mínimo, 3).
Monitor		

NOTA: B1 – questionário para usuários de banheiro.

Com relação à quantidade de questionários aplicados, ressalta-se que, inicialmente os questionários dos ambientes (AE1, AS1, B3, C1, BB1 e BB3), eram aplicados em quantidades iguais às apresentadas na Tabela 4.4. Devido à grande quantidade de perguntas realizadas e, conseqüentemente, o tempo despendido, e ao fato de que as perguntas eram respondidas de forma coletiva por todos os usuários, optou-se por realizar, em cada escola, somente um questionário por tipo de ambiente. No caso dos questionários de usuários de banheiro (B1 e B4), a quantidade inicial foi mantida e atendida sempre que possível. É importante observar que nas escolas estaduais foram contemplados apenas alunos do ensino médio, tendo em vista que os alunos do ensino fundamental foram entrevistados nas escolas municipais.

Os questionários, a princípio, foram realizados no mesmo dia do levantamento cadastral e de patologias. Porém, em algumas escolas foi necessária mais do que uma visita com o objetivo de entrevistar toda a população prevista. Nesses casos, em geral, retornava-se à escola para aplicação do questionário de alunos.

Também não existiu coincidência entre o levantamento cadastral e de patologia e a aplicação dos questionários nos seguintes casos:

- o levantamento cadastral foi realizado no período de recesso escolar;
- a turma a ser entrevistada estava ausente (excursão, passeio);
- a data do levantamento coincidiu com dia de reunião de pais ou pedagógica ou dia de festa (aniversariantes do mês, festa junina etc.); e,
- a escola estava em greve e, portanto, não existiam alunos para aplicação de questionários no horário da visita.

Além da aplicação dos questionários aos usuários e observação das atividades realizadas no dia do levantamento para a verificação das respostas dos questionários, foi feita, em uma escola de cada tipologia básica (CEMEI, EMEI e EMEF) uma ou mais visitas adicionais, exclusivamente para observação da forma de realização de todas as atividades que envolvem o uso da água, em termos da frequência, dos tempos de utilização e respectivas vazões, de forma a caracterizar um dia típico de consumo de água e estimar as parcelas do mesmo referentes aos diferentes ambientes da escola em questão. A tipologia CEMEI/EMEI não foi contemplada nessa fase pelo fato dela ser uma composição das tipologias CEMEI e EMEI e a realização das atividades varia, entre outros, em função da proporção de alunos de cada uma das tipologias que a compõem.

Assim, foram observados o modo de realização das atividades; a duração das mesmas (medição dos horários de início e término); as vazões nos pontos de consumo empregadas para a realização das atividades (reprodução, pela equipe de levantamento, das vazões utilizadas pelos usuários, com a respectiva medição), além de outras variáveis, de modo a estabelecer um dia típico de consumo. O **Anexo B** apresenta um exemplo das planilhas utilizadas. Vale ressaltar que todas as planilhas e questionários passaram por aplicações piloto, de forma a identificar possibilidades de melhoria.

4.3 RESULTADOS E ANÁLISES

As análises e resultados estão divididos nos seguintes itens, quais sejam:

- Forma de realização das atividades que envolvem o uso da água;
- Caracterização de um dia típico de consumo de água;
- Metodologia para avaliação do índice de percepção dos usuários (IU) para o uso racional de água; e,
- Análise do comportamento histórico do consumo de água.

4.3.1 Forma de realização das atividades que envolvem o uso da água

Conforme descrito anteriormente, foram aplicados 8 tipos de questionários, em função dos tipos de ambientes e usuários existentes nas escolas investigadas.

A Tabela 4.5 apresenta uma caracterização das escolas municipais e estaduais selecionadas no que se refere à população fixa e a porcentagem de entrevistados.

Tabela 4.5: Caracterização das unidades que compõem a amostra.

TIPOLOGIA	Nº. da escola	Dados obtidos na escola			Entrevistados (%)		
		Nº. de alunos	Nº. de funcionários	Nº. de prof.	Alunos	Funcionários	Prof.
CEMEI	17	46	9	2	----	44	100
	26	120	20	4		30	50
	31	91	18	2		50	0
	43	150	34	7		24	14
	44	150	20	7		30	29
	165	165	22	1		32	100
CEMEI/ EMEI	1	154	28	9	---	21	33
	2	295	26	11		23	27
	7	640	26	40		42	10
	8	145	19	9		37	33
	10	180	28	6		25	50
	11	260	24	8		21	63

Tabela 4.5: Caracterização das unidades que compõem a amostra. (continuação)

TIPOLOGIA	Nº. da escola	Dados obtidos na escola			Entrevistados (%)		
		Nº. de alunos	Nº. de funcionários	Nº. de prof.	Alunos	Funcionários	Prof.
CEMEI/EMEI (continuação)	15	157	26	7	---	31	29
	20	211	18	6		33	50
	24	100	25	6		24	50
	28	162	33	5		18	80
	30	259	23	9		22	33
	33	377	37	30		24	7
	35	203	26	8		23	25
	37	246	26	7		31	43
	39	272	38	7		13	43
	42	150	28	7		21	57
	50	654	38	22		34	18
	51	444	36	22		36	23
	52	458	35	17		11	24
	53	215	23	10		35	10
	113	291	34	18		15	22
	119	690	30	23		40	17
	151	430	25	29		52	17
EMEI	21	109	6	6	---	0	17
	22	64	3	4		50	100
	48	120	10	6		40	67
	93	60	3	5		100	60
	95	276	7	6		71	36
	96	200	7	8		71	63
	98	150	5	6		60	50
	100	162	4	6		75	50
	105	162	5	6		30	33
	106	102	4	7		50	57
	108	172	7	9		33	44
	109	120	4	6		50	67
	112	208	5	8		100	38
	114	150	8	6		50	67
	115	120	5	4		80	50
	116	180	6	9		83	33
	117	120	5	4		100	75
	118	50	4	2		75	50
	120	322	9	15		28	27
	126	64	6	4		33	100
	127	304	5	11		100	36
	129	128	5	6		40	67
	130	240	4	8		100	40
	131	58	3	2		100	50
	133	112	5	5		60	60
	134	175	8	6		63	67
	136	287	6	10		67	40
	139	120	4	5		100	60
	140	191	6	8		25	25
	141	300	5	13		80	31
	142	222	6	8		33	25
	144	218	5	16		20	6

Tabela 4.5: Caracterização das unidades que compõem a amostra. (continuação)

TIPOLOGIA	Nº. da escola	Dados obtidos na escola			Entrevistados (%)		
		Nº. de alunos	Nº. de funcionários	Nº. de prof.	Alunos	Funcionários	Prof.
EMEI (continuação)	145	194	5	10	---	40	20
	146	140	5	4		30	100
	147	152	5	6		50	67
	148	115	7	4		21	100
	149	162	7	10		36	40
	152	112	6	4		50	100
	155	124	7	4		29	50
	156	50	4	4		38	25
	157	128	6	4	12	25	25
	158	178	6	8	---	67	38
	159	64	3	6		50	33
	161	148	6	8		33	50
EMEF	56	536	15	30	11	16	13
	58	483	12	12	11	8	13
	59	621	11	12	11	12	13
	61	340	9	16	15	56	20
	62	905	17	48	4	29	10
	69	530	15	33	8	40	12
	70	897	12	18	7	17	7
	71	585	13	20	10	38	13
	78	596	17	20	7	14	13
	81	561	14	17	8	11	8
Ensino Médio	171	1.800	19	25	2	18	6
	172	964	7	57	3	57	5
	173	1.270	37	29	2	27	5
	174	1.422	14	24	2	29	6

Da Tabela 4.5 conclui-se que foram entrevistados:

- 653 alunos das tipologias EMEF e Ensino Médio, o que representa 5,6% desses usuários;
- 433 funcionários do período diurno, o que representa cerca de 30% do total;
- 275 professores do período diurno, ou seja, 21% do total, e;
- Um total de 1.376 usuários entre alunos e funcionários.

Inicialmente, foram identificados todos os tipos de pontos de consumo de água e caracterizadas as diversas atividades neles realizadas em cada tipologia de escola estudada. A Tabela 4.6 apresenta os resultados obtidos para as tipologias em estudo.

Tabela 4.6: Atividades que envolvem o uso da água por ambiente e tipologia.

AMB.	APARELHO EXISTENTE	ATIVIDADE	CEMEI		CEMEI/ EMEI		EMEI		EMEF		Ensino Médio	
			Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func
BANHEIRO E SALA DE BANHO	Bacia Sanitária	Necessidades Fisiológicas	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Chuveiro	Higiene pessoal	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Banho alunos e piscina	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
	Lavatório	Lavar mãos e rosto	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
		Escovar dentes	X	X	X	X	X	X	-	X	-	X
	Lavatório tipo calha	Lavar mãos e rosto	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
		Escovar dentes	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
		Beber água	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
	Mictório individual	Necessidades Fisiológicas	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
	Mictório tipo calha	Necessidades Fisiológicas	-	-	X	X	X	X	X	X	X	X
	Tanque de banho	Dar banho em bebês	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
COZINHA E COPA	Torneira de uso geral (interna)	Limpeza geral do ambiente	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Filtro	Preparar bebidas, água p/ beber e cozinhar	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Pia de cozinha - AF	Preparar refeições	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Higienização de frutas, verduras e hortaliças	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Lavar louças	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Preparo e higienização de mamadeiras	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
	Pia de cozinha - AQ	Lavar louça	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Tanque COZ - AF	Lavar utensílios de grande porte	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Tanque COZ - AQ	Lavar utensílios de grande porte	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Torneira de uso geral (interna)	Limpeza geral do ambiente	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X

Tabela 4.6: Atividades que envolvem o uso da água por ambiente e tipologia. (continuação)

AMB.	APARELHO EXISTENTE	ATIVIDADE	CEMEI		CEMEI/ EMEI		EMEI		EMEF		Ensino Médio	
			Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func	Aluno	Func
ÁREA DE SERVIÇO E LAVANDERIA	Tanque	Lavar panos e utensílios de limpeza	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Lavar lençóis, toalhas, fraldas	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-
		Lavar babadores	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
	Torneira de uso geral (interna)	Limpeza geral do ambiente	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Torneira de Maquina de lavar	Lavar panos de limpeza	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Lavar lençóis, babadores, toalhas etc.	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-
	Torneira para tanquinho	Lavar panos de limpeza	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
	Lavatório tipo calha	Lavar mãos e rosto	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
		Escovar dentes	X	-	X	-	X	-	-	-	-	-
		Beber água	X	-	X	-	X	-	X	-	X	-
REFEITÓRIO E ÁREAS EXTERNAS	Tanque	Lavar panos e utensílios de limpeza	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Lavar lençóis, toalhas, fraldas	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-
		Lavar babadores	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-
	Ponto de Bebedouro elétrico	Beber água	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	Torneira de jardim, horta e uso geral (externa)	Rega de jardim e horta	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Limpeza geral do ambiente	-	X	-	X	-	X	-	X	-	X
		Recreação (piscina)	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-

Vale ressaltar que:

- os alunos das EMEF não escovam os dentes na escola;
- a tipologia CEMEI, onde os alunos permanecem em período integral, é a única que dá banho regularmente nos alunos e, que devido à faixa etária dos mesmos (até 4 anos), possui atividades de lavanderia, tais como lavagem de cobertores, toalhas, fraldas etc.; e,
- no caso da CEMEI/EMEI, o banho é realizado somente nos alunos pertencentes à CEMEI.

As respostas obtidas para os questionários aplicados foram agrupadas, para fins de análise, por ambiente e em cada tipologia em estudo.

No **Anexo C**, são apresentadas as explicações das alternativas constantes em cada forma de realização para cada atividade analisada.

Áreas Externa e Interna

Foram entrevistados 100 usuários responsáveis pela manutenção das áreas externa e interna das escolas, distribuídos da seguinte forma: 6 nas escolas da tipologia CEMEI, 26 na CEMEI/EMEI, 49 na EMEI, 15 na EMEF e 4 nas Escolas Estaduais.

A Figura 4.1 apresenta a incidência de respostas para cada tipo de pergunta relativa às áreas interna e externa em cada tipologia. Os números constantes na barras da referida figura representam as quantidades absolutas das respostas obtidas, as quais resultaram nas porcentagens marcadas no eixo das ordenadas.

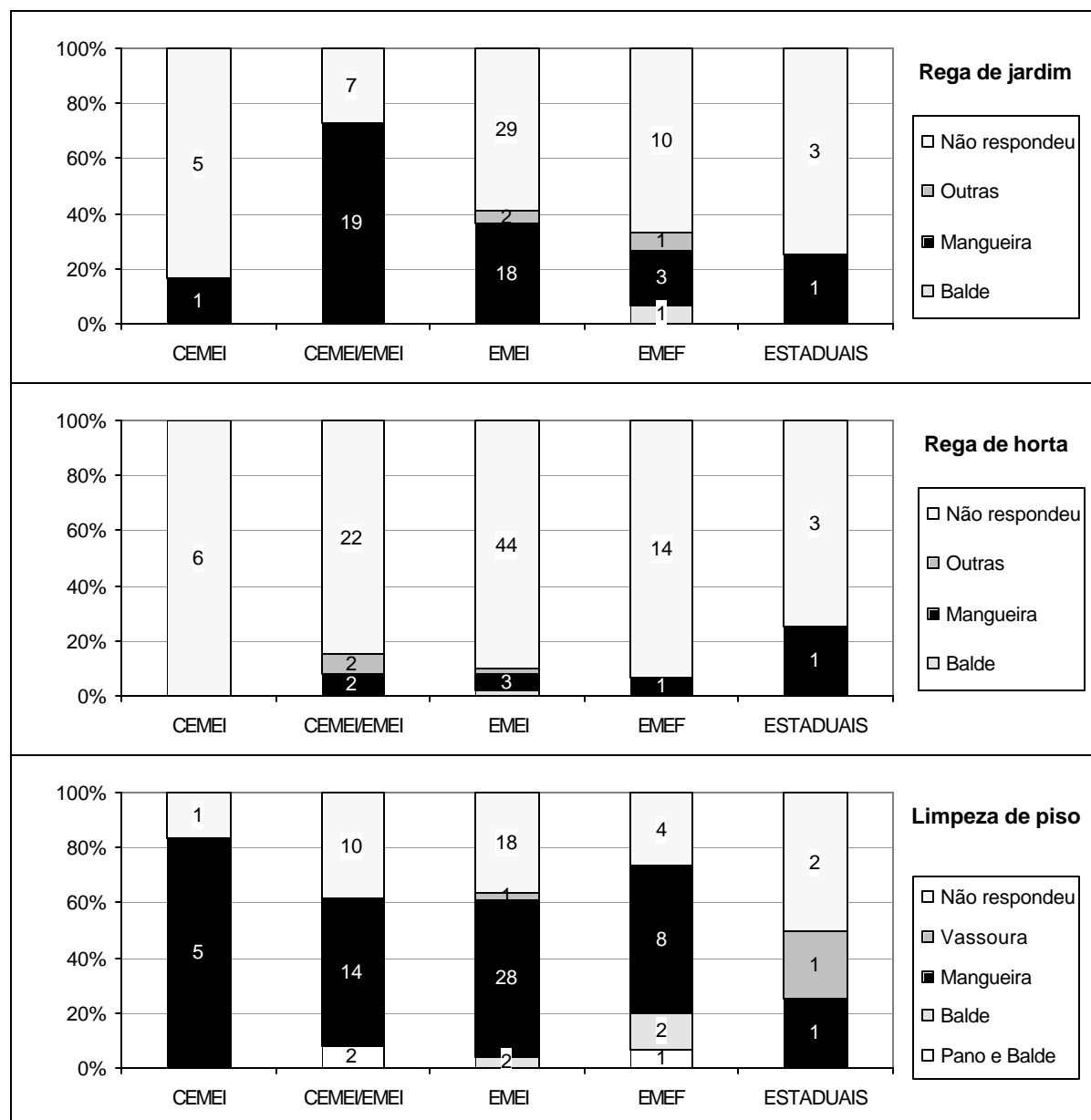


Figura 4.1: Forma de realização das atividades – **área externa.**

Observa-se que 46 usuários (46% dos entrevistados) responderam que existe rega de jardim na escola. Dentre eles, 42 (91% dos que responderam afirmativamente a esta questão) responderam que esta atividade é efetuada com mangueira. Em 100% das respostas da CEMEI, CEME/EMEI e Estaduais, a rega de jardim também é realizada dessa mesma forma. Foi observada, pela equipe de levantamento, que em 75% das escolas, a rega de jardim é feita com mangueira e em 25%, a atividade não é realizada.

Já 11 usuários (11% dos entrevistados) afirmaram que existe rega de horta nas respectivas escolas. Destes, 7 (64% dos que realizam essa atividade) disseram executá-la com mangueira. Foi observada pela equipe a rega de horta em apenas uma CEMEI/EMEI, sendo a mesma realizada com mangueira.

Dos 65 entrevistados que responderam à questão relativa à forma de limpeza do piso externo, 56 (86%) disseram que a mesma é efetuada com mangueira. De acordo com as observações: em 47,6% das escolas, esta atividade é realizada com o auxílio de mangueira, 19,05% com pano e balde, 14,28% somente com balde e 19,05% com vassoura.

Assim, em todas as atividades analisadas na área externa, o uso da mangueira foi verificado como sendo o mais freqüente.

A Figura 4.2 apresenta a incidência de respostas às questões relativas à forma de uso dos pontos de consumo de água da área externa. Grande foi o número de usuários que não responderam a esta questão, tanto para as torneiras de jardim, como para as de horta e dos lavatórios tipo calha da área externa. Assim, os resultados obtidos para estes componentes não são muito representativos. Em função disso, a figura a seguir apresenta apenas os dados relativos às torneiras de uso geral existentes na área externa das escolas investigadas.

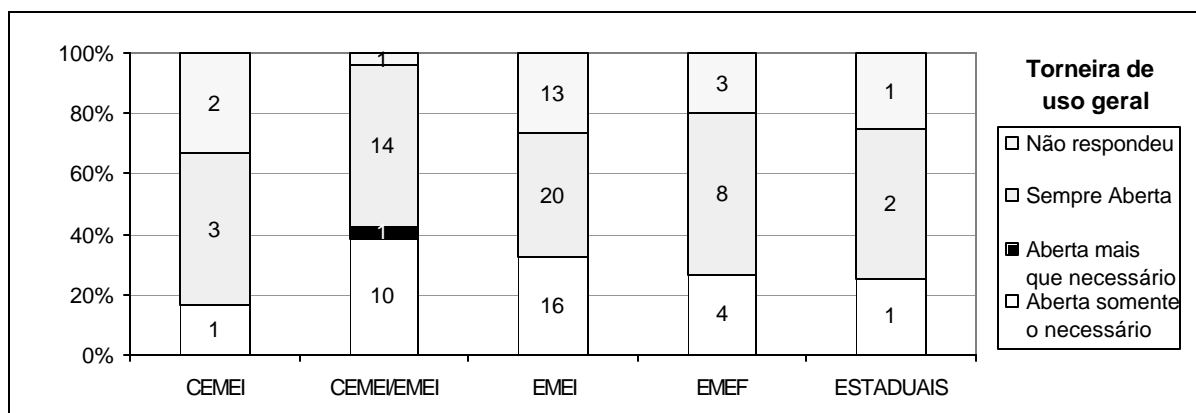


Figura 4.2: Forma de uso das torneiras de uso geral – área externa.

Verifica-se que 59% dos entrevistados responderam que as torneiras de uso geral são utilizadas de modo sempre aberto. Para a equipe de levantamento, na maioria das escolas, a torneira permanece aberta somente o tempo necessário.

A Figura 4.3 apresenta as respostas relativas à atividade que mais consome água, na opinião dos usuários deste ambiente.

Verifica-se que a atividade de lavagem de piso é a que mais consome água na área externa, em todas as tipologias analisadas, segundo os funcionários entrevistados. A segunda atividade maior consumidora de água neste ambiente é a rega de jardim, sendo que na tipologia EMEI a incidência de rega de jardim é maior que nas demais tipologias. Cabe ressaltar que apenas a tipologia CEMEI apresentou 100% de respostas em uma única atividade (lavagem de piso).

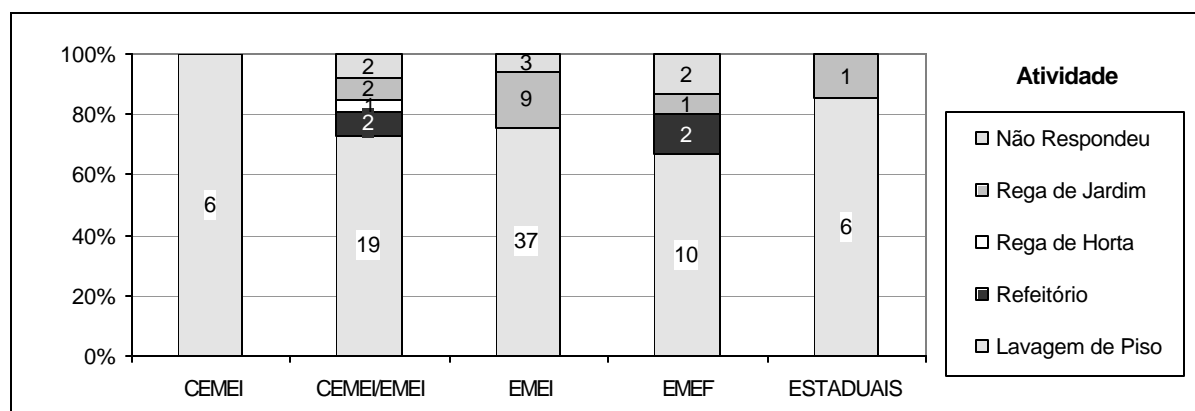
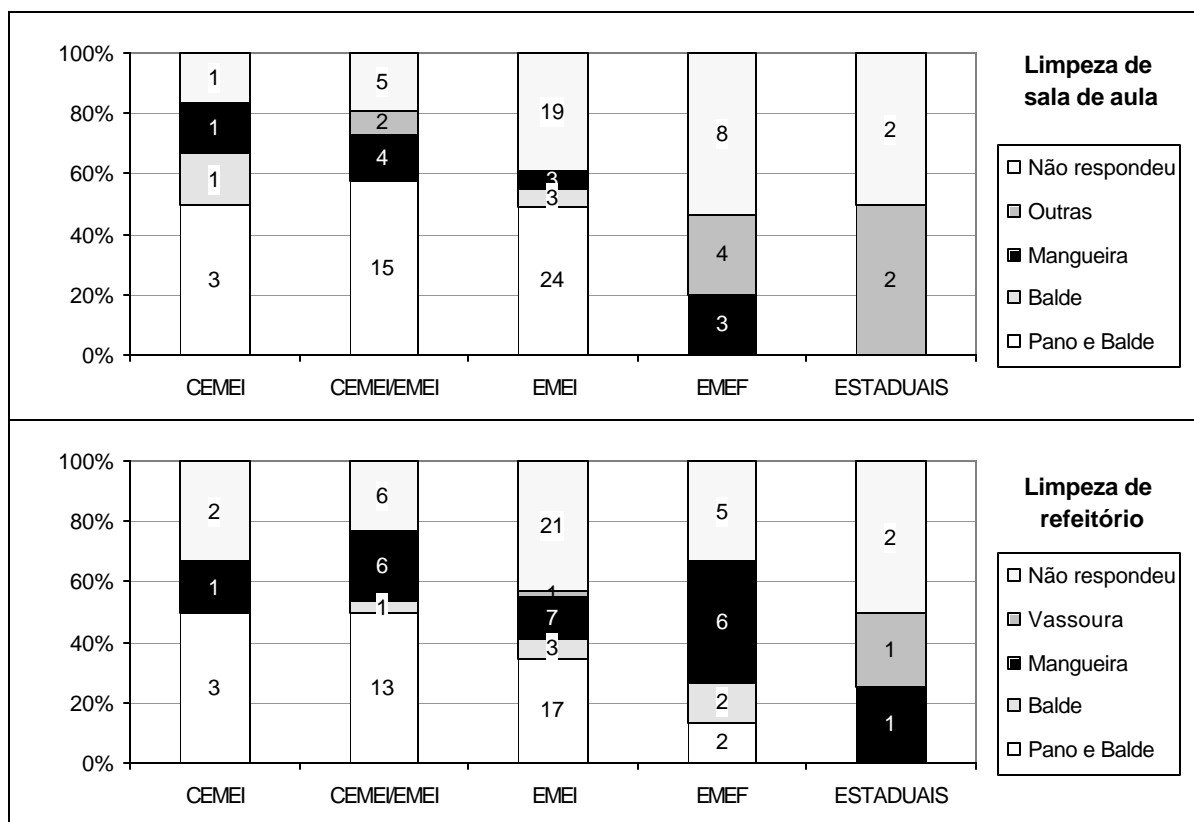


Figura 4.3: Atividade que mais consome água (áreas externa e interna) – opinião dos usuários.

A Figura 4.4 apresenta a incidência de respostas às questões relativas à forma de realização da limpeza das áreas internas.

Figura 4.4: Forma de realização das atividades – **área interna**.

Em 60% das escolas da tipologia CEMEI, 71% das CEME/EMEI e 80% das EMEI, a limpeza das salas de aula é realizada com pano e balde. Nas escolas da tipologia EMEF e nas Estaduais, as salas são varridas diariamente e a limpeza geral das mesmas ocorre, em geral, de 1 a 2 vezes por ano, durante os períodos de recesso escolar. Já nas EMEI, a limpeza geral da escola é realizada cerca de uma vez por mês, em geral nos dias em que não há aulas (reunião pedagógica, de pais, excursões etc.), além das realizadas durante as férias dos alunos.

Por sua vez, a limpeza dos refeitórios, em 75% das CEMEI (3 escolas), 65% das CEME/EMEI (13 escolas) e em 61% das EMEI (17 escolas) é realizada com pano e balde.

Foi observada pela equipe de levantamento a limpeza do refeitório de seis escolas, sendo que em 50% delas a limpeza é feita com pano e balde, 16,67% com mangueira e 33,33% com vassoura.

Área de Serviço - Lavanderia

Foram entrevistados 88 usuários responsáveis pela manutenção e utilização da área de serviço e/ou lavanderia das escolas, dentre os quais, 6 na CEMEI, 24 na CEMEI/EMEI, 43 na EMEI, 11 na EMEF e 4 nas Escolas Estaduais. Na Figura 4.5 são apresentados os resultados obtidos.

Vale ressaltar que as lavanderias foram observadas em todas as escolas das tipologias CEMEI e CEMEI/EMEI (exceto a CEMEI/EMEI 15) e apenas em uma das escolas EMEI. Uma escola da tipologia CEMEI, 8 da tipologia CEMEI/EMEI, 12 da EMEI, 3 da EMEF e 1 das Escolas Estaduais possuem área de serviço. As demais EMEI, EMEF e Escolas Estaduais apresentam apenas um tanque externo para lavagem de panos, utensílios de limpeza etc. o qual foi considerado para a resposta dos usuários, ou seja, o mesmo deve ser limpo quando o piso externo é lavado.

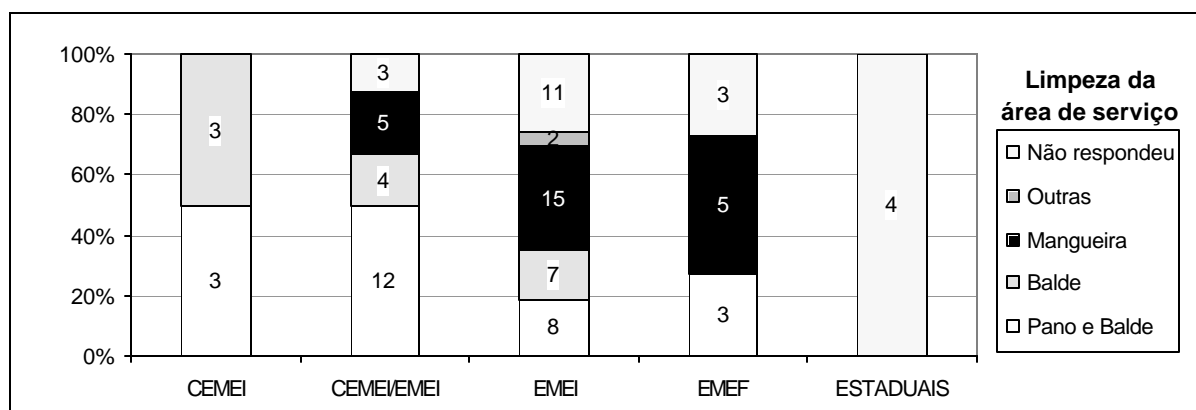


Figura 4.5: Forma de realização das atividades – **área de serviço/lavanderia**.

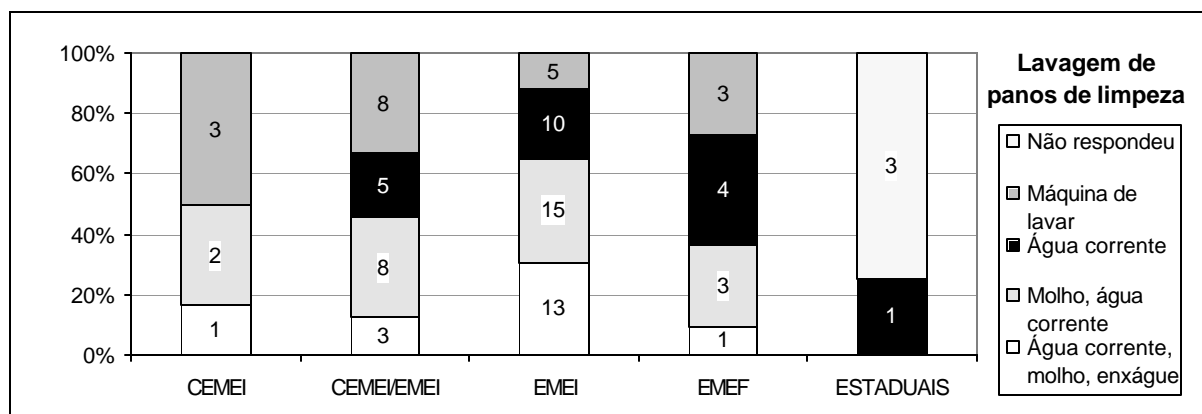


Figura 4.5: Forma de realização das atividades – **área de serviço/lavanderia**. (continuação)

Cerca de 65% das respostas válidas indicam que as áreas de serviço/lavanderias são limpas com balde e pano; em 17%, a lavagem é realizada com mangueira. Em 50% das CEMEI e 57% das CEME/EMEI, a limpeza das lavanderias é realizada com pano e balde; e a limpeza das áreas de serviço, em 47% das EMEI e 63% das EMEF é realizada com mangueira.

A Figura 4.6 apresenta a atividade que consome mais água, na opinião dos usuários, na área de serviço/lavanderia.

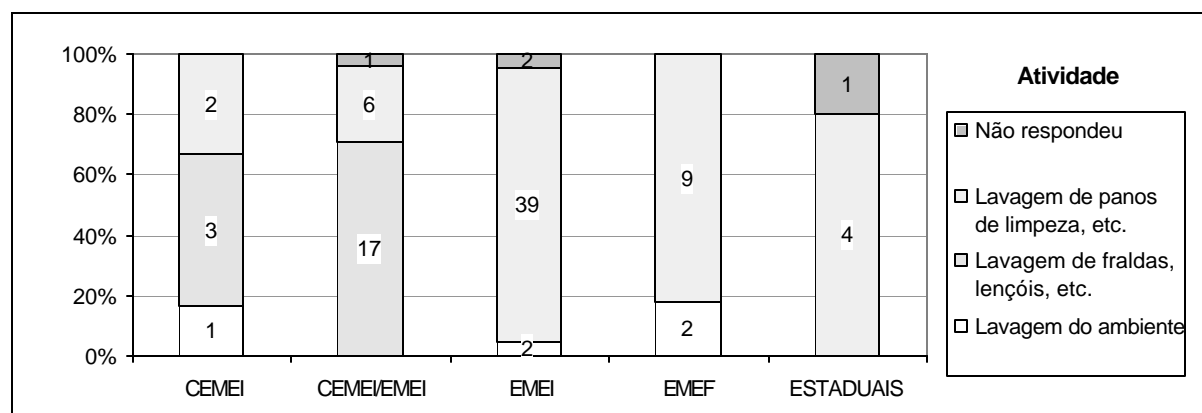


Figura 4.6: Atividade que mais consome água (**área de serviço/lavanderia**) – opinião dos usuários.

De acordo com os usuários entrevistados, a atividade que mais consome água nas tipologias CEMEI e CEMEI/EMEI na área de serviço/lavanderia é a lavagem de fraldas, lençóis e babadores, já que nesta tipologia, são atendidas as crianças menores. Nestas mesmas tipologias, foi indicada como segunda atividade maior consumidora de água a lavagem de panos de limpeza em geral, baldes, vassouras, rodos e afins. Esta atividade foi considerada a de maior consumo de água nas tipologias de escolas onde não há lavagem de fraldas, lençóis etc.

Banheiros - limpeza

As questões relativas à limpeza dos banheiros foram respondidas por 88 usuários: 6 nas escolas da tipologia CEMEI, 26 na CEMEI/EMEI, 42 na EMEI, 10 na EMEF e 4 nas Escolas Estaduais. A Figura 4.7 apresenta os resultados obtidos.

Entende-se como limpeza do piso, nesse trabalho, aquela que é realizada de modo mais freqüente, ou seja, diariamente e, limpeza da parede como sendo a que é realizada de modo mais intenso, em geral, com freqüência entre 1 vez por semana e 1 vez por mês.

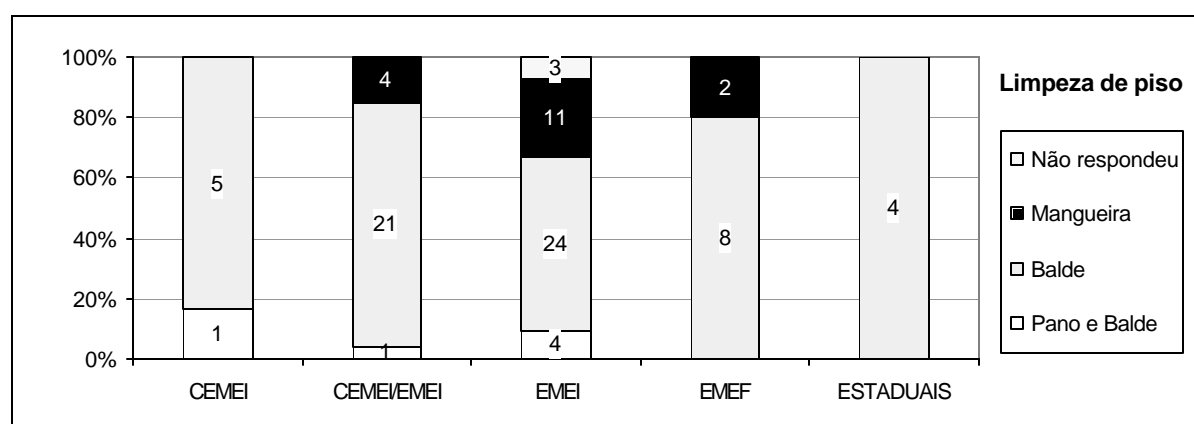


Figura 4.7: Forma de realização das atividades – **banheiro** – limpeza.

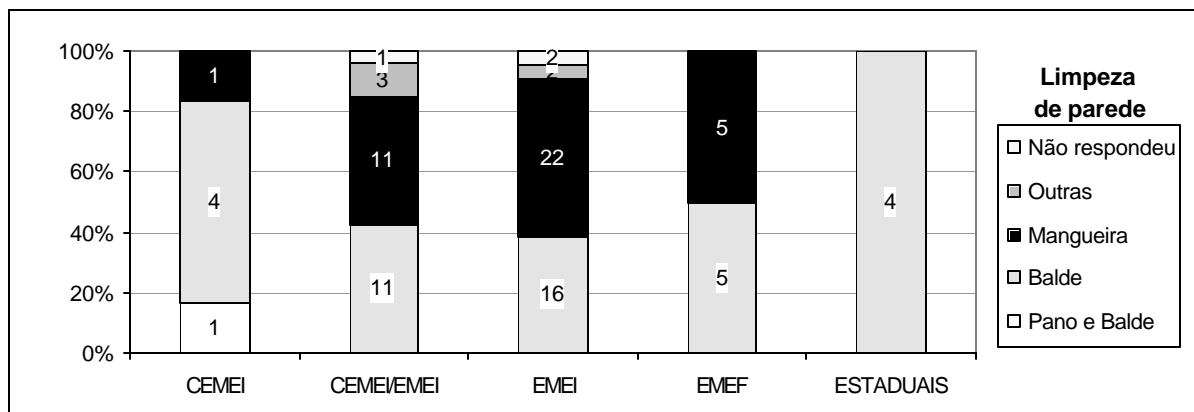


Figura 4.7: Forma de realização das atividades – **banheiro** – limpeza. (continuação)

Em 62 das 85 respostas (73%) foi afirmado que a limpeza do piso dos banheiros de alunos é realizada com balde. Verifica-se, também, que em todas as tipologias, houve uma variação dessa resposta entre 62 e 100%. No caso das EMEI, 28% (15) responderam lavar o piso com uso de mangueira. Já a limpeza da parede é realizada, de acordo com 40 das 85 respostas (47%) com balde e, para 46% (39), a atividade é realizada com mangueira.

Vale ressaltar, por fim, que em 21 das respostas (24%) foi afirmado que a limpeza diária da escola (piso) é realizada com balde e a “semanal” (parede) com mangueira. Lavam diariamente o banheiro com balde e semanalmente com mangueira as seguintes escolas: 1 CEMEI (43), 4 CEME/EMEI (8, 37, 51 e 151), 3 EMEF (59, 61 e 69) e 9 EMEI (22, 96, 112, 114, 116, 118, 127, 133 e 157). Lavam diariamente o banheiro com pano e balde e semanalmente com mangueira as seguintes escolas: 2 CEME/EMEI (39 e 50) e 2 EMEI (115 e 149).

A Figura 4.7 apresenta a forma de uso dos pontos de consumo dos banheiros (torneiras de uso geral e dos lavatórios tipo calha) para a realização da limpeza desses ambientes.

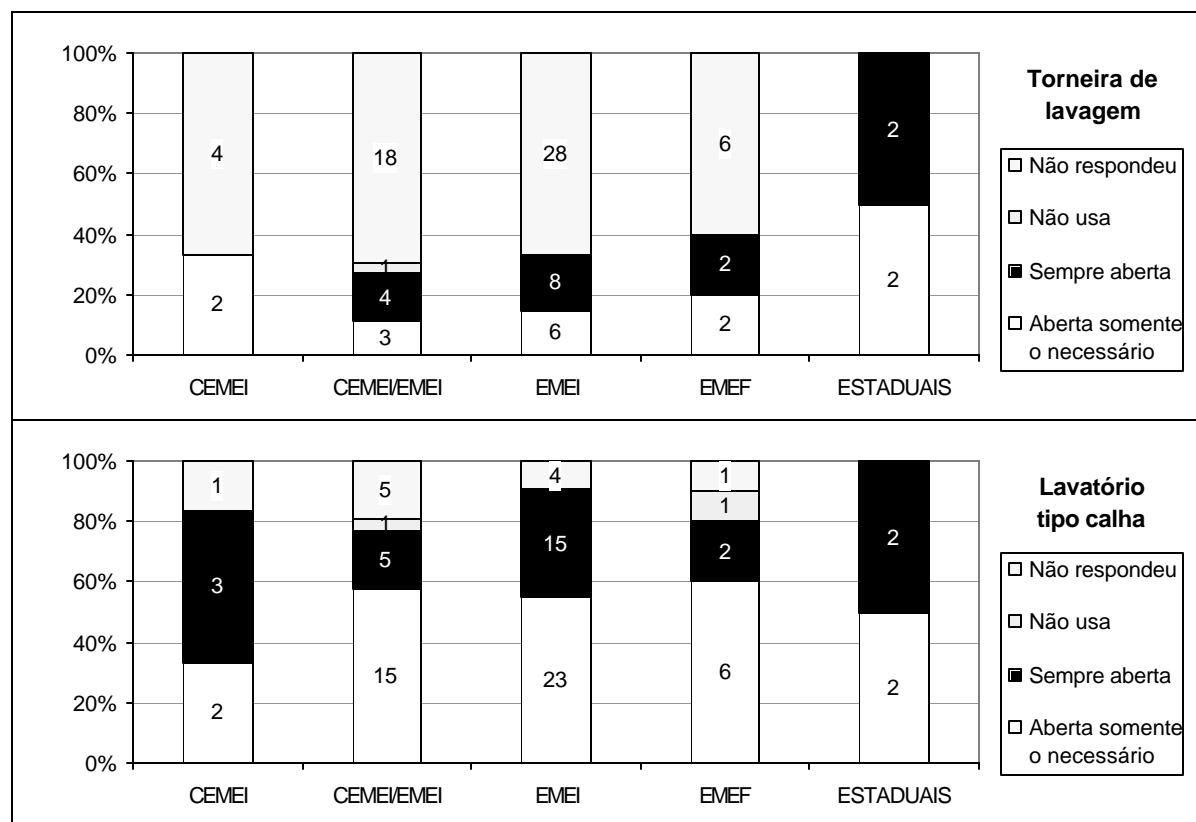


Figura 4.7: Forma de uso dos pontos de consumo – **banheiro** - limpeza.

Verifica-se que a maior parte dos usuários entrevistados não respondeu à pergunta sobre a forma de uso da água nas torneiras de lavagem, quando da sua utilização na limpeza. Para aqueles que responderam, afirmaram que a utilizam sempre aberta. Somente os usuários das CEMEI afirmaram utilizar este ponto de consumo aberto somente quando necessário. Já nas Escolas Estaduais, em 50% das escolas, este ponto é utilizado sempre aberto e em 50%, aberto somente quando necessário.

No caso das torneiras dos lavatórios tipo calha, quando da sua utilização na limpeza, foi afirmado, pela maior parte dos usuários entrevistados, que este ponto permanece aberto somente durante o tempo necessário para realização da atividade. Porém, a forma de uso sempre aberta teve a segunda maior ocorrência, sendo que na tipologia de ensino médio, houve um empate nestas duas opções.

A equipe de levantamento verificou que a limpeza dos banheiros (dados referentes a 27 escolas) é realizada em 59,3% delas com pano e balde, 29,6% com balde e 11,1% com mangueira. Vale comentar que em uma das escolas estaduais visitadas, utilizava-se a mangueira do hidrante para a limpeza dos banheiros. Com relação à limpeza das paredes (observada em 6 escolas), 50% realizam a atividade com o auxílio de pano e balde, 33,3% de outras formas e 16,7% com mangueira do hidrante. E, sobre a forma de uso das torneiras de lavagem (3 respostas existentes), realizam a atividade com a torneira aberta somente durante o tempo necessário.

Banheiros – usuários

A forma de uso das torneiras para higienização pessoal foi classificada em “**aberta somente o necessário**”, aqui entendida como uma maneira mais adequada, onde o ponto de consumo é mantido aberto somente quando a água é necessária (exemplo: escovação dos dentes com a torneira fechada) e “**sempre aberta**” (considerando o exemplo anterior, a torneira seria mantida aberta durante a escovação).

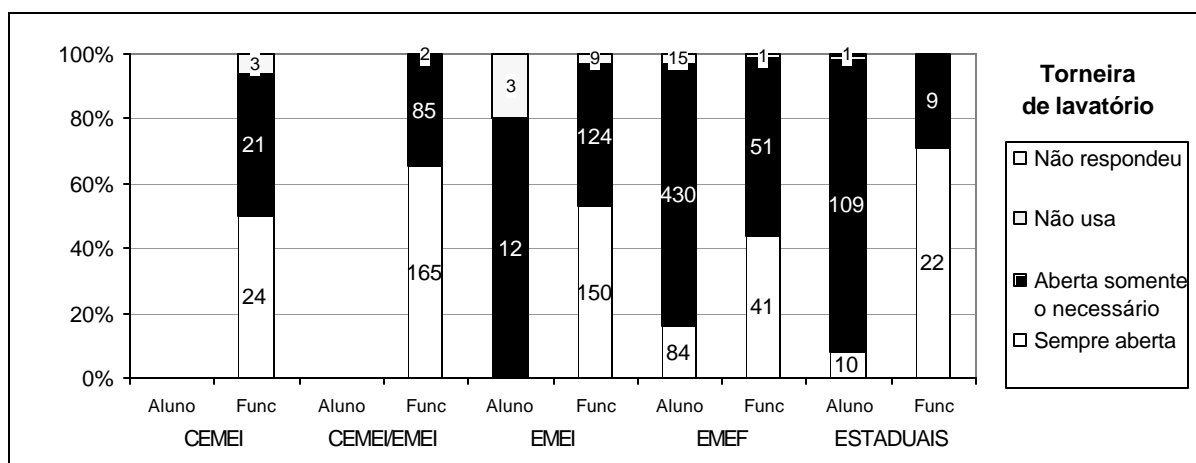
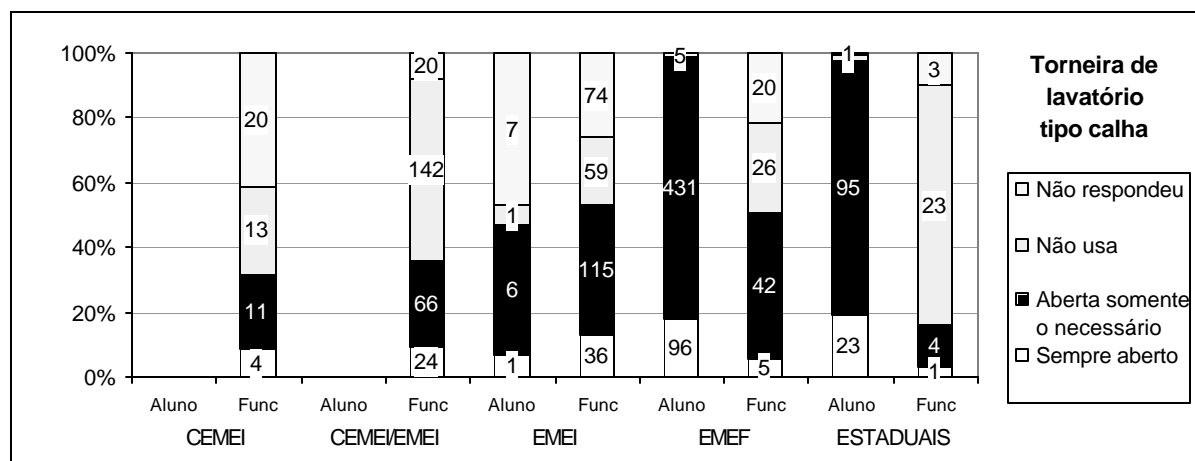


Figura 4.8: Forma de uso das torneiras de lavatório – **banheiro** – usuário.



NOTA: Func: Funcionário.

Figura 4.8: Forma de uso das torneiras de lavatório – **banheiro** – usuário. (continuação)

Da observação da Figura 4.8, verifica-se que, em geral, os funcionários entrevistados responderam que utilizam as torneiras de lavatório do banheiro sempre abertas. Já, os alunos entrevistados das escolas da tipologia EMEF responderam que os respectivos pontos permanecem abertos para utilização somente durante o tempo necessário. Cabe ser ressaltado que esta população é a mais significativa dentro de uma escola da referida tipologia.

No caso das torneiras de lavatório tipo calha, a maior parte dos funcionários entrevistados respondeu não utilizar este equipamento, enquanto que os alunos entrevistados responderam que os respectivos pontos permanecem abertos para utilização somente durante o tempo necessário.

A equipe de levantamento observou que na maioria das escolas as pessoas utilizam as torneiras abertas somente quando necessário.

A ocorrência de mictórios nos banheiros dos alunos das escolas, de acordo com o levantamento cadastral realizado, está assim distribuída: cerca de 17% das CEMEI (1 escola), 22% das CEME/EMEI (5 escolas), 11% das EMEI (5 escolas) e 100% das EMEF e unidades de Escolas Estaduais visitadas. Vale comentar que alguns mictórios inspecionados não eram utilizados.

Nas escolas que possuem mictório, foi questionado se os usuários efetivamente utilizam este aparelho e verificou-se que a maioria utiliza, sendo a forma de uso, de acordo com as respostas dos questionários, apresentada na Figura 4.9.

Verifica-se que, das escolas que possuem mictório, a maior parte dos usuários não aciona o registro para descarga após o uso pelo fato do mesmo se encontrar quebrado e/ou permanecer aberto.

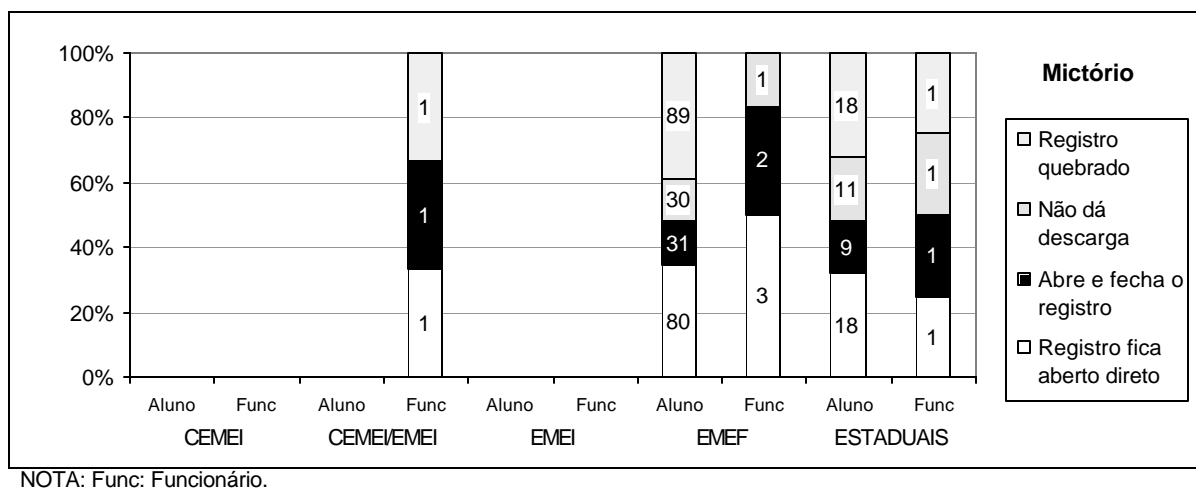


Figura 4.9: Forma de uso do mictório – usuário.

Na Figura 4.10 é apresentada a incidência de chuveiro na escola e na Figura 4.11, o tempo de duração do banho, segundo os usuários, separados por regime de trabalho (parcial ou integral) e tipologia.

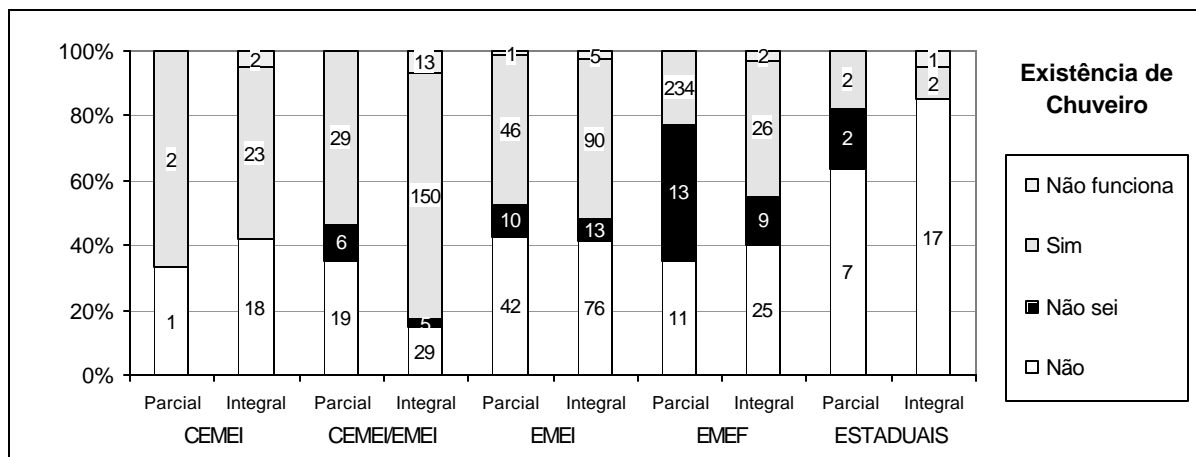


Figura 4.10: Existência do chuveiro – funcionário.

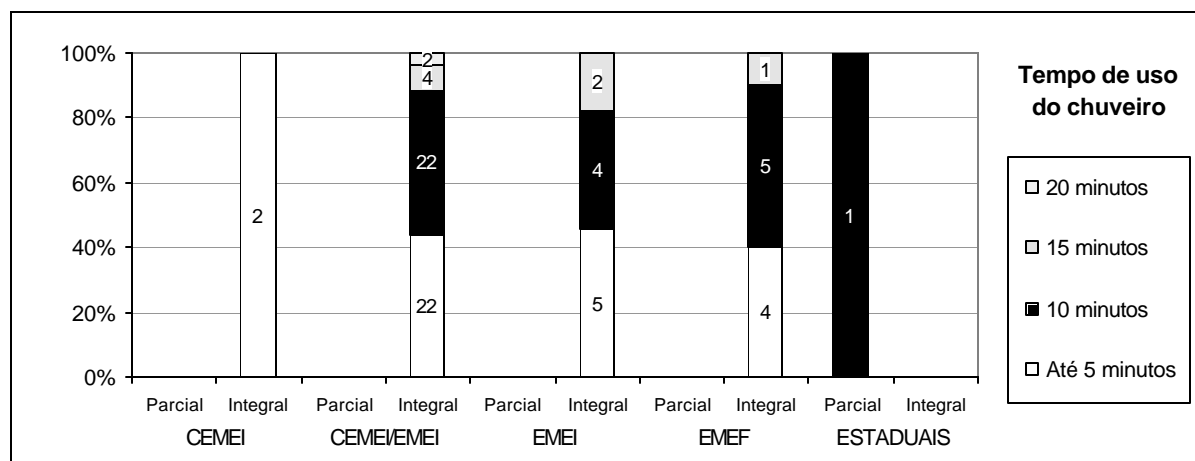


Figura 4.11: Tempo de duração do banho – funcionário.

Observa-se que, a maior parte das escolas analisadas possui chuveiro. Destas, a maior parte dos funcionários que permanecem em período integral na escola afirmam que não utilizam este aparelho sanitário. A mesma afirmação ocorre para os funcionários que permanecem em período parcial na escola.

A maioria dos funcionários que utilizam o chuveiro da escola, afirmaram que a duração do banho é de 10 minutos. Já na Figura 4.12 são apresentadas as justificativas apontadas para o não uso desse equipamento.

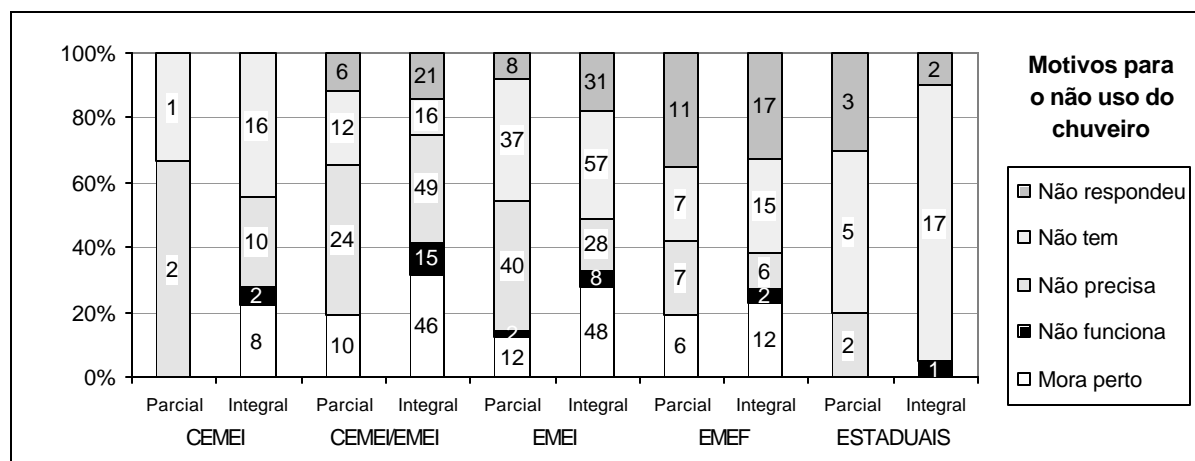


Figura 4.12: Motivos para a não utilização do chuveiro – funcionário.

Verifica-se que a maioria dos funcionários disse não utilizar os chuveiros devido à inexistência desse equipamento. É também expressiva a parcela que indicou que não há necessidade do banho e que mora perto da escola.

A Figura 4.13 apresenta as respostas à pergunta efetuada aos usuários relativa ao número de usos diários do banheiro na escola.

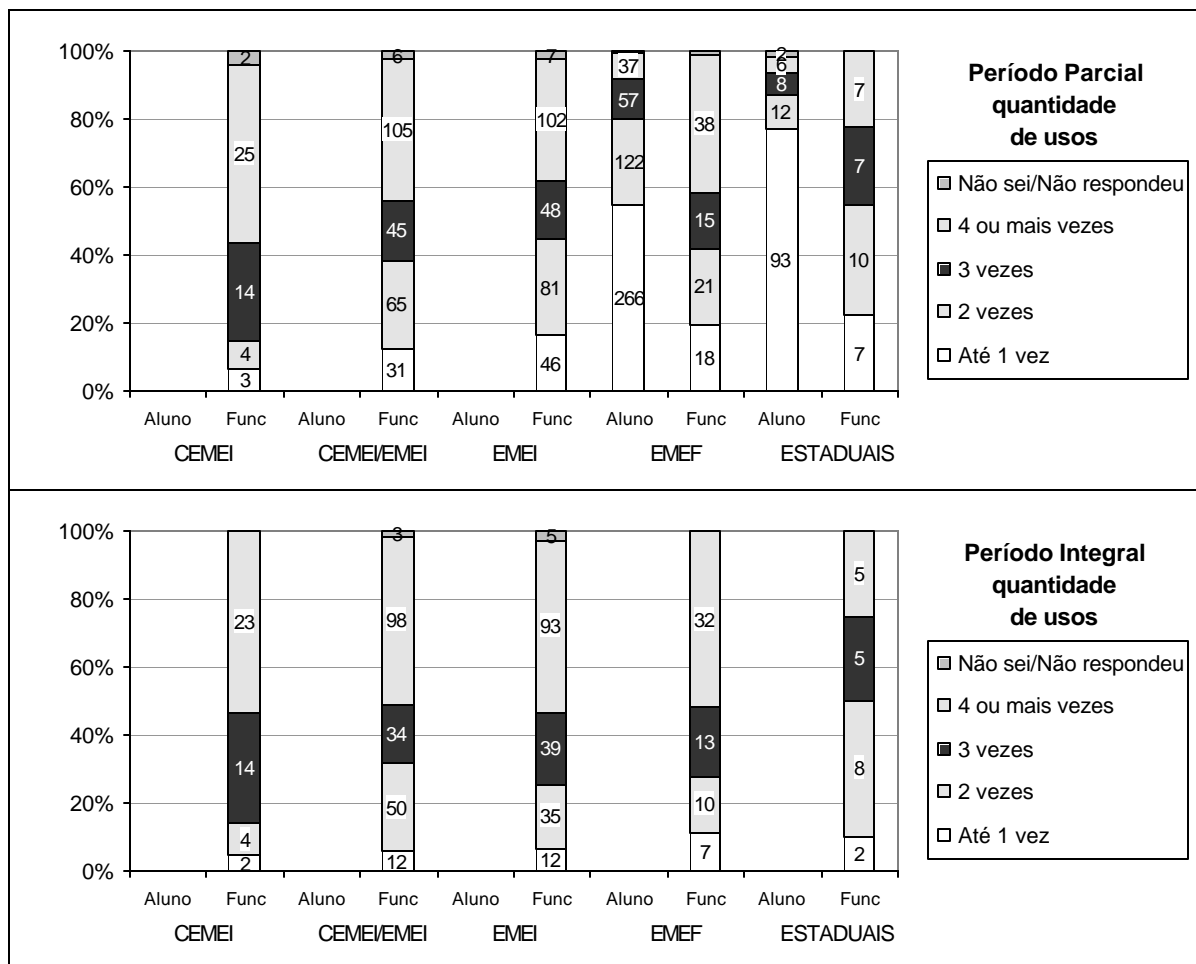


Figura 4.13: Quantidade de usos diários do banheiro.

A maioria dos alunos das tipologias EMEF e Escolas Estaduais, responderam que fazem uso dos banheiros de 1 a 2 vezes ao dia. O mesmo acontece com os funcionários que permanecem em período parcial na escola. Já os funcionários que ficam em período integral utilizam o banheiro de 2 a 3 vezes ao dia.

A Figura 4.14 apresenta os resultados da observação pelos usuários, de desperdício nos pontos de consumo em geral.

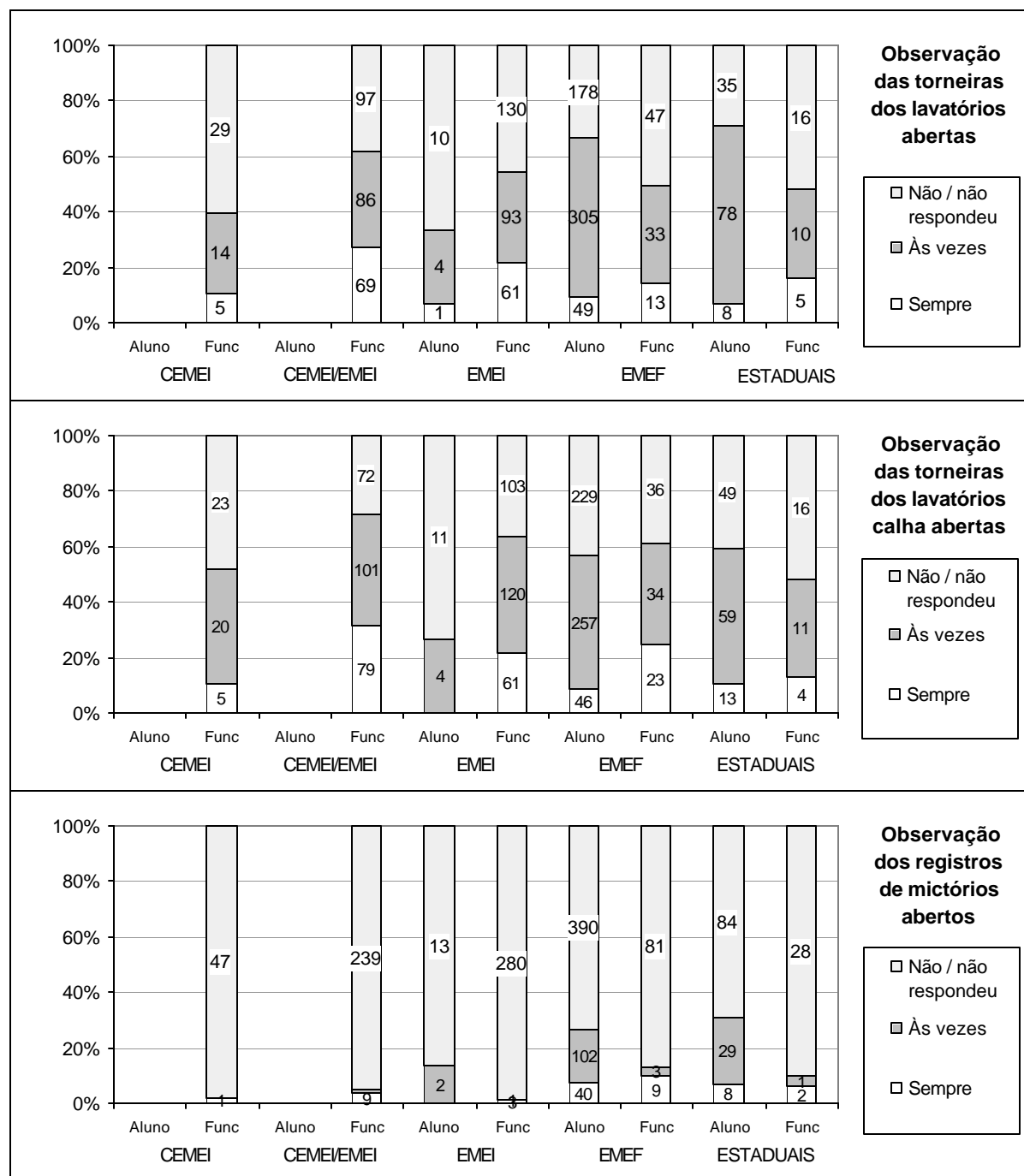


Figura 4.14: Observação do desperdício e/ou perda de água nos pontos de consumo – usuário.

Os motivos pelos quais os usuários consideraram que os pontos de consumo são deixados abertos são apresentados na Figura 4.15.

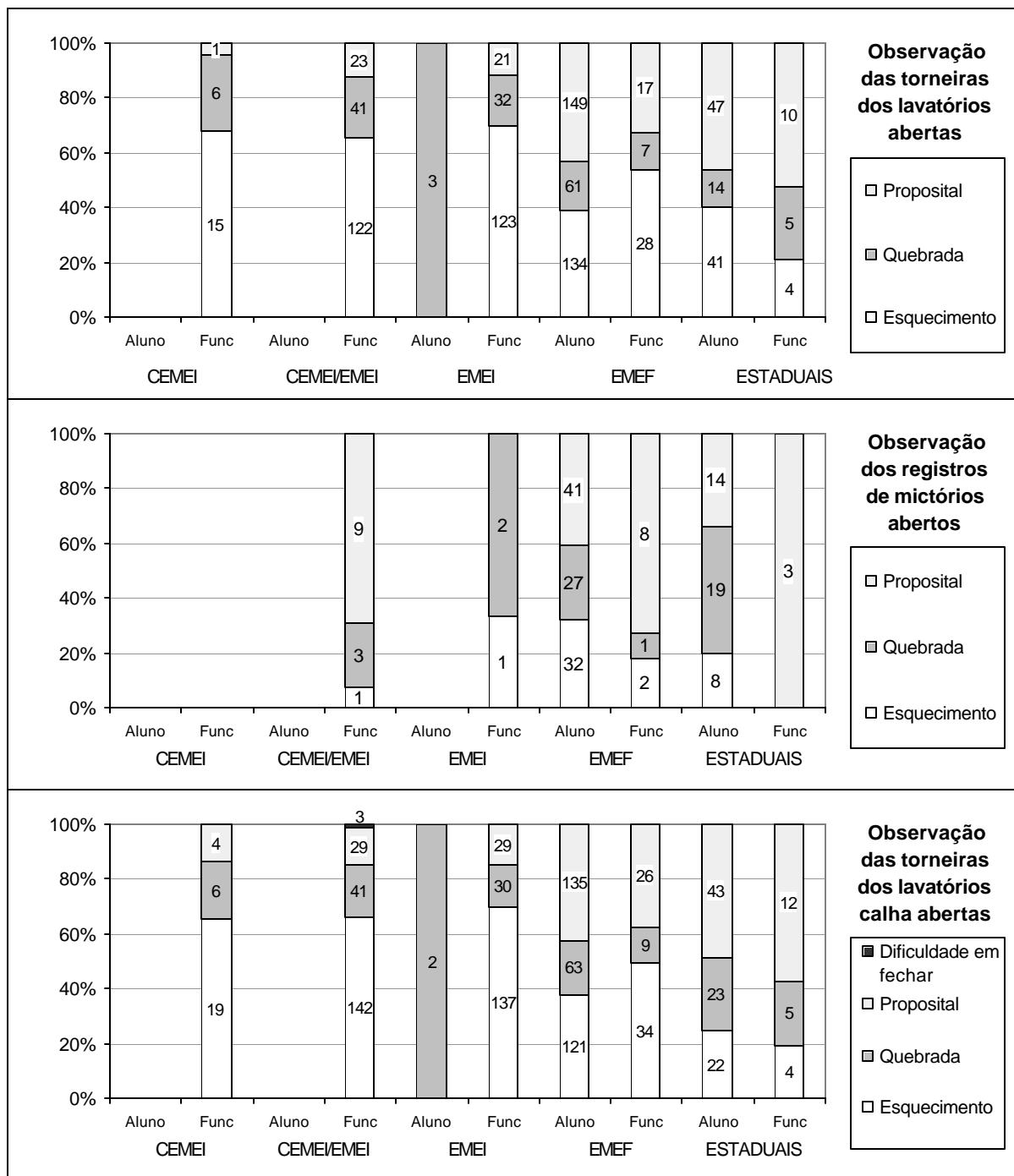
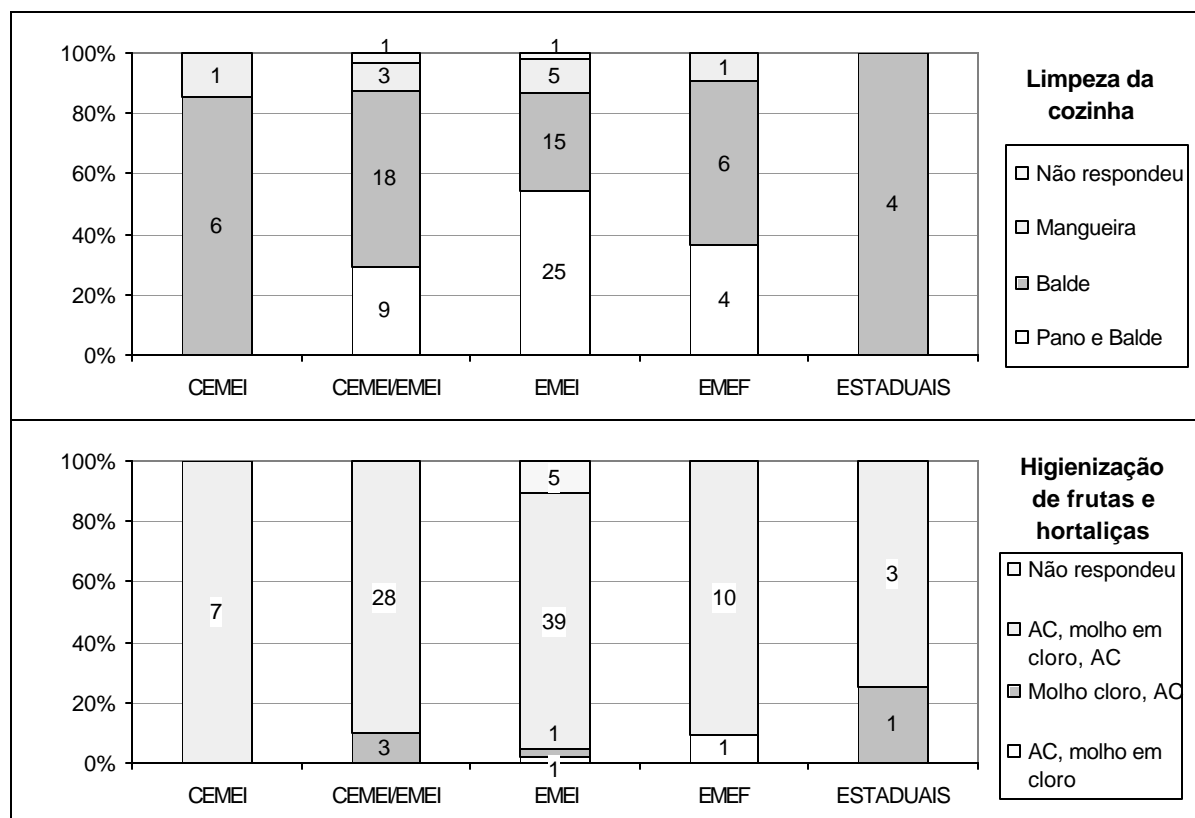


Figura 4.15: Motivos pelos quais os pontos de consumo ficam abertos – usuário.

Cozinha

Foram entrevistadas 99 cozinheiras e/ou responsáveis pelo preparo de alimentos e afins, sendo 7 nas escolas da tipologia CEMEI, 31 na CEMEI/EMEI, 46 na EMEI, 11 na EMEF e 4 nas Escolas Estaduais.

Vale ressaltar que entende-se por “lavar em água corrente” – AC – quando a torneira fica o tempo todo aberta, inclusive durante o ensaboamento dos utensílios, no caso da higienização de louças etc. A Figura 4.16 apresenta os resultados relativos ao uso desse ponto de consumo.



NOTA: AC: Água Corrente.

Figura 4.16: Forma de realização das atividades – **cozinha**.

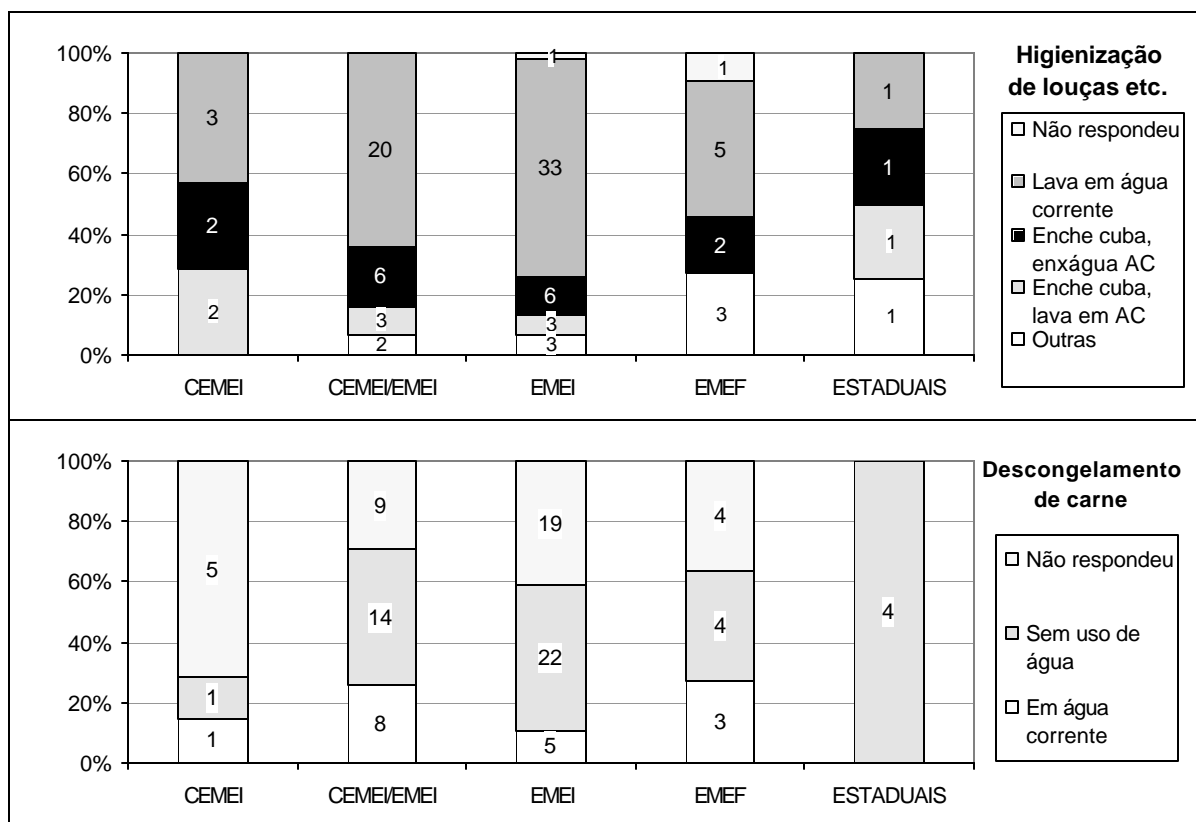


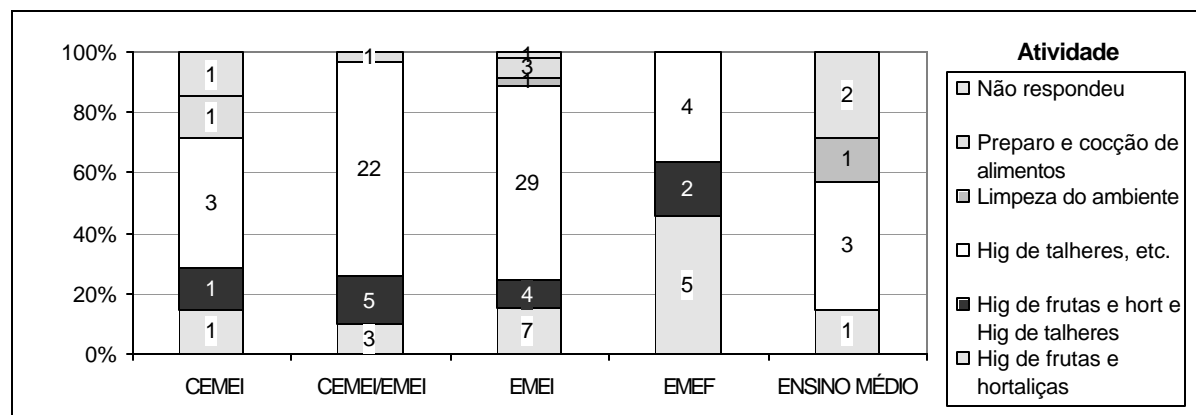
Figura 4.16: Forma de realização das atividades – **cozinha**. (continuação)

Em 49 das respostas (49% dos entrevistados), foi afirmado que a limpeza da cozinha é feita com balde. Em 56% das EMEI, a limpeza é feita com pano e balde. Com relação à higienização de hortaliças e frutas, 93% das respostas indicam que essa atividade é efetuada da seguinte forma: lavagem em água corrente, colocação de molho em solução clorada e, enxágüe em água corrente. Apenas 5 entrevistados disseram deixar as hortaliças e frutas primeiro de molho em solução clorada, seguida do enxágüe em água corrente.

Quanto a higienização de louças e afins, 62 (70% dos entrevistados) disseram que esta atividade é realizada com água corrente; 17 (19%) afirmaram que a cuba da pia é cheia com água e detergente, a louça é então ensaboada e depois enxaguada em água corrente.

O descongelamento de carne em água corrente foi indicado por 17 (27%) entrevistados. É importante comentar que grande parte das cozinheiras é de empresas terceirizadas pela prefeitura da cidade. Essas pessoas recebem treinamento com relação aos procedimentos na cozinha e, em reunião com o pessoal do departamento de nutrição, responsável pela gestão e suprimento das merendas escolares, bem como pelo treinamento desses profissionais, foi informado que o descongelamento em água corrente é indicado quando não se consegue descongelar na geladeira, o que ocorre, muitas vezes, por esquecimento, no início da semana ou porque a quantidade de carne é elevada.

A Figura 4.17 apresenta as atividades que mais consomem água nesse ambiente, segundo a opinião dos usuários.



NOTA: Hig.: Higienização.

Figura 4.17: Atividade que mais consome água – **cozinha**.

Segundo os funcionários entrevistados, a atividade que mais consome água na cozinha é a higienização de talheres, copos etc. Com exceção dos entrevistados da tipologia EMEF que indicaram a higienização de hortaliças e frutas.

Sala de banho de bebês - banho

Foram entrevistadas 5 monitoras nas escolas da tipologia CEMEI, 25 nas EMEI e 2 professoras nas CEMEI/EMEI, totalizando 32 pessoas responsáveis pelo banho nos bebês.

Na Figura 4.18 é apresentada a forma de realização do banho dos bebês, onde “banho rápido” refere-se ao uso do chuveiro para uma pequena higienização, como nas trocas de fralda. Existem bebês apenas nas escolas das tipologias CEMEI e CEMEI/EMEI.

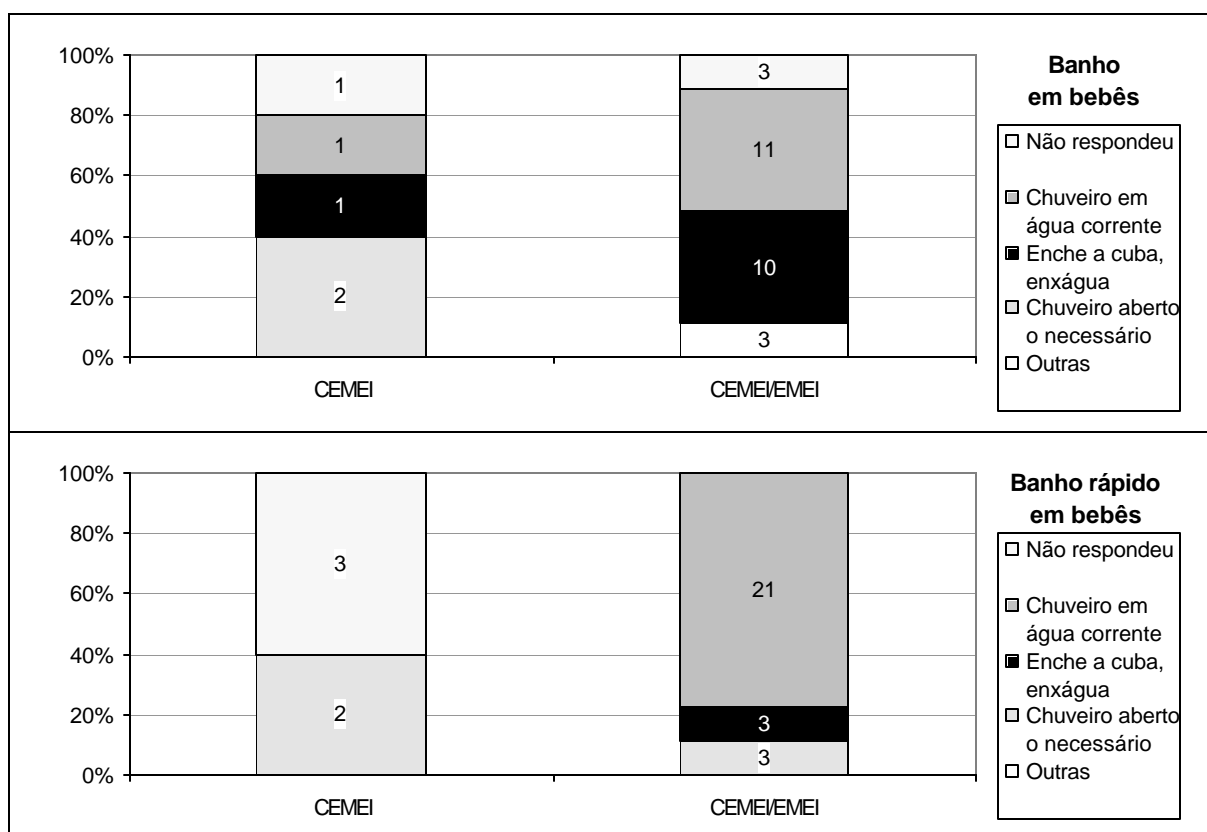


Figura 4.18: Forma de realização das atividades – sala de banho de bebês – banho.

Em 12 das 28 respostas válidas (43%), foi afirmado que o banho dos bebês é realizado com chuveiro em água corrente (aberto durante o ensaboamento) e 11 (43%) disseram encher a cuba, ensaboar e enxaguar com o chuveiro. Já 21 (72%) disseram dar banhos rápidos, nas trocas de fralda, no chuveiro, em água corrente.

Sala de banho de bebês - limpeza

Foram entrevistados 27 responsáveis pela limpeza das salas de banho de bebês: 5 serventes nas escolas da tipologia CEMEI, e 21 serventes e 1 monitora na CEME/EMEI.

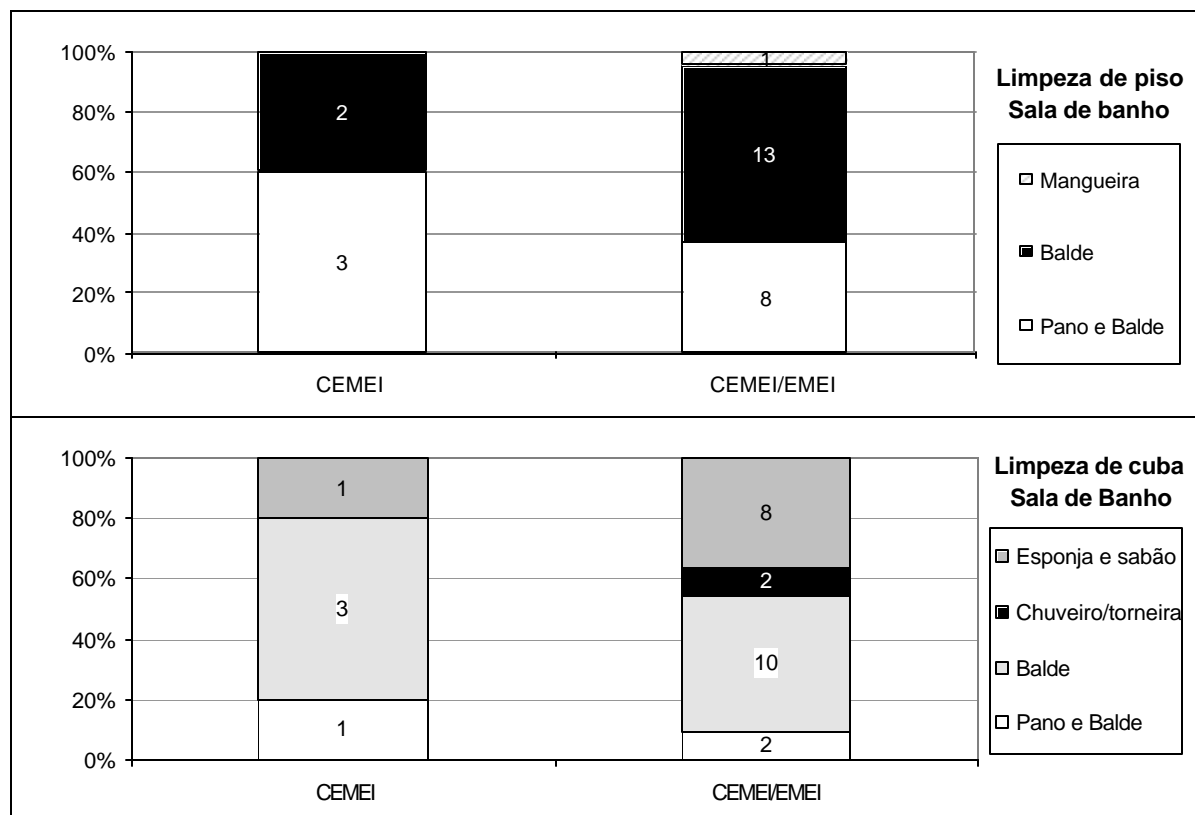


Figura 4.19: Forma de realização das atividades – **sala de banho de bebês** – limpeza.

A limpeza do piso das salas de banho de bebês é realizada, segundo 11 (41%) entrevistados, com pano e balde; 15 (56%) afirmaram realizar essa atividade com balde. Cerca de 48% das respostas indicam que as cubas são limpas com balde e 33% com esponja e sabão.

A Figura 4.19 apresenta a forma de realização da limpeza das salas de banho com relação ao uso do chuveiro e da torneira de lavagem.

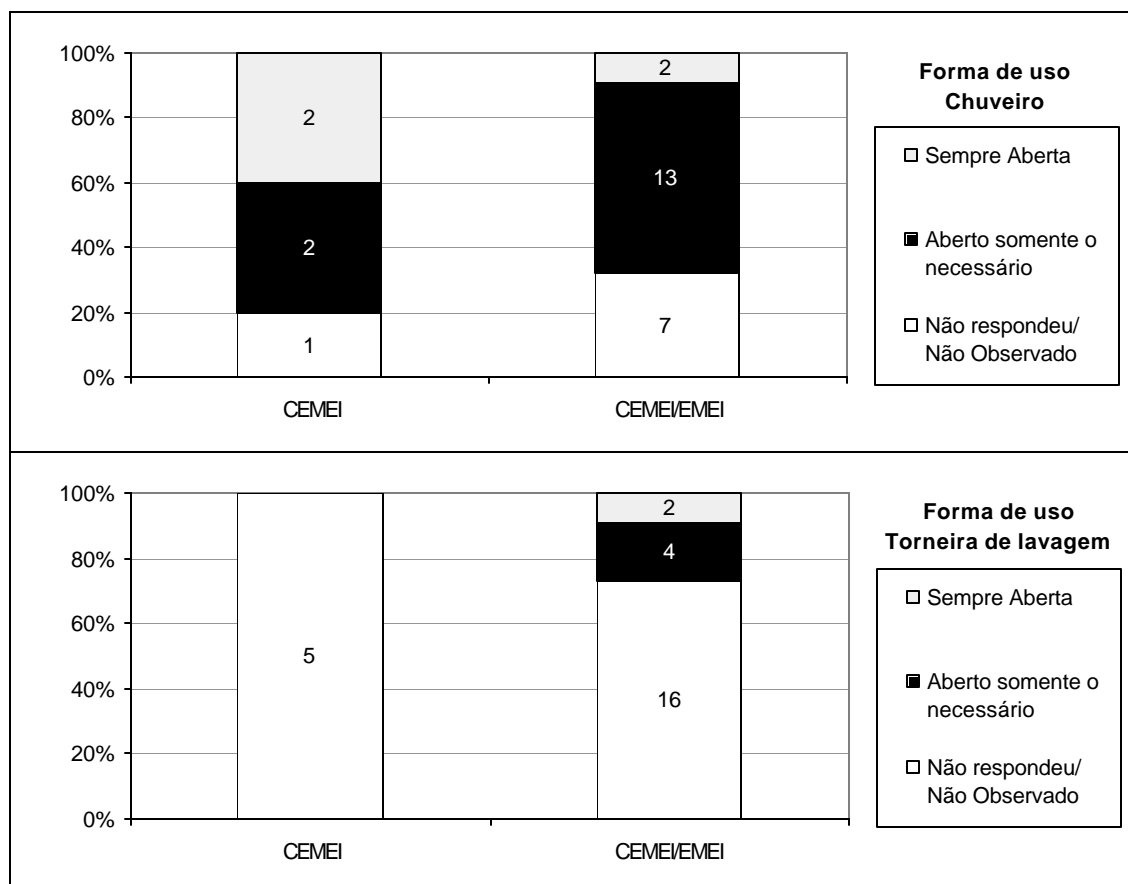


Figura 4.20: Forma de uso dos pontos de consumo – **sala de banho de bebês - limpeza**.

No caso dos ambientes constituídos por tanques de banho de bebês, a maior parte dos funcionários entrevistados respondeu que utilizam os pontos de consumo de água deixando-os abertos somente o tempo necessário.

Foi observado, pelos membros da equipe, que 83,3% dos 6 chuveiros permanecem abertos somente o tempo necessário e 16,7% permanecem sempre abertos durante a realização de atividades. Não foi observada a forma de utilização das torneiras de lavagem nestes ambientes.

A Tabela 4.7 apresenta as formas mais frequentes de realização das atividades analisadas ao longo desse item, a partir das respostas dos usuários.

Tabela 4.7: Forma mais freqüente de realização das atividades que envolvem o uso da água.

AMBIENTE E/OU ÁREA	ATIVIDADE/ APARELHO	FORMA MAIS FREQUENTE DE REALIZAÇÃO				
		CEMEI	CEMEI/EMEI	EMEI	EMEF	ESTADUAIS
Áreas Externa e Interna	Rega de jardim	NR	Mangueira		NR	
	Rega de horta	NR				
	Limpeza de piso	Mangueira				NR
	Uso torneira de uso geral	Sempre aberta				
	Limpeza de sala de aula	Pano e balde			NR	NR/outras formas
	Limpeza de refeitório	Pano e balde		NR	Mangueira	NR
Área de Serviço/ Lavanderia	Limpeza da área de serviço	Balde/pano e balde	Pano e balde	Mangueira		NR
	Lavagem de panos de limpeza	Máquina de lavar roupas	Máquina de lavar roupas/ molho, AC	Molho, AC	AC	NR
Banheiro – limpeza	Limpeza do piso	Balde				
	Limpeza da parede	Balde	Balde/ mangueira	Mangueira	Balde/ mangueira	Balde
	Uso da torneira de lavagem	NR				Sempre aberto/aberto somente o necessário
	Uso da torneira do lavatório tipo calha	Sempre aberto	Aberto somente o necessário			
Banheiro – usuários (higiene pessoal)	Uso da torneira de lavatório (aluno)	Não questionado		Aberto somente o necessário(*)	Aberto somente o necessário	Aberto somente o necessário
	Uso da torneira de lavatório (funcionário)	Sempre aberto		Sempre aberto		Sempre aberto
	Uso da torneira do lavatório calha (aluno)	Não questionado		NR	Aberto somente o necessário	
	Uso da torneira do lavatório calha (funcionário)	NR		Aberto somente o necessário		Sempre aberto
	Uso do mictório (aluno)	Não se aplica	Não questionado	NR	Registro quebrado	Registro aberto direto
	Uso do mictório (funcionário)	NR	Diversos		Registro aberto direto	Diversos
	Uso do chuveiro (funcionário)	Tempo de banho até 5 minutos	Tempo de banho até 10 minutos			

NOTA: NR: Não respondeu/não tem/não realiza.
AC: Água Corrente.

Tabela 4.7: Forma mais freqüente de realização das atividades que envolvem o uso da água.
(continuação)

AMBIENTE E/OU ÁREA	ATIVIDADE/ APARELHO	FORMA MAIS FREQUENTE DE REALIZAÇÃO				
		CEMEI	CEMEI/EMEI	EMEI	EMEF	ESTADUAIS
Cozinha	Limpeza da cozinha	Balde		Pano e balde	Balde	
	Higienização de frutas e hortaliças	AC, molho em cloro, AC				
	Higienização de louças etc.	Lava em AC				Diversos
	Descongelamento de carne	NR	Sem uso de água		NR/sem uso de água	NR
Sala de Banho e Bebê	Banho dos bebês	Chuveiro aberto o necessário	Chuveiro em AC	Não se aplica		
	Banho rápido em bebês	NR	Chuveiro em AC			
	Limpeza do piso	Pano e balde	Balde			
	Limpeza da cuba	Balde				
	Uso do chuveiro - limpeza	Sempre aberto/aberto somente o necessário	Aberto somente o necessário			
	Uso da torneira de lavagem – limpeza	NR				

NOTA: NR: Não respondeu/não tem/não realiza.
AC: Água Corrente.

A Tabela 4.8 apresenta as atividades maiores consumidoras de água nos ambientes analisados, segundo a opinião dos usuários.

Tabela 4.8: Forma mais freqüente de realização das atividades que envolvem o uso da água.

AMBIENTE E/OU ÁREA	FORMA MAIS FREQUENTE DE REALIZAÇÃO				
	CEMEI	CEMEI/EMEI	EMEI	EMEF	ESTADUAIS
Áreas Externa e Interna	Lavagem de piso externo				
Área de Serviço/ Lavanderia	Lavagem de fraldas, lençóis, babadores e afins		Lavagem de panos de limpeza		
Cozinha	Higienização de louças etc.			Higienização de frutas e hortaliças	Higienização de louças etc.

As respostas dadas pelos usuários, relativas à forma de realização das diferentes atividades que envolvem o uso da água nessa tipologia de edificação, em conjunto com a caracterização de um dia típico de consumo, apresentada no item a seguir, foram consideradas para a formulação da metodologia de análise do uso da água em edifícios escolares públicos, a qual será descrita no item 4.3.3.

4.3.2 Caracterização de um dia típico de consumo de água

A estimativa do número e da duração dos usos nos diferentes pontos de consumo foi efetuada considerando-se o método estatístico para determinação da média do valor de uma variável aleatória x , por três pontos conhecidos, quais sejam: mínimo, máximo e mais provável (ver Equação 4.2). Segundo Gonçalves (1986), esses valores podem ser estimados pelo projetista a partir de sua experiência e julgamento pessoal. Kiya e Murakawa (1974) *apud* Gonçalves (1986), verificaram que a variável aleatória x comporta-se adequadamente segundo uma função densidade de probabilidade do tipo Erlang ou Exponencial, que são casos particulares da função de densidade de probabilidade do tipo Gama, e a média pode ser obtida a partir da seguinte equação:

$$\mu = \frac{\text{min} + 3\text{prov} + \text{max}}{5} \quad [4.2]$$

Onde:

μ = média da variável aleatória x

min = valor mínimo estimado

prov = valor provável estimado

max = valor máximo estimado

De posse da duração média de uso e do número de usos de cada ponto de consumo foram estimados, com as vazões medidas em campo, os volumes envolvidos, de forma a verificar a distribuição do consumo diário nos diferentes ambientes. Dessa forma, foram identificados os ambientes onde o uso de água é mais intensivo, em função da frequência de realização das diferentes atividades e também dos volumes envolvidos.

Assim, a partir da observação, em campo, das atividades desenvolvidas em uma escola de cada tipologia básica em estudo, foram estimados os valores mínimo, mais provável e máximo de cada uma das seguintes variáveis, considerando-se um dia de funcionamento da referida escola:

- número de usos *per capita* de cada ponto de consumo de água;
- vazão envolvida em cada atividade realizada: os valores de vazão foram obtidos com base na observação do uso e na simulação de diferentes aberturas das torneiras; e,
- tempo de duração para cada atividade (emprego da água).

A partir destes, foram obtidos os volumes *per capita* que, multiplicados pelo número total de usuários, resultam nos volumes totais consumidos em cada ponto.

O valor do consumo médio diário obtido, dessa forma, foi então confrontado com os dados obtidos a partir do monitoramento remoto do consumo que está sendo efetuado em uma sub-amostra de escolas da rede municipal.

Conforme citado anteriormente, a partir da identificação das atividades realizadas em cada tipologia e dos dados obtidos em campo, foi efetuada a caracterização de um dia típico de cada tipologia investigada. Os resultados são apresentados nas Tabela 4.9 a Tabela 4.11. É apresentada no Anexo D uma descrição detalhada das atividades observadas na CEMEI.

Tabela 4.9: Dia típico das escolas da tipologia **CEMEI**.

HORÁRIO		ATIVIDADE
06:30	07:00	preparo do café - mamadeira
		preparo do café - crianças
07:00	08:00	lavagem de roupas
		café da manhã
		lavagem da louça do café - mamadeira
		lavagem da louça do café - crianças
		limpeza do refeitório
08:00	09:00	preparo do almoço
		lavagem dos pinicos
09:00	10:00	preparo do almoço
		banho bebês
		banho crianças
		lavagem do piso AE (2xsemana)
		lavagem das mãos
10:00	11:00	almoço
		limpeza das salas de aula
11:00	12:00	lavagem da louça do almoço
		escovação de dentes - crianças
		limpeza dos banheiros
12:00	13:00	preparo do lanche
		lavagem da louça - funcionários
13:00	14:00	lavagem de roupa (lençol e babador)
		preparo de lanche
		lavagem geral da cozinha (3xsemana)
14:00	15:00	lanche
		lavagem da louça do lanche - mamadeiras
		lavagem da louça do lanche - crianças
		preparo do jantar
		lavagem de roupa (lençol e babador)
		banho bebês
15:00	16:00	preparo jantar
		lavagem de roupa
16:00	17:00	jantar
		lavagem da louça do jantar
		limpeza da cozinha
		limpeza do refeitório

Tabela 4.10: Dia típico das escolas da tipologia **EMEI**.

HORÁRIO		ATIVIDADE
06:00	07:00	preparo do café
07:00	08:00	preparo do almoço
		limpeza dos banheiros infantis
		limpeza do banheiro - diretora
08:00	09:00	preparo do almoço
09:00	10:00	almoço
		lavagem das mãos
		louça da 1ª turma
		lavagem das mãos
		escovação dos dentes
		louça da 2ª turma
		escovação dos dentes
		lavagem das mãos
10:00	11:00	louça da 3ª turma
		escovação dos dentes
11:00	12:00	limpeza dos banheiros
		limpeza do refeitório
12:00	13:00	limpeza das salas de aula
		almoço dos funcionários
		lavagem da louça - funcionários
13:00	14:00	preparo do almoço
14:00	15:00	almoço
		lavagem das mãos
		louça da 1ª turma
		lavagem das mãos
		escovação dos dentes
		louça da 2ª turma
		escovação dos dentes
		lavagem das mãos
15:00	16:00	louça da 3ª turma
		escovação dos dentes
		limpeza da cozinha
16:00	17:00	limpeza do refeitório
		limpeza dos banheiros

Tabela 4.11: Dia típico das escolas da tipologia **EMEF**.

HORÁRIO		ATIVIDADE
06:00	07:00	preparo do café
07:00	08:00	preparo do almoço
		limpeza dos banheiros de alunos
		limpeza do banheiro - funcionários
08:00	09:00	preparo do almoço
09:00	10:00	almoço
		lavagem das mãos
10:00	11:00	lavagem de louça
11:00	12:00	preparo do almoço
		limpeza dos banheiros
		limpeza do refeitório
		limpeza das salas de aula
12:00	13:00	preparo do almoço
		almoço dos funcionários
		lavagem da louça - funcionários
13:00	14:00	almoço
14:00	15:00	lavagem de louça
15:00	16:00	preparo do almoço
		limpeza dos banheiros
		limpeza do refeitório
		limpeza das salas de aula
16:00	17:00	preparo do almoço
17:00	18:00	almoço
18:00	19:00	lavagem de louça
		limpeza da cozinha
		limpeza do refeitório
		limpeza dos banheiros

Da Tabela 4.12 a Tabela 4.17 apresentam-se os resultados obtidos para a estimativa dos volumes envolvidos em cada atividade realizada em cada ponto de consumo para as três tipologias consideradas.

Tabela 4.12: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia **CEMEI**.

Nº. amb	Ambiente	Aparelho	Nº. pessoas	Valores Médios			Volume Médio Estimado (L)
				Usos u (un)	Vazão q (L/s)	Tempo t (s)	
01	BANHEIRO - diretora	Lavatório	1	2	0,08	6	1
		Bacia Sanitária com Válvula	1	1	1,54	8	12
02	REFEITÓRIO	Bebedouro Elétrico	9	3,6	0,02	6	4
03	COPA	Pia	9	2	0,16	15	43
04	BANHEIRO - funcionárias	Lavatório	7	3,2	0,08	6	11
		Bacia Sanitária com Válvula	7	2	1,54	8	172
		Chuveiro	7	0,2	0,12	300	50
05	BANHEIRO 5 - infantil	Lavatório	15	3	0,08	6	22
		Bacia Sanitária com Válvula	15	2	1,54	8	370
		Chuveiro	15	1	0,12	300	540
06	BANHEIRO 6 - infantil	Lavatório	15	2	0,08	6	14
		Bacia Sanitária com Válvula	15	2,8	1,54	8	517
		Chuveiro	0	0	0,12	0	0
07	LAVANDERIA	Tanque	2	7,4	0,16	43	102
		Máquina de lavar roupas	1	2	0,16	730	234
08	BERÇÁRIO	Chuveiro	11	2	0,08	90	158
09	COZINHA	Pia1	2	49,2	0,19	63	1.178
		Pia2	2	1,6	0,09	1800	518
10	DESPENSA	Tanque	0	0	0	0	0
11	ÁREA DE SERVIÇO	Tanque	2	3	0,16	16	15
12	ÁREA EXTERNA	Torneira de Lavagem 1	2	1,8	0,28	138	139
		Torneira do Hidrômetro	2	1	0,28	32	18
		Lavatório 1	15	2	0,08	6	14
		Lavatório 2	15	2	0,08	6	14
		Chuveiros externos para recreação	0	0	0	0	0
13	REFEITÓRIO 2	Lavatório 1	15	2	0,03	36	32
		Lavatório 2	15	2	0,07	36	76
14	BANHEIRO - funcionários	Lavatório	2	3,2	0,08	6	3
		Bacia Sanitária com Válvula	2	2	1,54	8	49
		Chuveiro	2	0,2	0,12	300	14
Consumo diário estimado (L)							4.320
Volume estimado em perdas por vazamentos (L)							288
Consumo diário estimado TOTAL (L)							4.608

A somatória de todos os volumes parciais estimados para este dia (em que a escola foi visitada) resultou em 4.320 litros. O volume estimado perdido em vazamentos nessa escola é de 288L/dia, do que resulta um valor total de 4.608 litros diários. A partir do monitoramento remoto do consumo, obteve-se, para esse dia, um volume total consumido de 4.710 litros, resultando em uma diferença de 101 litros, que se deve a erros na estimativa dos consumos e vazamentos.

A partir da estimativa apresentada na tabela anterior, foi verificada a distribuição do consumo entre os diferentes ambientes, conforme ilustrado na Tabela 4.13 e na Figura 4.21.

Tabela 4.13: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia **CEMEI**.

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
BANHEIRO - diretora	13	0
REFEITÓRIO 1	4	0
COPA	43	1
BANHEIRO - funcionárias	233	5
BANHEIRO 5 - infantil	932	22
BANHEIRO 6 - infantil	531	12
LAVANDERIA	336	8
BERÇÁRIO	158	4
COZINHA	1.696	39
DESPENSA	0	0
ÁREA DE SERVIÇO	15	0
ÁREA EXTERNA	18	4
REFEITÓRIO 2	108	2
BANHEIRO - funcionários	66	2
TOTAL	4.320	100

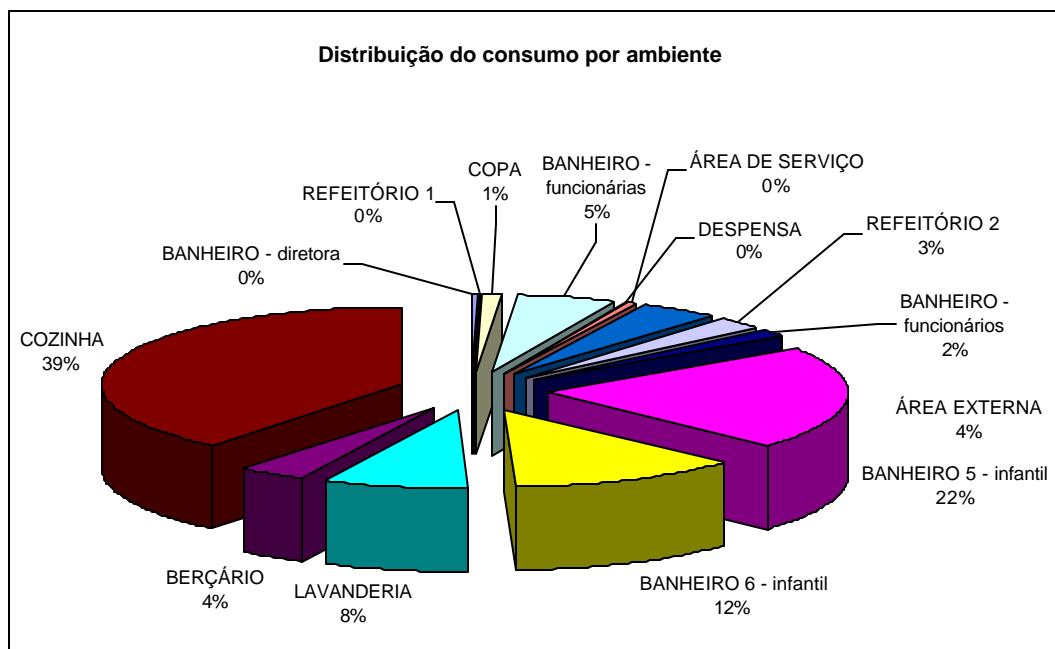


Figura 4.21: Distribuição do consumo diário – tipologia **CEMEI**.

Considerando-se os ambientes similares, tem-se nesse dia, que:

- nos banheiros, foram consumidos cerca de 1.933 litros (45% do total);
- na cozinha, refeitórios, copa etc., foram consumidos cerca de 1.851 litros (43% do total);
- na lavanderia e na área de serviço, cerca de 351 litros (8%); e,
- na área externa: 185 litros (4% do total).

Análises similares à descrita foram realizadas para as demais tipologias de escolas, sendo os resultados apresentados na Tabela 4.14 a Tabela 4.17 e na Figura 4.22 e Figura 4.23.

Tabela 4.14: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia **EMEI**.

Nº. amb	Ambiente	Aparelho	Nº. pessoas	Valores médios			Volume Médio Estimado (L)
				Usos u (un)	Vazão q (L/s)	Tempo t (s)	
01	ÁREA EXTERNA	Tanque (sem uso)	0	0	0	0	0
		Torneira de Lavagem 1	2	0,8	0,08	32	4
		Torneira de Lavagem 2	2	0,8	0,08	372	48
		Torneira de Lavagem 3	2	0,8	0,08	32	4
		Lavatório Calha 1	165	0,8	0,06	6	48
		Lavatório Calha 2	165	0,2	0,06	6	12
		Lavatório Calha 3	165	0,2	0,06	6	12
02	BANHEIRO 5 - alunas	Lavatório 1	83	0,8	0,10	6	40
		Lavatório 2	83	0,2	0,10	6	10
		Lavatório 3	83	0,2	0,10	6	10
		Lavatório 4	83	0	0,10	6	0
		Bacia Sanitária com Válvula 1	83	0,8	1,54	8	818
		Bacia Sanitária com Válvula 2	83	0,2	1,54	8	205
		Bacia Sanitária com Válvula 3	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 4	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 5	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 6	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 7	83	0	1,54	5	0
		Chuveiro	0	0	0	0	0
		Torneira de lavagem (sem uso)	0	0	0	0	0
03	BANHEIRO 6 - alunos (masculino)	Lavatório 5	83	0,8	0,06	6	24
		Lavatório 6	83	0,2	0,06	6	6
		Lavatório 7	83	0,2	0,06	6	6
		Lavatório 8	83	0	0,06	6	0
		Bacia Sanitária com Válvula 8	83	0,8	1,54	8	818
		Bacia Sanitária com Válvula 9	83	0,2	1,54	8	205
		Bacia Sanitária com Válvula 10	83	0	1,54	8	0
		Bacia Sanitária com Válvula 11	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 12	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 13	83	0	1,54	5	0
		Bacia Sanitária com Válvula 14	83	0	1,54	5	0
		Chuveiro (não funciona)	0	0	0	0	0
		Torneira de lavagem (sem uso)	0	0	0	0	0

Tabela 4.14: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia **EMEI**. (continuação)

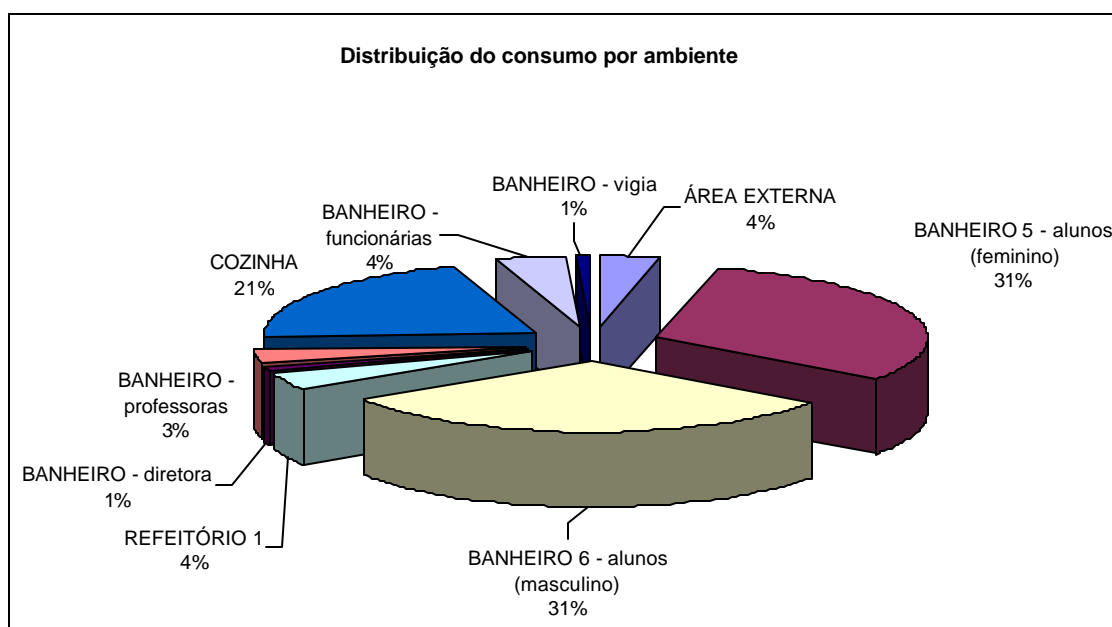
Nº. amb	Ambiente	Aparelho	Nº. pessoas	Valores médios			Volume Médio Estimado (L)
				Usos u (un)	Vazão q (L/s)	Tempo t (s)	
04	REFEITÓRIO 1	Lavatório Calha 4	165	0,8	0,14	6	111
		Lavatório Calha 5	165	0,2	0,14	6	28
		Bebedouro elétrico	165	0,8	0,01	5	7
05	BANHEIRO - diretora	Lavatório 9	3	2	0,06	6	2
		Bacia Sanitária com Válvula	3	1	1,54	8	37
06	BANHEIRO - professoras	Lavatório 10	8	2	0,08	6	8
		Bacia Sanitária com Válvula	8	1	1,54	8	99
		Torneira de lavagem 7 (removida)	0	0	0	0	0
07	COZINHA	Pia1	2	42	0,11	56	517
		Pia2	2	1,6	0,11	468	165
		Tanque	2	1,6	0,11	31	11
		Filtro	1	2	0,04	336	27
08	BANHEIRO - funcionárias	Lavatório 11	4	3,2	0,09	6	7
		Bacia Sanitária com Válvula	4	2	1,54	8	99
		Chuveiro	4	0,2	0,12	300	29
		Torneira de Lavagem (sem uso)	0	0	0	0	0
09	BANHEIRO - funcionários	Lavatório 12	1	3,2	0,06	6	1
		Bacia Sanitária com Válvula	1	2	1,54	8	25
		Chuveiro	1	0,2	0,12	300	7
		Torneira de Lavagem (sem uso)	0	0	0	0	0
Consumo diário estimado (L)							3.450
Volume estimado em perdas por vazamentos (L)							480
Consumo diário estimado TOTAL (L)							3.930

A somatória de todos os volumes parciais estimados para este dia (em que a escola foi visitada) resultou em 3.450 litros. O volume estimado perdido em vazamentos nessa escola é de 480L/dia, do que resulta um valor total de 3.930 litros diários. A partir do monitoramento remoto do consumo, obteve-se, para esse dia, um volume total consumido de 3.938 litros, resultando em uma diferença de 8 litros, que se deve a erros na estimativa dos consumos e vazamentos.

A partir da estimativa apresentada na tabela anterior, foi verificada a distribuição do consumo entre os diferentes ambientes, conforme ilustrado na Tabela 4.14 e na Figura 4.22.

Tabela 4.15: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia **EMEI**.

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
ÁREA EXTERNA	128	4
BANHEIRO 5 - alunos (feminino)	1.083	31
BANHEIRO 6 - alunos (masculino)	1.039	31
REFEITÓRIO 1	146	4
BANHEIRO - diretora	39	1
BANHEIRO - professoras	107	3
COZINHA	720	21
BANHEIRO - funcionárias	135	4
BANHEIRO - vigia	33	1
TOTAL	3.450	100

Figura 4.22: Distribuição do consumo diário – tipologia **EMEI**.

Considerando-se os ambientes similares tem-se nesse dia, que:

- nos banheiros, foram consumidos cerca de 2.456 litros (71% do total);
- na cozinha e refeitório, foram consumidos 866 litros (25% do total); e,
- na área externa: 128 litros (4% do total).

Tabela 4.16: Distribuição do consumo diário – escola da tipologia **EMEF**.

Nº. amb	Ambiente	Aparelho	Nº. pessoas	Valores Médios			Volume Médio Estimado (L)
				Usos u (un)	Vazão q (L/s)	Tempo t (s)	
01	BANHEIRO - alunos	Lavatório Calha	292	0,2	0,12	4	28
		Lavatório Calha	292	0,2	0,16	4	37
		Lavatório Calha	292	0,8	0,17	4	159
		Bacia Sanitária com Válvula	292	0,2	1,54	8	719
		Bacia Sanitária com Válvula	292	0,2	1,54	8	719
		Bacia Sanitária com Válvula	292	0	1,54	8	0
		Mictório tipo calha	1	1,0	0,10	47.520	4.752
		Chuveiro (sem uso)	0	0	0	0	0
02	BANHEIRO - alunas	Lavatório Calha	293	0,8	0,10	4	94
		Lavatório Calha	293	0,2	0,10	4	23
		Lavatório Calha	293	0,2	0,10	4	23
		Lavatório Calha	293	0,2	0,09	4	21
		Bacia Sanitária com Válvula	293	0,8	1,54	8	2.888
		Bacia Sanitária com Válvula (sem uso)	0	0	0	0	0
		Bacia Sanitária com Válvula	293	0,2	1,54	8	722
		Chuveiro (sem uso)	0	0	0	0	0
03	BANHEIRO - funcionários	Lavatório	7	3,2	0,07	6	9
		Bacia Sanitária com Válvula	7	2,0	1,54	8	172
04	BANHEIRO - professoras e funcionárias	Lavatório	38	3,2	0,10	6	73
		Bacia Sanitária com Válvula 1	38	1,0	1,54	8	468
		Bacia Sanitária com Válvula 2	38	1,0	1,54	8	468
05	COZINHA	Pia1	3	42,0	0,14	56	988
		Pia2	3	1,6	0,14	468	314
		Tanque 1	3	1,6	0,12	144	83
06	ÁREA EXTERNA	Tanque	4	1,6	0,15	43	41
		Torneira de lavagem 1 (removida)	0	0	0	0	0
		Torneira de lavagem 2	4	1,0	0,07	138	39
		Lavatório Calha	585	0,8	0,12	4	225
		Lavatório Calha	585	0,8	0,07	4	131
		Lavatório Calha	585	0,2	0,09	4	42
07	REFEITÓRIO	Bebedouro elétrico (removido)	0	0	0	0	0
Consumo diário estimado (L)							13.238
Volume estimado em perdas por vazamentos (L)							66
Consumo diário estimado TOTAL (L)							13.304

A somatória de todos os volumes parciais estimados para um dia típico de consumo na EMEF resultou em 13.238 litros. O volume estimado perdido em vazamentos nessa escola é de 66L/dia, do que resulta um valor total de 13.304 litros diários. A partir do monitoramento remoto do consumo, obteve-se, para um dia típico, um volume total consumido de 13.865 litros, resultando em uma diferença de 561 litros, que se deve a erros na estimativa dos consumos e vazamentos.

A partir da estimativa apresentada na tabela anterior, foi verificada a distribuição do consumo entre os diferentes ambientes, conforme ilustrado na Tabela 4.17 e na Figura 4.23.

Tabela 4.17: Distribuição do consumo diário na escola da tipologia **EMEF**.

Ambiente	Consumo Diário (L)	Parcela do Consumo (%)
BANHEIRO – alunos	5.424	52
BANHEIRO – alunas	2.410	23
BANHEIRO – funcionários	117	1
BANHEIRO - professoras e funcionárias	658	6
COZINHA	1.385	13
ÁREA EXTERNA	476	5
REFEITÓRIO 1	0	0
TOTAL	10.470	100

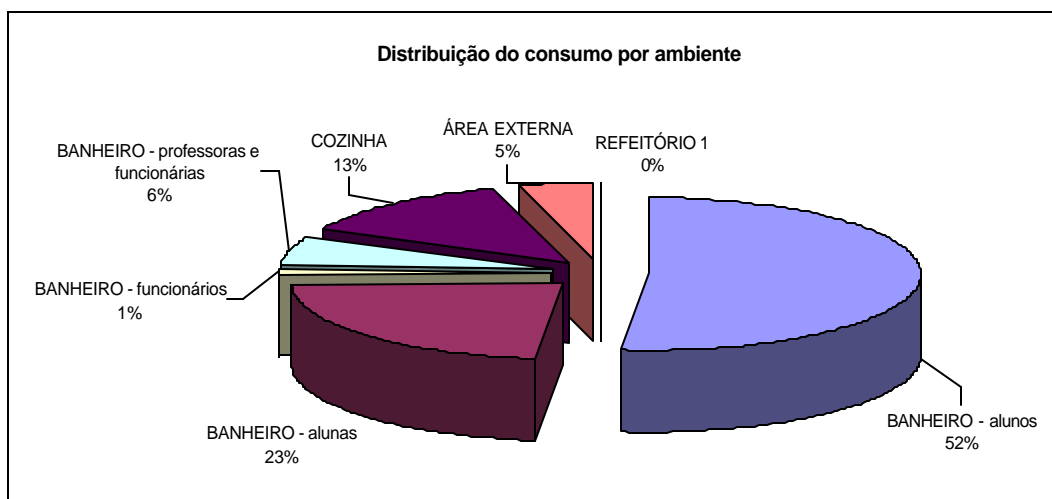


Figura 4.23: Distribuição do consumo diário – tipologia **EMEF**.

Considerando-se os ambientes similares, tem-se nesse dia, que:

- nos banheiros, foram consumidos cerca de 11.375 litros (86% do total);
- na cozinha e refeitório, foram consumidos 1.385 litros (10% do total); e,
- na área externa: 478 litros (4% do total).

Da análise dos dados apresentados nas figuras e tabelas anteriores, verifica-se que:

- nas tipologias apresentadas os banheiros são os responsáveis pelas maiores parcelas do consumo de água, variando de 45 a 86% do consumo total;
- o segundo maior consumidor é a cozinha, variando de 25 a 43% do consumo total;
- o consumo de água na cozinha da CEMEI também é elevado, cerca de 43%;
- a área externa é responsável pelas menores parcelas do consumo de água, 4% nas três tipologias analisadas; e,
- a lavanderia/área de serviço, no caso da CEMEI, é responsável por 8% do consumo total.

4.3.3 Metodologia para avaliação do índice de percepção dos usuários (IU) para o uso racional de água

A partir dos resultados apresentados no item anterior, foram identificadas as formas mais usuais de realização de cada uma das atividades que envolvem o uso da água nos diferentes ambientes existentes em cada tipologia de escola.

A partir da observação das atividades realizadas, em termos do desperdício associado e, conseqüentemente dos volumes envolvidos, as tipologias consideradas inicialmente foram agrupadas em duas categorias, quais sejam:

- **Grupo A:** escolas de ensino infantil (CEMEI, CEMEI/EMEI e EMEI); e,
- **Grupo B:** escolas de ensino fundamental e médio (EMEF e estaduais).

Por fim, a partir da identificação das atividades, da forma como são realizadas e da estimativa de distribuição do consumo de água, foi efetuada a proposição de uma metodologia para avaliação qualitativa da percepção dos usuários para o uso racional da água, a ser empregada pelos responsáveis pela gestão da água nas escolas para a realização de uma auto-avaliação no que se refere ao comportamento dos usuários nas diferentes atividades que envolvem o uso desse insumo.

A metodologia proposta baseia-se naquela empregada pela ONG Água e Cidade para a avaliação do nível de comprometimento dos usuários com a conservação da água e do meio ambiente em organizações, cuja descrição pode ser encontrada em Gonçalves (2003).

Primeiramente, foram identificadas as principais atividades realizadas nas escolas, tendo em vista o observado em campo e as respostas obtidas nos questionários, sendo listadas, dessa maneira, 18 atividades. Para cada uma dessas atividades, a partir das respostas dos entrevistados, foram determinadas alternativas de respostas e respectiva pontuação de forma que, de acordo com a opção escolhida, a mesma terá uma somatória de pontos.

A atribuição da pontuação, tanto por ambiente quanto para as atividades realizadas, foi feita com base na distribuição do consumo de água estimada para cada tipologia básica. Para a forma de realização da atividade propriamente dita, procurou-se criar opções que indicassem um modo de realização mais econômico ou mais desperdiçador e, em alguns casos, uma alternativa intermediária. Os pontos foram

atribuídos de modo a premiar com a maior pontuação o melhor uso da água, ou seja, quanto maior o índice de percepção, maior a percepção para o uso racional da água.

A atribuição da pontuação, tanto por ambiente quanto para as atividades realizadas, foi feita com base na distribuição do consumo de água estimada para cada tipologia básica. Para a forma de realização da atividade propriamente dita, procurou-se criar opções que indicassem um modo de realização mais econômico ou mais desperdiçador e, em alguns casos, uma alternativa intermediária. Os pontos foram atribuídos de modo a premiar com a maior pontuação o melhor uso da água, ou seja, quanto maior o índice de percepção, maior a percepção para o uso racional da água.

Dessa forma, pode-se calcular o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água, que é a relação entre a somatória dos pontos obtidos por atividade e a somatória do número total de pontos. Convencionou-se calcular o índice de percepção por ambiente, tendo em vista a possibilidade de se identificar onde o desperdício é maior e, conseqüentemente, agir de modo a minimizá-lo. Vale comentar que, quando alguma atividade não é realizada na escola em análise, ela não deve ser considerada para o cálculo do índice de percepção.

Da Tabela 4.18 a Tabela 4.22 são apresentadas as fichas com as atividades selecionadas para a estimativa do índice de percepção, bem como as pontuações atribuídas para cada alternativa escolhida, para o **Grupo A**.

O roteiro para o preenchimento da referida ficha de avaliação é o seguinte:

Para cada ambiente sanitário da escola, devem ser seguidos os seguintes passos:

Para cada atividade analisada, escolher apenas uma resposta referente à forma de realização da mesma. Para maiores esclarecimentos, a explicação detalhada de cada opção encontra-se no **Anexo E**, circulando sempre a respectiva pontuação e também os pontos máximos correspondentes ao item.

- Calcular a soma dos pontos circulados para cada coluna: pontos e pontos máximos.
- Calcular o **índice de percepção**, que é a relação entre o total de pontos e o total de pontos máximos, multiplicado por cem.
- Marcar o **índice de percepção**, no gráfico em radar apresentado na Figura 4.24, no eixo do ambiente correspondente.
- Calcular os **pontos obtidos**, dividindo o IU por 100 e multiplicando pelo fator de cada ambiente, conforme indicado.
- Marcar os **pontos obtidos** no gráfico de barras apresentado na Figura 4.25, na barra correspondente ao ambiente em estudo.
- Repetir os passos 1 a 6 para cada ambiente em análise. Após a marcação do **índice de percepção** (IU) de cada ambiente no gráfico de radar, unir as marcações de modo a formar uma área. Quanto maior a área, maior a percepção dos usuários para o uso racional da água na escola.
- No gráfico em barras, após marcação dos **pontos obtidos** em cada ambiente, calcular o total desses valores.
- O índice de percepção dos usuários da escola com relação ao uso racional na realização de todas as atividades que envolvem o emprego desse insumo (IU_{escola}) pode ser determinado a partir da somatória dos pontos obtidos dividida por 100, ou seja:

$$IU_{\text{escola}} = \frac{\sum \text{Pontos obtidos}}{100} \%$$

As atividades propostas para a análise do IU, dentro de cada ambiente sanitário, são explicitadas a seguir.

Tabela 4.18: Avaliação da percepção para o uso racional da água nos **banheiros e salas de banho – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil.**

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AB1	A maioria das pessoas lava as mãos:		
a	sempre com a torneira aberta	0	4
b	com a torneira fechada durante o ensaboamento	4	4
AB2	A maioria das pessoas escova os dentes:		
a	com a torneira sempre aberta	0	4
b	com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	4	4
c	atividade não é realizada na escola	0	0
AB3	A descarga dos mictórios:		
a	permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	0	8
b	é acionada pelo usuário somente após o uso	8	8
c	não tem mictório na escola	0	0
AB4	A maioria dos usuários, ao tomar banho:		
a	deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	4	4
b	deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0	4
AB5	O banho dos bebês é freqüentemente realizado:		
a	enche a cuba; ensaboa o bebê; enxágua	7	7
b	banho em água corrente com o chuveiro sempre aberto	0	7
c	banho em água corrente com o chuveiro fechado enquanto ensaboa	7	7
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AB6	Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	4	4
AB7	Normalmente, a limpeza do piso das salas de banho é realizada:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
d	atividade não é realizada na escola	0	0
TOTAL			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Conforme descrito anteriormente, devem ser circulados os pontos relativos à opção selecionada e também os pontos máximos correspondentes a cada atividade em análise. Depois disso, deve-se efetuar a soma dos pontos circulados para cada coluna: pontos e pontos máximos.

O **índice de percepção** dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente ($IU_{B/S}$) é dado pela relação entre a somatória dos pontos e da somatória dos pontos máximos, ou seja:

$$IU_{B/S} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_{B/S} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Onde $IU_{B/S}$ é o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nos Banheiros/Salas de banho.

O valor obtido para o $IU_{B/S}$ deve ser marcado no gráfico em radar (Figura 4.24), no eixo correspondente ao banheiro/sala de banho.

Por fim, calcular os pontos obtidos, dividindo o $IU_{B/S}$ por 100 e multiplicando pelo fator do banheiro, que é igual a 35, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{B/S} = \frac{IU_{B/S}}{100} * 35 = \underline{\hspace{2cm}} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{B/S} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pontos}$$

E marcar os **pontos obtidos** no gráfico em barra (Figura 4.25), na barra correspondente ao banheiro.

Esse procedimento deve ser repetido para cada ambiente sanitário. Assim, apresenta-se a seguir apenas as fichas para a avaliação e as equações a serem empregadas, pois tudo o demais é realizado da mesma forma que o descrito para o banheiro/sala de banho.

Tabela 4.19: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **cozinha – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AC1	As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:		
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma	4	8
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente	8	8
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente	0	8
AC2	A forma mais comum de lavar as louças é:		
a	ensaboa todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta	0	8
b	ensaboa todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente	8	8
c	ensaboa e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta.	0	8
AC3	O descongelamento de carne é feito:		
a	em água corrente	0	14
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba	7	14
c	outra forma, sem emprego de água	14	14
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AC4	Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{coz}):

$$IU_{coz} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_{coz} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_{COZ} por 100 e multiplicando pelo fator da cozinha, que é igual a 35, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{COZ} = \frac{IU_{COZ}}{100} * 35 = \frac{\quad}{100} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{COZ} = \quad \text{pontos}$$

Marcar o IU_{COZ} no gráfico em radar (Figura 4.24) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.25).

Tabela 4.20: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **área de serviço/lavanderia – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AS1	A limpeza do piso da área de serviço/lavanderia é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
AS2	A lavagem de roupas na máquina é feita freqüentemente:		
a	com a capacidade máxima da máquina	5	5
b	com a capacidade parcial da máquina	0	5
c	atividade não é realizada na escola	0	0
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente ($IU_{AS/L}$):

$$IU_{AS/L} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \quad * 100 \Rightarrow IU_{AS/L} = \quad \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o $IU_{AS/L}$ por 100 e multiplicando pelo fator da área de serviço/lavanderia, que é igual a 10, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{AS/L} = \frac{I_{pcp}_{AS/L}}{100} * 10 = \frac{\quad}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AS/L} = \quad \text{pontos}$$

Marcar o $IU_{AS/L}$ no gráfico em radar (Figura 4.24) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.25).

Tabela 4.21: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **área externa – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil.**

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AE1	A rega do jardim é feita:		
a	com a mangueira aberta continuamente	0	3
b	com regador ou aspersor com temporizador	3	3
c	aspersor	1,5	3
d	atividade não realizada na escola	0	0
AE2	O horário mais freqüente da rega do jardim é:		
a	antes das 9h da manhã ou depois das 17h	3	3
b	entre 9 e 17h	0	3
c	atividade não realizada na escola	0	0
AE3	A limpeza do piso externo normalmente é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{AE}):

$$IU_{AE} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{\quad}{\quad} * 100 \Rightarrow IU_{AE} = \quad \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_{AE} por 100 e multiplicando pelo fator da área externa, que é igual a 10, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{AE} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{\quad}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AE} = \quad \text{pontos}$$

Marcar o IU_{AE} no gráfico em radar (Figura 4.24) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.25).

Tabela 4.22: Avaliação da percepção para o uso racional da água na área interna – Grupo A - creches e escolas de ensino infantil.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AI1	A limpeza do piso das salas em geral é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
AI2	A limpeza do piso dos refeitórios na maioria das vezes é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{AI}):

$$IU_{AI} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{\quad}{\quad} * 100 \Rightarrow IU_{AI} = \quad \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_{AI} por 100 e multiplicando pelo fator da área interna, que é igual a 10, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{AI} = \frac{I_{pcp}_{AE}}{100} * 10 = \frac{\quad}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AI} = \quad \text{pontos}$$

Marcar o IU_{AI} no gráfico em radar (Figura 4.24) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.25).

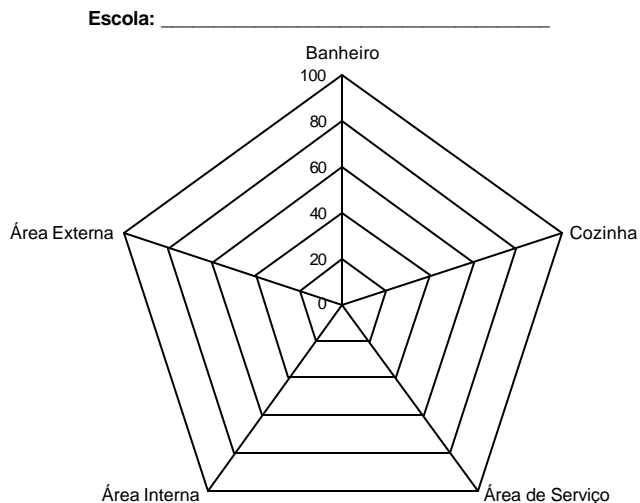


Figura 4.24: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – **Grupo A**

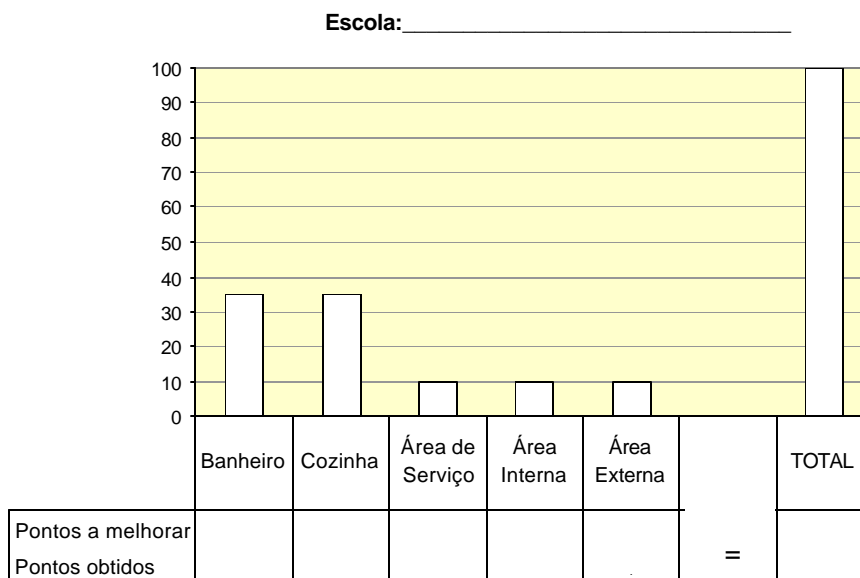


Figura 4.25: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – **Grupo A**

O roteiro a ser seguido para as escolas do **Grupo B** (escolas de ensino fundamental e médio) é o mesmo, sendo as fichas de avaliação, para determinados ambientes, idênticas às propostas para o **Grupo A**. Contudo, como existem diferenças nos fatores dos ambientes, apresenta-se, na Tabela 4.23 a Tabela 4.26, todas as fichas a serem empregadas para o **Grupo B**.

Tabela 4.23: Avaliação da percepção para o uso racional da água nos **banheiros – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AB1	A maioria das pessoas lava as mãos:		
a	sempre com a torneira aberta	0	5
b	com a torneira fechada durante o ensaboamento	5	5
AB2	A maioria das pessoas escova os dentes:		
a	com a torneira sempre aberta	0	5
b	com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	5	5
c	atividade não é realizada na escola	0	0
AB3	A descarga dos mictórios:		
a	permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	0	20
b	é acionada pelo usuário somente após o uso	20	20
c	não tem mictório na escola	10	20
AB4	A maioria dos usuários, ao tomar banho:		
a	deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	10	10
b	deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0	10
AB6	Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	10	10
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	10
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	10	10
TOTAL			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Conforme descrito anteriormente, devem ser circulados os pontos relativos à opção selecionada e também os pontos máximos correspondentes a cada atividade em análise. Depois disso, deve-se efetuar a soma dos pontos circulados para cada coluna: pontos e pontos máximos.

O **índice de percepção** dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_B) é dado pela relação entre a somatória dos pontos e da somatória dos pontos máximos, ou seja:

$$IU_B = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_B = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Onde IU_B é o índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nos Banheiros.

O valor obtido para o IU_B deve ser marcado no gráfico em radar (Figura 4.26), no eixo correspondente ao banheiro.

Por fim, calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_B por 100 e multiplicando pelo fator do banheiro, que é igual a 50, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_B = \frac{IU_B}{100} * 50 = \frac{\hspace{2cm}}{100} * 50 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_B = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pontos}$$

E marcar os **pontos obtidos** no gráfico em barra (Figura 4.27), na barra correspondente ao banheiro.

Esse procedimento deve ser repetido para cada ambiente sanitário. Assim, apresenta-se a seguir apenas as fichas para a avaliação e as equações a serem empregadas, pois tudo o demais é realizado da mesma forma que o descrito para o Banheiro.

Tabela 4.24: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **cozinha – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AC1	As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:		
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma	3	6
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente	6	6
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente	0	6
AC2	A forma mais comum de lavar as louças é:		
a	ensaboa todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta	0	6
b	ensaboa todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente	6	6
c	ensaboa e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta.	0	6
AC3	O descongelamento de carne é feito:		
a	em água corrente	0	12
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba	6	12
c	outra forma, sem emprego de água	12	12
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AC4	Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{COZ}):

$$IU_{COZ} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_{COZ} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_{COZ} por 100 e multiplicando pelo fator da cozinha, que é igual a 30, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{COZ} = \frac{IU_{COZ}}{100} * 30 = \frac{\hspace{2cm}}{100} * 30 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{COZ} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pontos}$$

Marcar o IU_{COZ} no gráfico em radar (Figura 4.26) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.27).

Tabela 4.25: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **área externa – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AE1	A rega do jardim é feita:		
a	com a mangueira aberta continuamente	0	3
b	com regador ou aspersor com temporizador	3	3
c	aspersor	1,5	3
d	atividade não realizada na escola	0	0
AE2	O horário mais freqüente da rega do jardim é:		
a	antes das 9h da manhã ou depois das 17h	3	3
b	entre 9 e 17h	0	3
c	atividade não realizada na escola	0	0
AE3	A limpeza do piso externo normalmente é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{AE}):

$$IU_{AE} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_{AE} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_E por 100 e multiplicando pelo fator da área externa, que é igual a 10, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{AE} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{\hspace{2cm}}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AE} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pontos}$$

Marcar o IU_{AE} no gráfico em radar (Figura 4.26) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.27).

Tabela 4.26: Avaliação da percepção para o uso racional da água na **área interna – Grupo B - escolas de ensino fundamental e médio**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AI1	A limpeza do piso das salas em geral é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
AI2	A limpeza do piso dos refeitórios na maioria das vezes é feita:		
a	com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS			

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;

⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;

⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

Cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água na realização das atividades nesse ambiente (IU_{AI}):

$$IU_{AI} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \underline{\hspace{2cm}} * 100 \Rightarrow IU_{AI} = \underline{\hspace{2cm}} \%$$

Calcular os pontos obtidos, dividindo o IU_{AI} por 100 e multiplicando pelo fator da área interna, que é igual a 10, ou seja:

$$\text{Pontos obtidos}_{AI} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{\hspace{2cm}}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AI} = \underline{\hspace{2cm}} \text{ pontos}$$

Marcar o IU_{AI} no gráfico em radar (Figura 4.26) e os pontos obtidos no gráfico de barras (Figura 4.27).

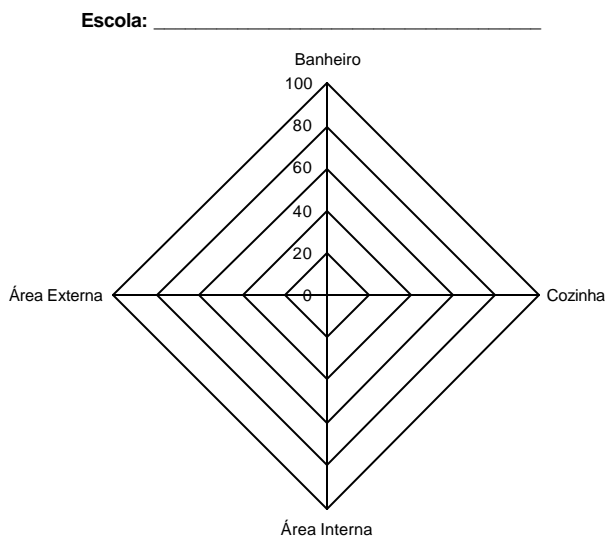


Figura 4.26: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água.

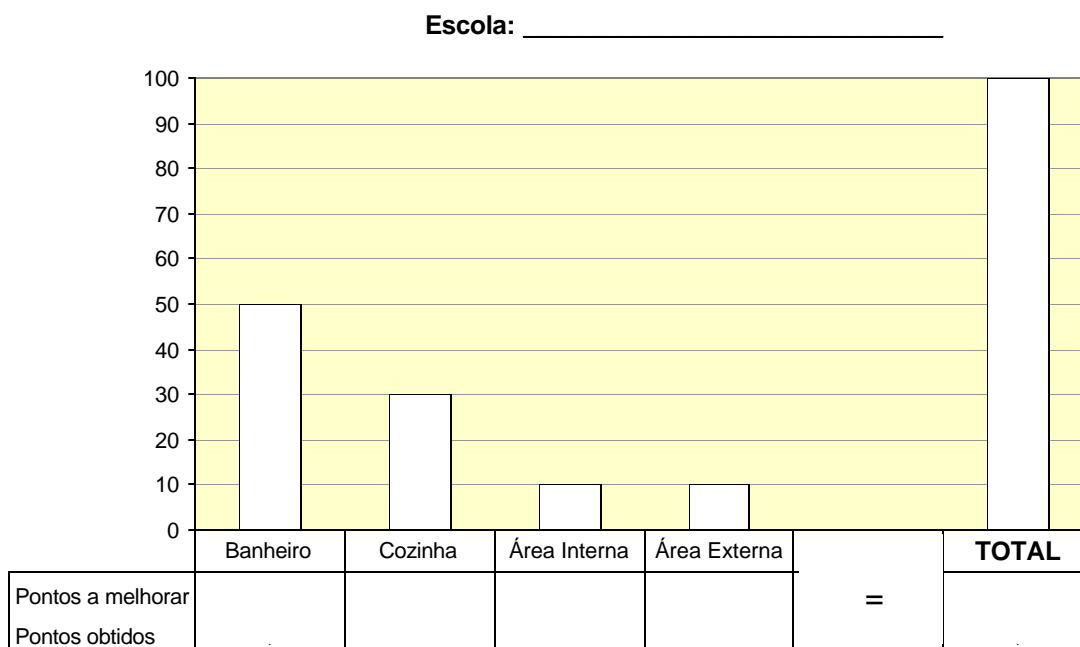


Figura 4.27: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário.

A título de ilustração, são apresentados na seqüência os resultados detalhados (Tabela 4.27 a Tabela 4.40) obtidos com o emprego da metodologia para avaliação do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água em 3 escolas da amostra, uma de cada tipologia básica: CEMEI, EMEI e EMEF. Conforme descrito anteriormente, as escolas CEMEI e EMEI estão agrupadas no **Grupo A** e a EMEF no **Grupo B**.

Observa-se que algumas questões da avaliação não foram consideradas nos cálculos dos índices de percepção apresentados na seqüência, tais como escovação de dentes (Ab.2), modo de uso da máquina de lavar roupas (As.2) e horário da rega de jardim e/ou horta (Ae.2).

Tabela 4.27: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Banheiros/Salas de banho.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AB1 A maioria das pessoas lava as mãos:		
a sempre com a torneira aberta	0	4
b com a torneira fechada durante o ensaboamento	4	4
AB2 A maioria das pessoas escova os dentes:		
a com a torneira sempre aberta	0	4
b com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	4	4
c atividade não é realizada na escola	0	0
AB3 A descarga dos mictórios:		
a permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	0	8
b é acionada pelo usuário somente após o uso	8	8
c não tem mictório na escola	0	0
AB4 A maioria dos usuários, ao tomar banho:		
a deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	4	4
b deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0	4
c atividade não é realizada na escola	0	0
AB5 O banho dos bebês é freqüentemente realizado:		
a enche a cuba; ensaboia o bebê; enxágua	7	7
b banho em água corrente com o chuveiro sempre aberto	0	7
c banho em água corrente com o chuveiro fechado enquanto ensaboia	7	7
d atividade não é realizada na escola	0	0
AB6 Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	4	4
AB7 Normalmente, a limpeza do piso das salas de banho é realizada:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
d atividade não é realizada na escola	0	0
TOTAL	15	19

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{B/S} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{15}{19} * 100 \Rightarrow IU_{B/S} = 78,9 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{B/S} = \frac{IU_{B/S}}{100} * 35 = \frac{78,9}{100} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{B/S} = 27,6 \text{ pontos}$$

Tabela 4.28: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Cozinha.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AC1 As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:			
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma	4	8
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente	8	8
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente	0	8
AC2 A forma mais comum de lavar as louças é:			
a	ensaboia todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta	0	8
b	ensaboia todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente	8	8
c	ensaboia e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta.	0	8
AC3 O descongelamento de carne é feito:			
a	em água corrente	0	14
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba	7	14
c	outra forma, sem emprego de água	14	14
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AC4 Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita			
a	com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
TOTAL DE PONTOS		10,5	21

NOTAS:

⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{\text{COZ}} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{10,5}{21} * 100 \Rightarrow IU_{\text{COZ}} = 50 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{\text{COZ}} = \frac{IU_{\text{COZ}}}{100} * 35 = \frac{50}{100} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{\text{COZ}} = 17,5 \text{ pontos}$$

Tabela 4.29: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Área de Serviço/Lavanderia.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AS1 A limpeza do piso da área de serviço/lavanderia é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
AS2 A lavagem de roupas na máquina é feita freqüentemente:		
a com a capacidade máxima da máquina	5	5
b com a capacidade parcial da máquina Não questionado	0	5
c atividade não é realizada na escola	0	0
TOTAL DE PONTOS	2,5	5

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AS/L} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{2,5}{5} * 100 \Rightarrow IU_{AS/L} = 50 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AS/L} = \frac{IU_{AS/L}}{100} * 10 = \frac{50}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AS/L} = 5 \text{ pontos}$$

Tabela 4.30: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia CEMEI (Grupo A) – Área Externa.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AE1 A rega do jardim/horta é feita:		
a com a mangueira aberta continuamente	0	3
b com regador ou aspersor com temporizador	3	3
c aspersor	1,5	3
d atividade não realizada na escola	0	0
AE2 O horário mais freqüente da rega do jardim/horta é:		
a antes das 9h da manhã ou depois das 17h	3	3
b entre 9 e 17h	0	3
c atividade não realizada na escola	0	0
AE3 A limpeza do piso externo normalmente é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
TOTAL DE PONTOS	0	4

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AE} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{0}{4} * 100 \Rightarrow IU_{AE} = 0 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AE} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{0}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AE} = 0 \text{ pontos}$$

Além das atividades acima relacionadas que não foram questionadas, no caso da CEMEI 31, incluem-se também as atividades da área interna. Devido a isso, os pontos obtidos foram redistribuídos de modo ponderado a fim de obter-se um total máximo de 100, ou seja:

$$\text{peso}_{\text{corrigido}} = \frac{\text{peso atribuído ao ambiente}}{\text{somatória dos pesos}} * 100$$

Os valores dos pesos e dos pesos_{corrigidos} de cada ambiente são apresentados na Tabela 4.31.

Tabela 4.31: Distribuição dos pesos por ambiente.

Ambiente	Peso	Peso _{corrigido}
Banheiro	35	39
Cozinha	35	39
Área de Serviço	10	11
Área Externa	10	11
Área Interna	---	---
TOTAL	90	100

De modo análogo, os pontos obtidos são corrigidos utilizando-se os valores do peso_{corrigido}.

A representação gráfica dos resultados obtidos é apresentada na Figura 4.28 e na Figura 4.29.

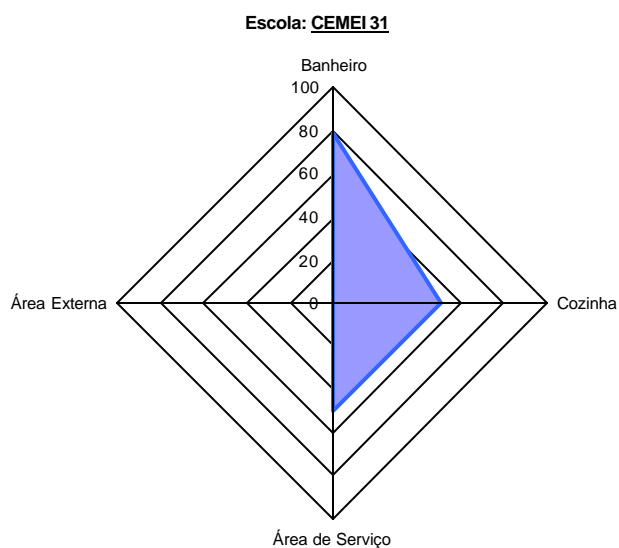


Figura 4.28: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – **CEMEI 31**.

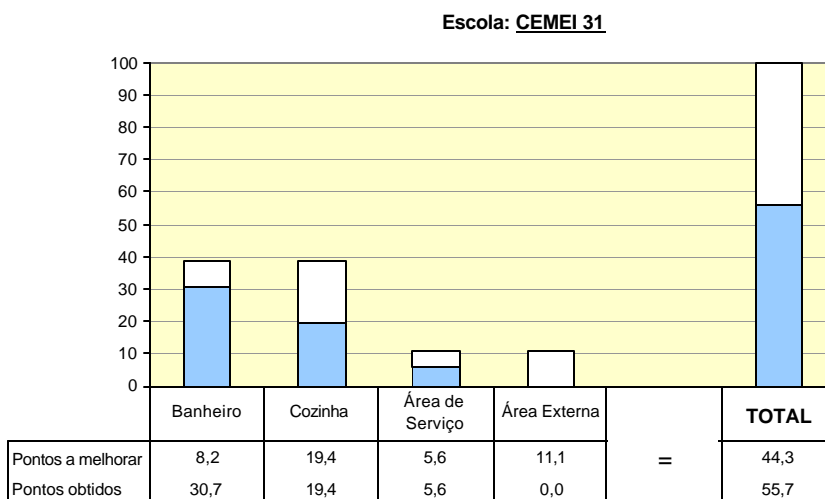


Figura 4.29: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – **CEMEI 31**.

Tabela 4.32: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Banheiros/Salas de banho.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AB1 A maioria das pessoas lava as mãos:		
a sempre com a torneira aberta	0	4
b com a torneira fechada durante o ensaboamento	4	4
AB2 A maioria das pessoas escova os dentes:		
a com a torneira sempre aberta	0	4
b com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	4	4
c atividade não é realizada na escola Não questionado	0	0
AB3 A descarga dos mictórios:		
a permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	0	8
b é acionada pelo usuário somente após o uso	8	8
c não tem mictório na escola	0	0
AB4 A maioria dos usuários, ao tomar banho:		
a deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	4	4
b deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0	4
c atividade não é realizada na escola Não questionado	0	0
AB5 O banho dos bebês é freqüentemente realizado:		
a enche a cuba; ensaboia o bebê; enxágua	7	7
b banho em água corrente com o chuveiro sempre aberto	0	10
c banho em água corrente com o chuveiro fechado enquanto ensaboia	7	7
d atividade não é realizada na escola	0	0
AB6 Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	4	4
AB7 Normalmente, a limpeza do piso das salas de banho é realizada:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
d atividade não é realizada na escola	0	0
TOTAL	4	8

NOTAS:

⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{B/S} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{4}{8} * 100 \Rightarrow IU_{B/S} = 50 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{B/S} = \frac{IU_{B/S}}{100} * 35 = \frac{50}{100} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{B/S} = 17,5 \text{ pontos}$$

Tabela 4.33: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia **EMEI** (Grupo A) – **Cozinha**.

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AC1 As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:			
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma	4	8
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente	8	8
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente	0	8
AC2 A forma mais comum de lavar as louças é:			
a	ensaboia todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta	0	8
b	ensaboia todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente	8	8
c	ensaboia e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta.	0	8
AC3 O descongelamento de carne é feito:			
a	em água corrente	0	14
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba	7	14
c	outra forma, sem emprego de água	14	14
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AC4 Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita			
a	com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
TOTAL DE PONTOS		24,5	35

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{\text{coz}} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{24,5}{35} * 100 \Rightarrow IU_{\text{coz}} = 70 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{\text{coz}} = \frac{IU_{\text{coz}}}{100} * 35 = \frac{70}{100} * 35 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{\text{coz}} = 24,5 \text{ pontos}$$

Tabela 4.34: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área de Serviço/Lavanderia.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AS1 A limpeza do piso da área de serviço/lavanderia é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	5	5
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	5
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2,5	5
AS2 A lavagem de roupas na máquina é feita frequentemente:		
a com a capacidade máxima da máquina	5	5
b com a capacidade parcial da máquina	0	5
c atividade não é realizada na escola Não questionado	0	0
TOTAL DE PONTOS		0

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{ASL} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{0}{5} * 100 \Rightarrow IU_{ASL} = 0 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AS/L} = \frac{IU_{AS/L}}{100} * 10 = \frac{0}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AS/L} = 0 \text{ pontos}$$

Tabela 4.35: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área Externa.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AE1 A rega do jardim/horta é feita:		
a com a mangueira aberta continuamente	0	3
b com regador ou aspersor com temporizador	3	3
c aspersor	1,5	3
d atividade não realizada na escola	0	0
AE2 O horário mais freqüente da rega do jardim/horta é:		
a antes das 9h da manhã ou depois das 17h	3	3
b entre 9 e 17h	0	3
c atividade não realizada na escola	0	0
AE3 A limpeza do piso externo normalmente é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
TOTAL DE PONTOS		0

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AE} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{0}{4} * 100 \Rightarrow IU_{AE} = 0 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AE} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{0}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AE} = 0 \text{ pontos}$$

Tabela 4.36: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEI (Grupo A) – Área Interna.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AI1 A limpeza do piso das salas em geral é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
AI2 A limpeza do piso dos refeitórios na maioria das vezes é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS	6	10

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AI} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{6}{10} * 100 \Rightarrow IU_{AI} = 60 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AI} = \frac{IU_{AI}}{100} * 10 = \frac{60}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AI} = 6 \text{ pontos}$$

No caso da escola EMEI, as atividades com banho de bebês e limpeza da sala de banho não são realizadas, portanto essas não foram consideradas para cálculo do índice de percepção. A representação gráfica dos resultados obtidos é apresentada na Figura 4.30 e na Figura 4.31.

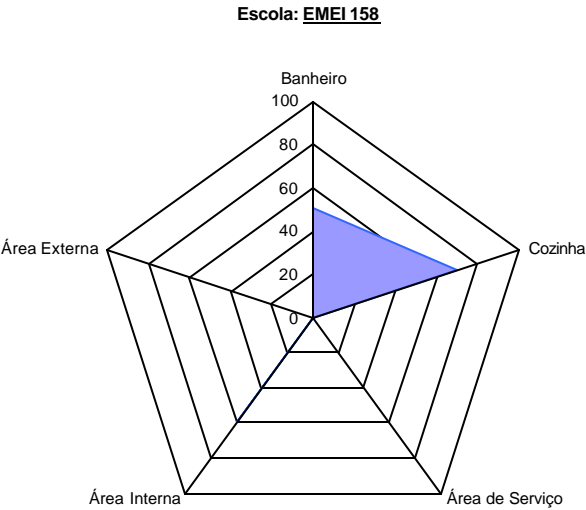


Figura 4.30: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – **EMEI 158**.

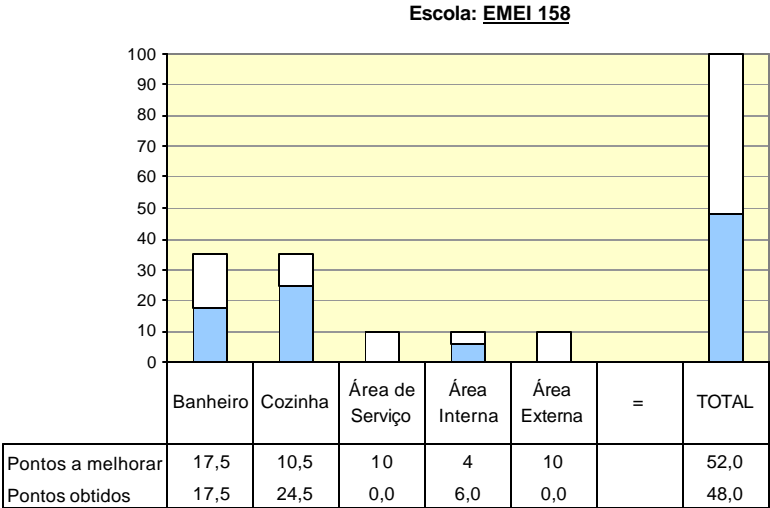


Figura 4.31: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – **EMEI 158**.

Tabela 4.37: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia **EMEF (Grupo B) – Banheiros**.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AB1 A maioria das pessoas lava as mãos:		
a sempre com a torneira aberta	0	5
b com a torneira fechada durante o ensaboamento	5	5
AB2 A maioria das pessoas escova os dentes:		
a com a torneira sempre aberta	0	5
b com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo	5	5
c atividade não é realizada na escola	0	0
AB3 A descarga dos mictórios:		
a permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo)	0	20
b é acionada pelo usuário somente após o uso	20	20
c não tem mictório na escola	10	20
AB4 A maioria dos usuários, ao tomar banho:		
a deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos	10	10
b deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos	0	10
c atividade não é realizada na escola	0	0
AB5 Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	10	10
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	10
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾ Não questionado	10	10
TOTAL	15	45

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_B = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{15}{45} * 100 \Rightarrow IU_B = 33,3 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_B = \frac{IU_B}{100} * 50 = \frac{33,3}{100} * 50 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_B = 16,7 \text{ pontos}$$

Tabela 4.38: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia **EMEF (Grupo B) – Cozinha.**

ATIVIDADES		Pontos	Pontos máximos
AC1 As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:			
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma	3	6
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente	6	6
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente	0	6
AC2 A forma mais comum de lavar as louças é:			
a	ensaboia todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta	0	6
b	ensaboia todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente	6	6
c	ensaboia e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta.	0	6
AC3 O descongelamento de carne é feito:			
a	em água corrente	0	12
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba	6	12
c	outra forma, sem emprego de água	12	12
d	atividade não é realizada na escola	0	0
AC4 Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita			
a	com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b	com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c	com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS		6	30

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{COZ} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{6}{30} * 100 \Rightarrow IU_{COZ} = 20 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{COZ} = \frac{IU_{COZ}}{100} * 30 = \frac{20}{100} * 30 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{COZ} = 6 \text{ pontos}$$

Tabela 4.39: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Área Externa.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AE1 A rega do jardim/horta é feita:		
a com a mangueira aberta continuamente	0	3
b com regador ou aspersor com temporizador	3	3
c aspersor	1,5	3
d atividade não realizada na escola	0	0
AE2 O horário mais freqüente da rega do jardim/horta é:		
a antes das 9h da manhã ou depois das 17h	3	3
b entre 9 e 17h	0	3
c atividade não realizada na escola	0	0
AE3 A limpeza do piso externo normalmente é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
TOTAL DE PONTOS	0	4

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AE} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{0}{4} * 100 \Rightarrow IU_{AE} = 0 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AE} = \frac{IU_{AE}}{100} * 10 = \frac{0}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AE} = 0 \text{ pontos}$$

Tabela 4.40: Avaliação da percepção para uso racional da água em uma escola da tipologia EMEF (Grupo B) – Área Interna.

ATIVIDADES	Pontos	Pontos máximos
AI1 A limpeza do piso das salas em geral é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	4	4
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	4
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	2	4
AI2 A limpeza do piso dos refeitórios na maioria das vezes é feita:		
a com pano e balde ⁽¹⁾	6	6
b com mangueira e rodo/vassoura ⁽²⁾	0	6
c com balde e rodo/vassoura ⁽³⁾	3	6
TOTAL DE PONTOS	3	6

NOTAS: ⁽¹⁾ passagem de pano com rodo no piso;
⁽²⁾ a torneira é deixada continuamente aberta durante a limpeza do piso e/ou quando, apesar de utilizado balde, a torneira é mantida sempre aberta durante a realização da atividade;
⁽³⁾ a torneira é aberta somente quando há necessidade de pegar a água e/ou quando é utilizada mangueira somente para encher o balde, fechando-se a mesma quando não há necessidade de pegar água.

$$IU_{AI} = \frac{\sum \text{pontos}}{\sum \text{pontos máximos}} * 100 = \frac{3}{6} * 100 \Rightarrow IU_{AI} = 50 \%$$

$$\text{Pontos obtidos}_{AI} = \frac{IU_{AI}}{100} * 10 = \frac{50}{100} * 10 \Rightarrow \text{Pontos obtidos}_{AI} = 5 \text{ pontos}$$

No caso das EMEF e das escolas estaduais, é importante observar que não existe Área de Serviço, em geral, foi observado apenas um tanque na área externa, por esse motivo, a atividade de limpeza deste ambiente não é contabilizado para essa tipologia. A representação gráfica dos resultados obtidos é apresentada na Figura 4.32 e na Figura 4.33.

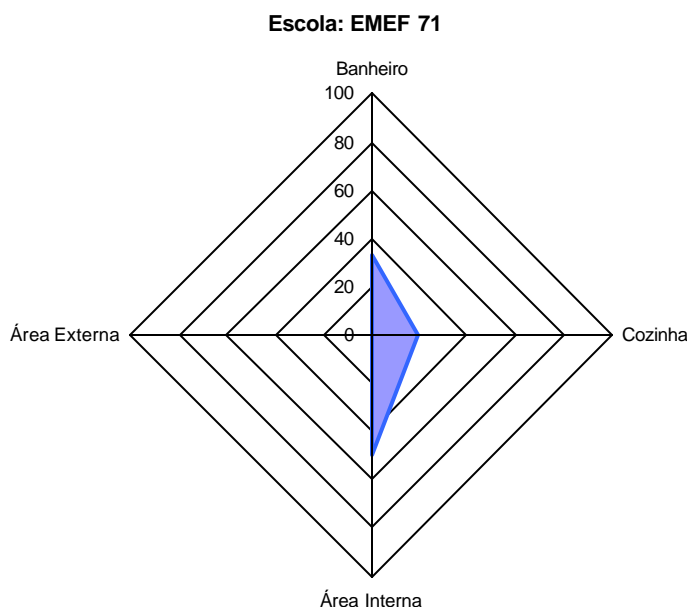


Figura 4.32: Gráfico em radar para visualização do índice de percepção (IU) dos usuários da escola para o uso racional de água – **EMEF 71**.

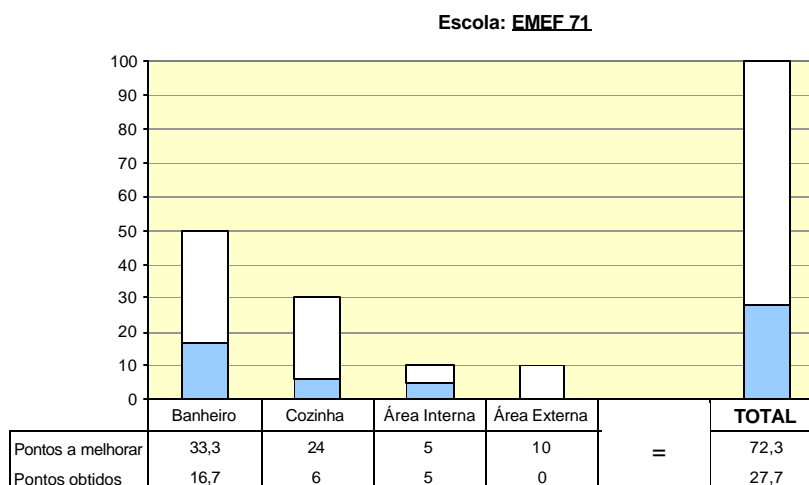


Figura 4.33: Gráfico em barras para registro dos pontos obtidos em cada ambiente sanitário – **EMEF 71**.

Aplicando-se a metodologia de avaliação proposta para as demais escolas da amostra, foram obtidos os resultados apresentados nas Tabela 4.41 e Tabela 4.42, respectivamente para as escolas dos **Grupo A** e **B**. Na Figura 4.34 são apresentados os histogramas dos índices de percepção calculados para as atividades realizadas em cada tipo de ambiente para as escolas do **Grupo A**. De maneira similar, na Figura 4.35 se encontram os histogramas elaborados para as escolas do **Grupo B**.

O IU_{escola} foi calculado da seguinte forma:

$$IU_{\text{escola}} = \sum \text{pontos obtidos (\%)}$$

Vale ressaltar que em quatro unidades escolares (realçadas nas referidas tabelas com o fundo cinza) foram realizados somente os levantamentos cadastral e de patologias, não sendo aplicados os questionários aos usuários. Isto ocorreu devido a diferentes razões, dentre as quais:

- a direção da escola não autorizou a aplicação de questionários, permitindo somente a realização do levantamento cadastral e de patologias em períodos sem aula;

- alguns funcionários se recusaram a responder as perguntas ou haviam faltado na ocasião da data da aplicação de questionários e, no momento não havia na escola outro funcionário que pudesse responder às perguntas;
- sempre que possível a equipe retornava às escolas a fim de completar o preenchimento dos questionários, porém em alguns casos, mesmo na segunda ou terceira tentativas, o(s) funcionário(s) não se encontrava na escola.

Tabela 4.41: Índice de percepção para o uso racional da água das escolas da amostra - **Grupo A**

Tipologia	Escola	Índice de Percepção					
		IU _{B/SB} (%)	IU _{AE} (%)	IU _{AI} (%)	IU _{AS} (%)	IU _{Coz} (%)	IU _{escola} (%)
CEMEI	17	100%	0%	---	50%	50%	64%
	26	53%	0%	100%	100%	70%	63%
	31	79%	0%	---	50%	50%	56%
	43	67%	0%	100%	100%	62%	65%
	44	43%	---	0%	50%	12%	27%
	165	100%	0%	100%	100%	30%	66%
CEMEI/ EMEI	1	74%	100%	100%	---	70%	78%
	2	32%	100%	60%	0%	30%	38%
	7	52%	0%	0%	0%	54%	37%
	8	57%	0%	100%	100%	30%	50%
	10	26%	0%	40%	100%	77%	50%
	11	89%	0%	100%	50%	70%	71%
	15	65%	0%	100%	100%	37%	56%
	20	43%	0%	100%	100%	70%	60%
	24	74%	100%	100%	100%	70%	80%
	28	83%	0%	100%	100%	63%	71%
	30	65%	---	---	50%	50%	57%
	33	67%	0%	---	50%	12%	36%
	35	74%	0%	100%	100%	60%	67%
	37	74%	0%	100%	100%	20%	53%
	39	63%	0%	40%	100%	0%	36%
	42	70%	0%	---	100%	100%	77%
	50	52%	0%	100%	100%	70%	63%
	51	74%	0%	40%	50%	70%	59%
	52	74%	0%	100%	0%	50%	53%
	53	43%	0%	100%	100%	23%	43%
	113	---	---	---	---	---	---
	119	42%	0%	100%	100%	7%	37%
	151	70%	0%	100%	100%	77%	71%

Tabela 4.41: Índice de percepção para o uso racional da água das escolas da amostra - **Grupo A** (continuação)

Tipologia	Escola	Índice de Percepção					
		IU _{B/SB} (%)	IU _{AE} (%)	IU _{AI} (%)	IU _{AS} (%)	IU _{Coz} (%)	IU _{escola} (%)
EMEI	21	---	---	---	---	---	---
	22	50%	0%	100%	50%	23%	41%
	48	50%	50%	70%	50%	37%	48%
	93	50%	0%	100%	100%	77%	65%
	95	50%	0%	100%	---	37%	45%
	96	50%	0%	100%	0%	30%	38%
	98	100%	0%	100%	0%	77%	72%
	100	0%	0%	---	0%	24%	9%
	105	33%	0%	---	100%	62%	48%
	106	50%	0%	0%	0%	63%	40%
	108	0%	0%	0%	0%	77%	27%
	109	50%	0%	100%	100%	47%	54%
	112	33%	100%	100%	---	77%	65%
	114	100%	0%	100%	---	50%	69%
	115	100%	0%	100%	0%	77%	72%
	116	50%	0%	---	100%	62%	55%
	117	100%	0%	100%	0%	70%	70%
	118	50%	0%	0%	50%	24%	31%
	120	50%	0%	---	0%	24%	29%
	126	0%	0%	20%	0%	100%	37%
	127	50%	0%	100%	100%	70%	62%
	129	---	---	---	---	---	---
	130	100%	0%	100%	50%	70%	75%
	131	50%	0%	100%	0%	54%	47%
	133	50%	0%	100%	0%	77%	55%
	134	33%	0%	100%	0%	77%	49%
	136	100%	---	---	---	100%	100%
	139	100%	0%	40%	100%	70%	74%
	140	100%	0%	---	0%	77%	69%
	141	67%	0%	100%	50%	70%	63%
	142	100%	0%	---	100%	30%	62%
	144	50%	0%	---	---	12%	27%
	145	---	---	---	---	---	---
	146	50%	100%	100%	100%	77%	75%
	147	50%	0%	100%	100%	50%	55%
	148	0%	0%	0%	0%	62%	22%
	149	100%	0%	0%	100%	62%	67%
	152	50%	0%	100%	50%	77%	60%
	155	50%	0%	40%	0%	38%	35%
	156	67%	0%	50%	50%	50%	51%
	157	100%	0%	---	0%	62%	63%
	158	50%	0%	60%	0%	70%	48%
	159	50%	0%	---	---	38%	39%
	161	0%	0%	100%	0%	70%	35%

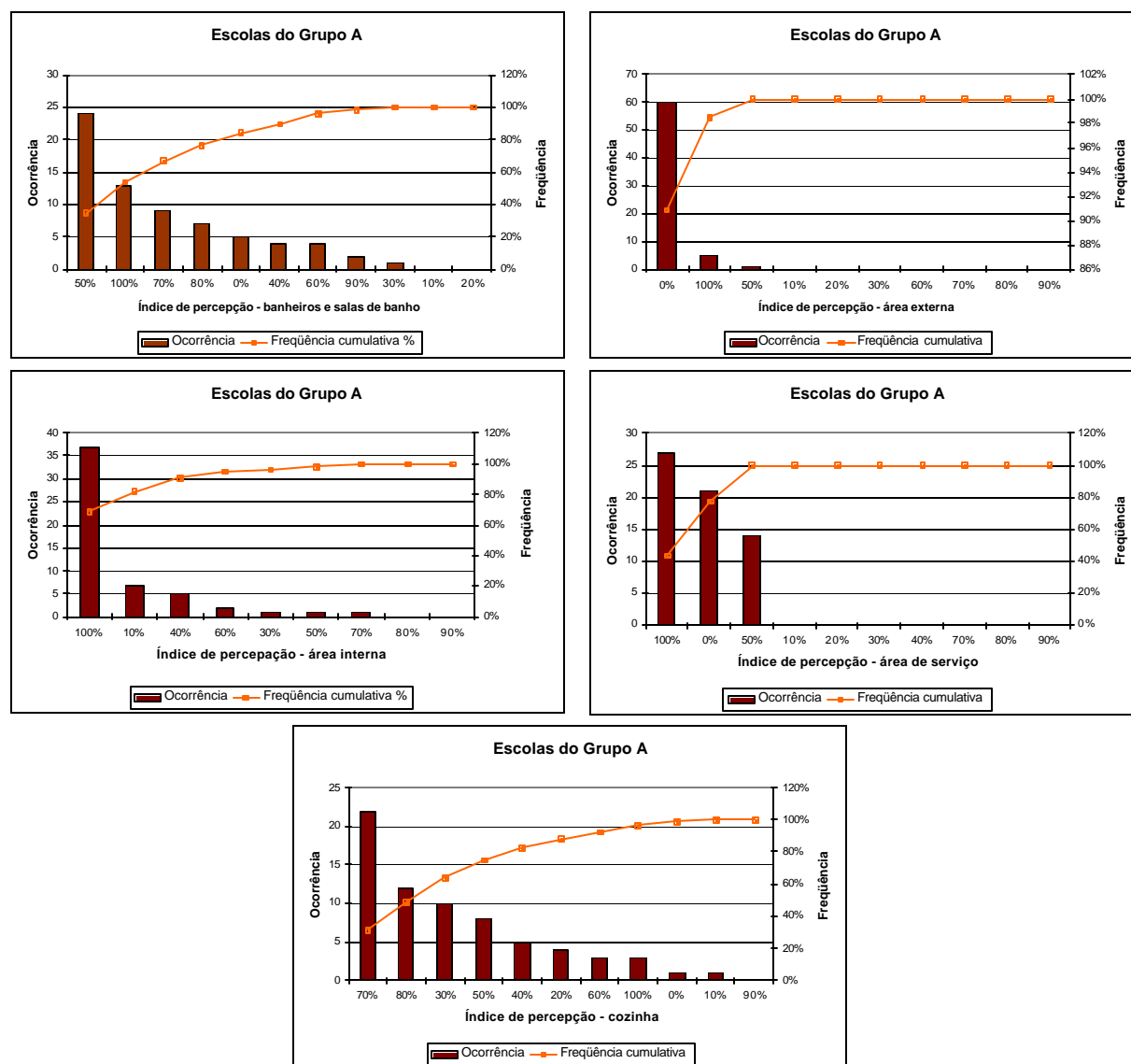


Figura 4.34: Distribuição dos índices de percepção dos usuários para o uso racional de água – escolas do **Grupo A**

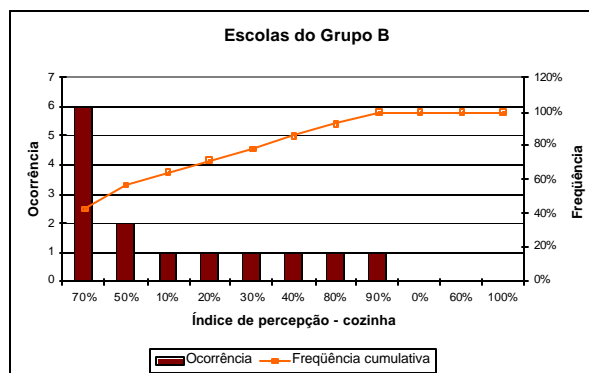
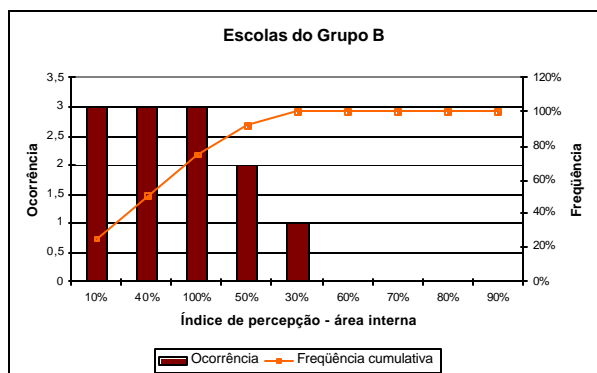
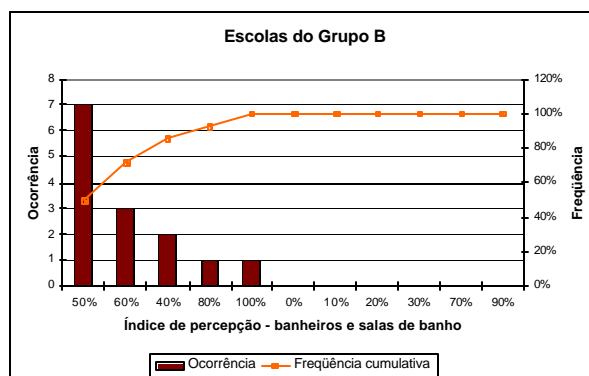
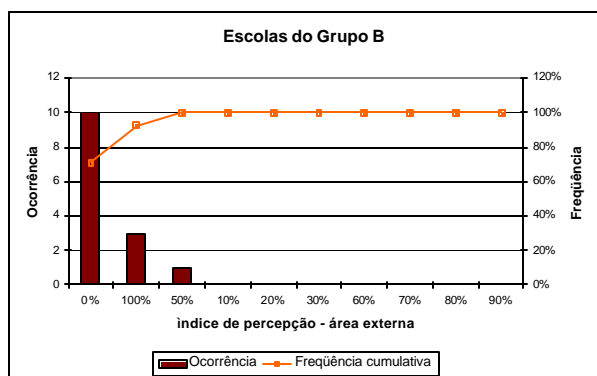
Verifica-se que, para o **Grupo A**:

- O IU_{escola} mais freqüente é 63% porém, esse valor ocorre em apenas 4 das 69 unidades analisadas nesse grupo;

- Apenas uma unidade apresentou IU_{escola} nulo, assim como apenas uma unidade apresentou IU igual a 100%;
- Os IU mais freqüentes, considerando-se os diferentes ambientes/áreas foram:
 - banheiro/sala de banho ($IU_{B/S}$) – 50%, em 29% das 69 unidades em que foram analisadas as atividades realizadas nesses ambientes e/ou em que estes ambientes se encontram presentes;
 - área externa (IU_{AE}) – 0%, em 91% das 66 unidades;
 - área interna (IU_{AI}) – 100%, em 68,5% das 54 unidades;
 - área de serviço (IU_{AS}) – 100%, em 43,5% das 62 unidades; e,
 - cozinha (IU_{COZ}) – 70%, em 20,3% das 69 unidades.
- O $IU_{\text{médioescola}}$ do grupo A foi de 54%, indicando que a sensibilização dos usuários, em conjunto com a adoção de tecnologias economizadoras podem se constituir em ações impactantes do consumo final de água; e,
- Os IU (ambientes/áreas) nulos apareceram mais frequentemente nas atividades realizadas nas áreas internas e externas, que consistem, basicamente, em higienização dos pisos e de rega de jardim/horta, onde o estabelecimento de procedimentos para a sua realização pode ser uma das alternativas para aumentar esse índice e promover uma redução do consumo de água;

Tabela 4.42: Índice de percepção para o uso racional da água das escolas da amostra - **Grupo B.**

Tipologia	Escola	Índice de Percepção					
		IU _B (%)	IU _{AE} (%)	IU _{AI} (%)	IU _{AS} (%)	IU _{Coz} (%)	IU _{escola} (%)
EMEF	56	71%	0%	100%	---	50%	61%
	58	43%	0%	---	---	83%	52%
	59	43%	0%	0%	---	70%	42%
	61	56%	0%	40%	---	80%	56%
	62	43%	0%	100%	---	10%	34%
	69	100%	0%	40%	---	50%	69%
	70	56%	100%	---	---	67%	64%
	71	33%	0%	50%	---	20%	28%
	78	43%	0%	0%	---	40%	33%
	81	33%	50%	30%	---	70%	46%
Ensino Médio	171	56%	0%	0%	---	70%	49%
	172	43%	100%	50%	---	70%	57%
	173	43%	100%	40%	---	30%	44%
	174	43%	0%	100%	---	70%	52%

Figura 4.35: Distribuição dos índices de percepção dos usuários para o uso racional de água – escolas do **Grupo B.**

Para o **Grupo B** tem-se que:

- O IU_{escola} mais freqüente é 52% porém, esse valor ocorreu em apenas 2 das 14 unidades analisadas nesse grupo;
- Nenhuma uma unidade apresentou IU_{escola} nulo e nenhuma alcançou 100%;
- Os IU mais freqüentes, considerando-se os diferentes ambientes/áreas foram:
 - banheiro/sala de banho ($IU_{B/S}$) – 43%, em 70% das 10 unidades em que foram analisadas as atividades realizadas nesses ambientes e/ou em que estes ambientes se encontram presentes;
 - área externa (IU_{AE}) – 0% em 100% das 1 unidades;
 - área interna (IU_{AI}) – 100%, em 37,5% das 8 unidades; e,
 - cozinha (IU_{COZ}) – 70%, em 50% das 10 unidades.
- O $IU_{\text{médioescola}}$ do grupo B foi de 49%, indicando, de maneira similar ao grupo A, que a sensibilização dos usuários, em conjunto com a adoção de tecnologias economizadoras podem se constituir em ações impactantes do consumo final de água.

4.3.4 Análise do comportamento histórico do consumo de água

Oliveira *et al.* (2003) recomendam a realização de um diagnóstico preliminar para uma avaliação prévia do consumo de água e a previsão do impacto de redução de consumo antes da realização de qualquer levantamento, através do cálculo do indicador de consumo³ estimado e de sua comparação com o valor do indicador de consumo no período histórico.

³ Relação entre o consumo de água em um determinado período de tempo e o número de agentes consumidores nesse mesmo período.

Para a determinação do consumo médio no período histórico, Oliveira (1999) sugere a consideração de um período mínimo de 12 meses. Adicionalmente, Oliveira *et al.* (2003) propõem que, na análise do consumo histórico de uma edificação, valores atípicos do consumo mensal no período histórico, que não se mantenham por mais de um mês, por exemplo, sejam desconsiderados para o cálculo do indicador de consumo. Recomendam ainda calcular a média aritmética e o desvio padrão de todos os valores de consumo disponíveis, retirar todos os valores superiores ou inferiores à média mais dois desvios-padrão e calcular uma nova média, a qual será considerada representativa do consumo da edificação em estudo.

Obviamente, no caso particular da tipologia escolar, os períodos de férias devem ser excluídos desse cálculo.

Tendo em vista uma avaliação da variabilidade do consumo nos dias da semana e também entre os meses do ano, foram selecionadas quatro escolas, duas da tipologia CEMEI que, conforme já comentado, atende crianças de 3 meses a 4 anos, em período integral (normalmente das 7 às 18h) e duas da tipologia EMEF, com alunos de 7 a 14 anos, divididos em três períodos: matutino (das 7 às 11h), intermediário (das 11 às 15h) e vespertino (das 15 às 19h), cujas características são apresentadas na Tabela 4.43.

Tabela 4.43: Caracterização das escolas selecionadas para a análise da variabilidade no consumo.

Tipologia	Nº. da escola	Nº. de alunos	Nº. de funcionários	Nº. de professores	Idade da escola (anos) ⁽²⁾
CEMEI	31	91	18	02	35
	44	150	20	07	22
EMEF	61	340	09	16	23
	71	⁽¹⁾	13	20	23

NOTAS: ⁽¹⁾ o número de alunos dessa escola variou ao longo do período de análise: (424 em 2001; 564 em 2002; 585 em 2003 e 581 em 2004), o que não é freqüente ocorrer em escolas públicas.

⁽²⁾ calculada considerando-se o ano base de 2003.

Ressalta-se que a análise dos consumos em meses iguais, porém de anos diferentes não foi possível de ser efetuada, em função da disponibilidade de dados do monitoramento. No **Anexo F** são apresentadas as análises piloto desenvolvidas, a partir das quais concluiu-se que:

- existe uma pequena variabilidade do consumo em determinados dias da semana, não evidenciando nenhuma repetição do padrão de consumo em função do dia da semana;
- a variação no consumo diário não é meramente aleatória em todas as escolas analisadas, existindo alguma causa para tanto (sazonalidade do consumo, ocorrência e/ou conserto de vazamentos etc.); e,
- existe variabilidade no consumo mensal, (descontados os meses de férias); assim, dependendo dos meses considerados para a determinação do consumo histórico, os resultados obtidos podem ser significativamente diferentes, induzindo, portanto, a conclusões inadequadas acerca da situação do consumo após a realização de intervenções no sentido de reduzir o consumo de água.

Diante do exposto, caso os volumes consumidos nos três meses que antecedem a data do diagnóstico da edificação, descontando-se os períodos de férias, forem similares (os três valores dentro da faixa compreendida pela média aritmética mais ou menos um desvio-padrão), recomenda-se que sejam estes os valores a serem considerados para a determinação do consumo médio histórico representativo da mesma.

Entende-se como diagnóstico do uso da água na edificação a fase em que é efetuada a determinação do dia típico de consumo, a estimativa do índice de percepção para o uso racional da água (metodologias apresentadas nos itens anteriores), além da estimativa do índice de vazamentos (a relação percentual entre o número de pontos com vazamentos e o número total de pontos de consumo de água na edificação) e do

índice de perdas por vazamentos (relação percentual entre o volume perdido em vazamentos em um determinado período de tempo e o consumo total de água da edificação nesse mesmo espaço de tempo).

Caso essa exigência (todos os valores compreendidos entre a média aritmética e um desvio padrão) não se verifique, indicando uma maior variabilidade dos dados, propõe-se a contabilização de um período mínimo de 12 meses (desconsiderando-se os meses de férias), retirando-se os valores atípicos (fora da faixa “média aritmética \pm 2 desvios padrão”), para a determinação do consumo médio histórico, de modo a contemplar um conjunto maior de dados.

Para as referidas análises, caso o número de alunos se mantenha constante, pode ser empregado o volume total consumido mensalmente. Caso existam variações no número de alunos, as análises deverão ser efetuadas com o indicador de consumo, valendo as mesmas considerações efetuadas anteriormente.

A título de ilustração, apresenta-se na Figura 4.36 o comportamento do consumo mensal na CEMEI 31 (foram analisados os volumes totais consumidos mensalmente, uma vez que o número de alunos se manteve constante no período analisado).

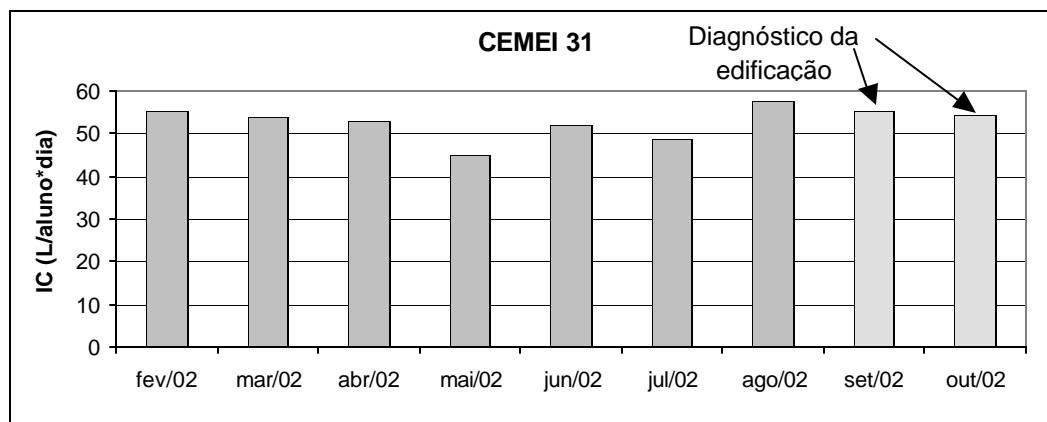


Figura 4.36: Consumo mensal da escola CEMEI 31.

Verifica-se que a média do consumo, considerando-se os três meses que antecederam o diagnóstico efetuado na CEMEI 31, é de $106\text{m}^3/\text{mês}$ ($52,95\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$) com desvio padrão igual a $9\text{m}^3/\text{mês}$ ($4,50\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$), o que resulta entre uma faixa de 97 a $114\text{m}^3/\text{mês}$ ($48,45$ a $56,94\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$). Assim, como os valores referentes aos três meses se encontram dentro da referida faixa, o consumo médio histórico, a ser considerado nas análises comparativas, é igual a $106\text{m}^3/\text{mês}$ ($52,95\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$).

Para a EMEF 71, conforme citado anteriormente, o número de alunos variou ao longo do período considerado. Assim, a análise foi desenvolvida a partir dos índices de consumo, os quais se encontram na Figura 4.37. Os períodos de férias foram suprimidos do referido gráfico, pois a população é diferenciada dos meses letivos e de difícil determinação. O diagnóstico do consumo dessa escola, com a investigação patológica, foi realizado no mês de janeiro de 2003.

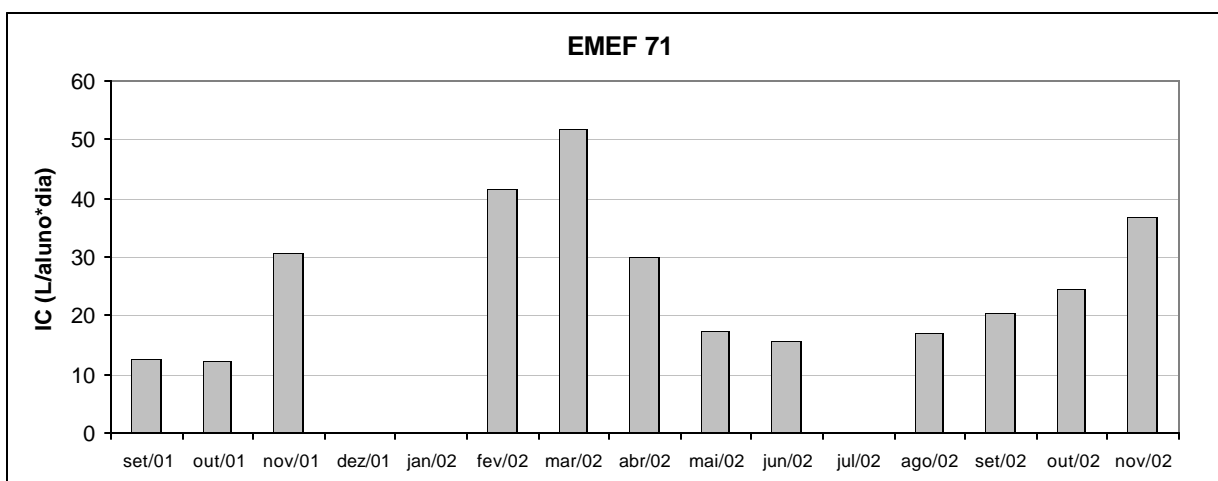


Figura 4.37: Indicador de consumo mensal da escola EMEF 71.

Para a EMEF 71, tem-se um indicador de consumo médio, considerando-se os três meses que antecederam o diagnóstico, igual a $599,29\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{mês}$ ($27,24\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$), com desvio padrão de $185,26\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{mês}$ ($8,42\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$), o que resulta numa faixa de 414,03 a $784,55\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{mês}$ ($18,82$ a $35,66\text{L}/\text{aluno} \cdot \text{dia}$). Assim, conforme colocado anteriormente, para a avaliação do indicador de consumo histórico, serão considerados os doze meses que antecederam a data do diagnóstico do consumo, desconsiderando-se os meses de férias e aqueles que estejam fora da média

dos doze valores em análise +/- duas vezes o desvio-padrão. Disso resultou um indicador de consumo médio de 518,70L/aluno*mês, ou, 23,6L/aluno*dia.

O agente consumidor considerado por diferentes autores para as duas tipologias de escola consideradas nessa avaliação é variável. A Tabela 4.44 apresenta o Indicador de consumo (IC) e o Consumo médio estimado (CMe) recomendados por diferentes fontes nacionais. A coluna “Estudo” corresponde aos dados obtidos no presente trabalho para o período histórico de cada escola.

Ressalta-se que os dados apresentados no **Anexo F** (46,6L/aluno*dia para a CEMEI 31 e 23,7L/aluno*dia para a EMEF 71) são um pouco diferenciados dos constantes na referida tabela porque estes foram obtidos a partir das contas de água no período histórico e aqueles consideram os valores obtidos no monitoramento remoto do consumo, após a realização do diagnóstico da edificação, porém antes de qualquer ação no sentido de reduzir o consumo.

Tabela 4.44: Índices de consumo de água para edifícios escolares.

Tipologia	IC	CMe	Estudo
Escolas, internatos e creches	100L/pessoa*dia FONTE: DMAE PA (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)	----	43L/pessoa*dia⁽¹⁾
Creches	35L/pessoa*dia⁽²⁾	(3,8*Nº. de func.+10) m³ FONTE: Berenhauser; Pulici <i>apud</i> Oliveira (1999)	
Escolas (de um turno)	10 a 30L/aluno*dia FONTE: Melo e Netto (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)	----	23,6L/aluno*dia⁽³⁾ 22,19L/pessoa*dia⁽⁴⁾
Escolas, externatos	50L/aluno*dia FONTE: Macintyre (1982) <i>apud</i> Tomaz (2000)	----	
Escolas, externatos	50L/pessoa*dia FONTE: DMAE PA (1988) <i>apud</i> Tomaz (2000)	----	
Escolas, externatos	50L/pessoa*dia FONTE: SABESP (1983) <i>apud</i> Tomaz (2000)	----	

NOTAS: ⁽¹⁾ consumo médio histórico da escola CEMEI 31 dividido pelo nº. total de usuários (Tabela 4.43) e por 22 dias úteis.

⁽²⁾ substituição dos dados da escola CEMEI 31 na equação proposta, dividido pelo nº. total de usuários e por 22 dias úteis.

⁽³⁾ indicador de consumo médio histórico da escola EMEF 71 dividido por 22 dias úteis

⁽⁴⁾ índice consumo médio histórico da escola EMEF 71 dividido 22 dias úteis.

A partir dos dados apresentados na tabela anterior e do levantamento da condição de operação dos pontos de consumo, podem ser estimados outros indicadores, tais como o índice de perdas por vazamentos, ou seja, a relação entre o volume estimado perdido em vazamentos, em um determinado período de tempo, e o consumo total da edificação nesse mesmo período.

Para a estimativa do volume perdido nos vazamentos, podem ser efetuadas medições diretas ou então ser adotados valores constantes na bibliografia, tais como os apresentados por Oliveira (1999) e Fujimoto, Nunes e Ilha (2002). Esses valores, para as escolas em estudo nesse trabalho, podem ser encontrados em Araújo (2004).

Assim, de posse dos indicadores de consumo histórico (consumo médio mensal, indicador de consumo médio histórico; volume estimado perdido em vazamentos, etc.), pode ser estimado o indicador de consumo sem vazamentos, o qual será empregado para a avaliação do impacto de redução obtido com a instalação de tecnologias economizadoras, conforme será detalhado no capítulo seguinte.

5. AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS NOS PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA

Conforme apresentado na revisão bibliográfica, o consumo de água em uma edificação apresenta uma parcela correspondente ao uso propriamente dito e outra referente ao desperdício, sendo este último causado pelos vazamentos ou pelo mau uso desse insumo.

Para a decisão de que tecnologias instalar, é necessário, de um lado, o diagnóstico do consumo de água, identificando os pontos onde, pela frequência de uso e/ou volumes/vazões envolvidas, o consumo é significativo. A metodologia a ser empregada pode ser a desenvolvida no capítulo anterior, e também os respectivos custos, de forma a obter uma relação custo-benefício adequada aos interesses da organização que, nesse caso, pode ser a diretoria da escola, a Secretaria de Educação, ou outro agente responsável pela gestão do consumo de água nas escolas públicas.

Nesse sentido, esse capítulo apresenta inicialmente as tecnologias economizadoras disponíveis no mercado nacional passíveis de instalação nos pontos de consumo de água de escolas públicas e, na sequência, um método para a avaliação econômica da instalação dos referidos componentes. Por fim, a exemplo do capítulo anterior, é apresentado um exemplo de aplicação do método proposto.

Ressalta-se que, apesar do objeto da avaliação econômica ser esse, o método apresentado pode ser utilizado para qualquer outra ação isolada ou conjunto de ações relacionadas com a economia de água em edifícios.

5.1 SELEÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS PARA PONTOS DE CONSUMO DE ÁGUA EM ESCOLAS

Para a seleção das tecnologias economizadoras, no presente trabalho, foram efetuadas consultas a documentos técnicos e fabricantes, tanto através dos catálogos de produtos como através de contatos verbais com responsáveis pela área de assistência técnica de dois dos maiores fabricantes de metais e louças sanitárias do país, de modo a identificar características particulares de equipamentos em estudo.

Tendo em vista os critérios propostos pelos autores citados na revisão bibliográfica e a tipologia em questão, em termos da avaliação da forma como as atividades relacionadas com o uso da água são realizadas, foi elaborada uma lista de tecnologias passíveis de instalação nos pontos de consumo de edificações escolares, a qual se encontra reproduzida na Tabela 5.1.

Tabela 5.1: Tecnologias economizadoras para aparelhos/equipamentos sanitários nas escolas selecionadas.

Aparelho/Equipamento Sanitário	Tecnologia Economizadora
Bacia sanitária do banheiro de alunos	Bacia sanitária com volume de descarga reduzido (VDR), quando possível, substituir a válvula descarga e utilizar equipamento antivandalismo.
Bacia sanitária de banheiro de funcionários	
Chuveiro	Restritor de vazão (quando necessário).
Torneira de lavatório de banheiro de alunos e funcionários	Torneira hidromecânica, quando possível, utilizar equipamento antivandalismo.
Torneira de lavatório tipo calha	
Válvula para mictório individual	Válvula hidromecânica, quando possível, utilizar equipamento antivandalismo.
Válvula para mictório tipo calha	
Torneira de água fria para pia de cozinha	Torneira com arejador e/ou restritor de vazão,
Torneira de água fria para tanque de cozinha	Torneira com arejador e/ou restritor de vazão.
Torneira de tanque ^(*)	
Tanque de banho de bebês	Ducha/torneira com arejador e/ou restritor de vazão (quando necessário).
Torneira de uso geral (interna)	Torneiras com arejador e/ou de acionamento restrito.
Torneira de jardim, horta, uso geral (ext.)	Torneira com arejador e/ou de acionamento restrito.

^(*) quando as torneiras de tanque são utilizadas para encher baldes, o dispositivo economizador poderá ser removido pelo usuário, tendo em vista que o seu emprego aumentará o tempo de enchimento do recipiente.

Nas pias de cozinha, também podem ser empregados, além dos arejadores, determinados tipos de dispositivos que facilitam a realização das atividades, tais como dispersores do jato (ex. “chuveirinho”), e/ou permitem o fechamento sem o auxílio das mãos (torneiras de alavanca).

É importante observar que torneiras que atendam aparelhos com volume fixo de água, tais como a da máquina de lavar roupas, o emprego de restritor de vazão e/ou arejador provavelmente aumentará o tempo para enchimento do equipamento, o que, por sua vez, atrapalhará o rápido desenvolvimento da atividade e, com isso, possivelmente, o dispositivo economizador será removido pelo usuário.

A partir da seleção de tecnologias efetuada nesse item, a qual deve ser adaptada a cada escola em estudo, tendo em vista os hábitos dos usuários, apresenta-se na seqüência um método para a avaliação econômica da instalação desses componentes, visando a utilização tanto para a tomada de decisão (estimativa da economia advinda dessa ação) como para a avaliação da economia obtida após as intervenções necessárias para a sua implementação.

5.2 MÉTODO PARA AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE TECNOLOGIAS ECONOMIZADORAS

André e Pelin (1998) apresentam diretrizes para a avaliação econômica das alternativas de redução do consumo de água residencial para fins de higiene pessoal, no DTA – B1 (Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial), as quais foram adotadas como base para a definição das etapas para avaliação econômica da instalação de tecnologias economizadoras de água propostas nesse trabalho.

Segundo os referidos autores, o consumo residencial de água pode variar, entre outros fatores, devido ao hábito de consumo dos residentes, a tarifa cobrada e a renda familiar. E, para o seu uso para fins de higiene pessoal, outro fator a ser considerado é a pressão hidráulica no ponto de consumo, que, dependendo do tempo, da frequência e do grau de abertura do ponto acarretará em volumes bastante diferenciados.

No ambiente escolar, contudo, a conta de água não é paga diretamente pelo usuário, ou seja, a motivação financeira provavelmente não é o fator mais relevante para esses usuários. Assim é de vital importância, nessa tipologia de edificação, a realização de campanhas de sensibilização para o uso racional desse insumo, a qual pode ser acompanhada da instalação de tecnologias economizadoras, onde o consumo de água pode ser reduzido independentemente da disposição dos usuários em mudar espontaneamente o seu comportamento.

Além disso, conforme atestam diferentes autores, é grande o índice de patologias nos sistemas prediais de água de escolas públicas. Exemplos a serem citados são os estudos desenvolvidos por Oliveira (1999), Scherer (2003) e Araújo (2004), comentados na revisão bibliográfica sendo, portanto, imprescindível, antes de qualquer ação, a correção de vazamentos e a implementação de programas de manutenção preventiva.

Inserido nesse contexto, torna-se necessário definir os pontos que devem ser priorizados para a redução do consumo, que traduzem maiores economias e quais, sob o ponto de vista financeiro, apresentam melhores resultados, atividades essas que se constituem nas etapas do método de avaliação proposto nesse trabalho, quais sejam:

- determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo;
- estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras;
- simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo;

- simulação das despesas;
- estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores;
- simulação dos fluxos de caixa; e,
- escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica.

Ressalta-se novamente que o método proposto pode ser aplicado tanto para a tomada de decisão como para a avaliação do impacto de redução obtido, sendo necessário para tanto apenas algumas adaptações. Esse, porém, não é o escopo do presente trabalho, tendo em vista que nenhuma intervenção foi realizada nas escolas investigadas. Assim, a descrição das etapas do método efetuada na sequência considera apenas o seu emprego para a tomada de decisão.

5.2.1 Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo

A partir do levantamento dos pontos de consumo, da caracterização das atividades realizadas, das tecnologias disponíveis no mercado, procede-se a escolha, sob o ponto de vista técnico, das opções de intervenção a serem analisadas. Algumas considerações foram citadas anteriormente bem como possibilidades de tecnologias a serem implementadas nessa tipologia de edificação.

5.2.2 Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras

Para elaboração da análise econômica, é necessário estimar os valores do consumo dos aparelhos instalados (convencionais) e do consumo após a instalação das tecnologias economizadoras.

Os valores do consumo dos equipamentos instalados podem ser determinados a partir da setorização (individualização) do consumo de cada componente ou estimados, a partir do levantamento *in loco*, conforme a metodologia apresentada anteriormente para determinação do dia típico de consumo. Tendo em vista que ambas as opções citadas envolvem algum levantamento adicional, o qual pode não ser facilmente realizado, alternativamente pode ser considerado o consumo histórico da edificação para fins comparativos, conforme explicitado no capítulo anterior.

Por sua vez, o consumo de água dos equipamentos economizadores pode ser estimado a partir de documentos e trabalhos técnicos, além de consulta a especialistas no assunto em questão. Assim, pode-se, a partir dos dados levantados e do comportamento dos usuários da edificação, estimar a redução no consumo total da edificação a ser alcançado com as intervenções analisadas e, conseqüentemente os valores economizados (receitas).

5.2.3 Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo

Segundo André e Pelin (1998), a estrutura de preços cobrados pelo uso da água, no Brasil, é dada por uma coleção de preços marginais, a qual pode ser generalizada conforme apresentado na Tabela 5.2.

Tabela 5.2: Estrutura tarifária da água, no Brasil.

Valor do Consumo Q ($m^3/mês$)	Aplicar
Até Q_0 (qualquer que seja Q)	Valor fixo Z_0 (R\$)
Se $Q > Q_0$, ao $\min(Q - Q_0; Q_1 - Q_0)$	Preço unitário P_1 (R\$ / m^3)
Se $Q > Q_1$, ao $\min(Q - Q_1; Q_2 - Q_1)$	Preço unitário P_2 (R\$ / m^3)
Se $Q > Q_2$, a $(Q - Q_2)$	Preço unitário P_3 (R\$ / m^3)

FONTE: André e Pelin (1998).

Onde:

- Q_i : Limites dos intervalos de consumo em $m^3/mês$;
- Z_0 : Valor fixo em reais, pago pelo consumidor nos primeiros Q_0 m^3 consumidos ou não no mês; e,
- P_i : Preços em R\$ / m^3 cobrados pelo volume correspondente na faixa de preço unitário ou “marginal”.

Dessa forma, se o consumo de uma edificação for Q $m^3/mês$, onde esse valor encontra-se entre Q_1 e Q_2 , o valor da conta de água **$Da(Q)$** será dado por:

$$Da(Q) = Z_0 + (Q_1 - Q_0) \cdot \Pi_1 + (Q - Q_1) \cdot \Pi_2 \quad [5.1]$$

No caso da edificação utilizar-se da rede coletora de esgotos, esse valor deverá ser acrescido do fator de esgoto **E** , que varia de 0 a 1, ou seja, o valor final da conta de água e esgoto **$Dae(Q)$** será:

$$Dae(Q) = Da(Q) \cdot (1 + E) \quad [5.2]$$

Dessa forma, nas simulações para as conta de água, deve-se considerar o fator de esgoto (usualmente com valor igual a 1), tendo em vista que, ao se reduzir o volume de água consumido, reduz-se também a conta de esgoto.

5.2.4 Simulação das despesas

As despesas a serem consideradas incluem todos os investimentos necessários para a instalação das tecnologias, materiais e mão-de-obra, de acordo com as intervenções escolhidas. Pode-se também considerar os custos com a manutenção dos pontos de consumo que forem de maior valor que os equipamentos convencionais.

Desta maneira, os gastos variam de acordo com os sistemas em estudo, que podem ser desde simples intervenções, como a toca de uma torneira, a outras que necessitem de quebra de paredes e azulejos para a sua instalação, como troca da válvula de descarga.

Recomenda-se a cotação dos valores dos materiais em, pelo menos, três lojas de materiais de construção, adotando-se o valor médio para os cálculos a serem efetuados. Evidentemente, a quantidade dos materiais a serem adquiridos pode implicar em descontos adicionais, tornando menor o investimento a ser realizado.

Quanto à cotação da mão-de-obra, caso a mesma não seja interna à organização, pode ser efetuada consulta a uma ou mais empresas que atuam no setor.

5.2.5 Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores

A estimativa da vida útil dos equipamentos visa determinar o número de entradas (receitas) e/ou saídas (despesas) no fluxo de caixa, visto que a tecnologia a ser implementada gera reduções até um determinado período depois de efetuada a instalação.

Para fins desse trabalho, a vida útil é considerada como sendo o período em que o equipamento funciona em perfeitas condições, sem a necessidade de grandes reparos⁴. Existem recomendações na bibliografia para a consideração de um período de 10 anos para a vida útil das tecnologias economizadoras instaladas em edifícios residenciais, onde o uso não é intensivo (André e Pelin, 1998), porém, não foram encontradas referências para a consideração dessa variável em edificações de uso

4 Podendo haver pequenos reparos, tais como: regulagem de válvulas, limpeza de filtros e troca de vedante.

público, sujeitas não somente a um uso intensivo, mas também a vandalismo, como é o caso das escolas analisadas no presente estudo.

Os equipamentos hidromecânicos, expostos a condições normais, devem ser submetidos a 100.000 ciclos de funcionamento sem apresentar alterações em suas características de funcionamento, de acordo com a NBR 13713/96 - Aparelhos hidráulicos acionados manualmente, com ciclo de fechamento automático (ABNT, 1996).

De sua vez, o prazo de garantia contra defeito de fabricação, fornecido por alguns fabricantes desses componentes, é de 5 anos.

A partir disso, propõe-se a consideração de uma vida útil dos equipamentos igual a 24 meses (2 anos) para as tecnologias economizadoras e 60 meses (5 anos) para os que possuem acabamento antivandalismo. Vale ressaltar, contudo, que do ponto de vista do método proposto, caso a vida útil seja maior, isso irá se converter em uma vantagem financeira para o investimento efetuado.

5.2.6 Simulação dos fluxos de caixas

De acordo com Hirschfeld (2000), **fluxo de caixa** é a apreciação das contribuições monetárias ao longo do tempo, podendo ser representado de forma analítica ou gráfica. Alguns autores, para caracterizar essa movimentação financeira, adotam que as entradas de dinheiro terão sinal positivo e as saídas, negativo.

Rocha Lima Jr. (1995) sugere que em cenários de alta inflação, seja adotado o uso de moeda forte para composição do fluxo de caixa, para que não haja excesso de segurança, o que pode fornecer ao decisor uma imagem incorreta sobre a qualidade do investimento analisado.

De posse das reduções do consumo esperadas, ou seja, dos valores economizados (receitas) e do custo para cada alternativa em estudo (despesas) pode-se então fazer a simulação do fluxo de caixa para cálculo dos indicadores que serão utilizados na análise de viabilidade.

5.2.7 Escolha e cálculo dos indicadores de qualidade econômica

Conforme apresentado na revisão bibliográfica, existem vários indicadores para a análise da viabilidade de um projeto. De acordo com Contador (2000), recomenda-se a utilização dos seguintes indicadores, já definidos no capítulo 3:

- Retorno de investimentos (*payback*);
- Valor presente líquido (VPL);
- Valor presente líquido unitário (VPLU);
- Taxa interna de retorno (TIR); e,
- Benefício-custo.

Os métodos para o cálculo desses indicadores encontram-se na bibliografia consultada: Contador (2000), Hirschfeld (2000) e Rocha Lima Jr. (1993). Vale comentar que planilhas eletrônicas possuem funções para o cálculo da TIR e VPL.

Principalmente, no caso do método do benefício-custo, é importante ressaltar que, os valores dos benefícios intangíveis, tais como: conservação de água, sensibilização dos usuários, conforto, higiene etc. não foram considerados para o cálculo dos indicadores, tendo em vista a difícil mensuração monetária destes valores.

Cabe ao investidor, quem paga ou quem decide sobre a utilização do capital, definir quais os critérios de decisão de viabilidade do empreendimento: taxas de atratividade e desconto mínimas, período máximo para a recuperação do investimento, quantia máxima a ser investida, entre outros.

Conforme citado no início desse capítulo, na tipologia em questão, o “investidor” pode ser a diretoria da escola, a Secretaria de Educação, ou outro agente responsável pela gestão das escolas públicas, salvaguardando os interesses do contribuinte, do pagador de impostos.

5.3 APLICAÇÃO DO MÉTODO PROPOSTO

Para aplicação do método proposto, optou-se pela seleção da tipologia EMEF, que atende alunos de 7 a 14 anos. Isso porque é a única, dentre as tipologias básicas existentes na rede municipal de Campinas, em que os próprios alunos utilizam os banheiros (e não somente os funcionários e/ou com a sua supervisão, como é o caso das escolas de ensino infantil, tendo em vista a idade dos alunos). As escolas estaduais não foram contempladas no estudo de caso porque o sistema de monitoramento remoto do consumo, o qual permite uma avaliação mais precisa dos volumes consumidos do que somente a análise da conta mensal de água, foi implementada apenas nas unidades municipais.

Assim, foi selecionada a escola EMEF 71 para a aplicação do método, sendo que as etapas desenvolvidas no estudo de caso em questão são apresentadas na seqüência. Alguns dados relativos a essa escola foram apresentados ao longo do capítulo anterior, sendo que informações complementares constam no **Anexo H**.

5.3.1 Determinação das possibilidades de intervenções nos pontos de consumo

A partir das observações e análises das atividades realizadas na escola, das tecnologias disponíveis no mercado nacional e dos critérios recomendados na bibliografia para a escolha desses componentes (Capítulo 4), foram selecionadas as intervenções em cada ponto de consumo da EMEF 71, as quais se encontram listadas na Tabela 5.3.

Tabela 5.3: Intervenções propostas por ponto de consumo – **EMEF 71**.

Ponto de consumo	Intervenção	
Bacia sanitária com válvula de descarga	I.1	Substituição da válvula de descarga e substituição por bacia VDR
	I.2	Substituição por válvula de descarga com acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR
	I.3	Substituição por bacia VDR
	I.4	Substituição do acabamento por antivandalismo e substituição por bacia VDR
Bacia sanitária com válvula de descarga - portador de necessidades especiais	I.5	Substituição do acabamento da válvula de descarga pelo modelo para portador de necessidades especiais
Lavatório individual	I.6	Substituição por torneira hidromecânica de bancada
	I.7	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo
Lavatório tipo calha	I.8	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo
	I.9	Substituição por torneira hidromecânica de parede
Mictório tipo calha	I.10	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica para mictório
	I.11	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica antivandalismo para mictório
Pia de cozinha	I.12	Substituição por torneira de pia de parede com arejador
	I.13	Substituição por torneira de cotovelo de pia de parede com arejador
Tanque de cozinha	I.14	Substituição por torneira de pia de parede com arejador
Tanque externo	I.15	Substituição por torneira com arejador
Torneira de lavagem externa	I.16	Substituição por torneira de acesso restrito com rosca

Para o estudo em questão, valem os seguintes aspectos:

- dentro de um ambiente, a substituição, e conseqüentemente a análise, será separada por tipo de equipamento (lavatório, bacia sanitária etc.);
- será considerada a troca de todos os equipamentos similares dentro de um mesmo ambiente, para que o uso do equipamento economizador não seja evitado pelos usuários que prefiram a tecnologia convencional; e,
- será considerada a troca dos equipamentos em ambientes equivalentes; por exemplo, a substituição prevista no banheiro dos alunos do sexo masculino será também efetuada no das alunas, para que não haja distinção e/ou privilégios.

5.3.2 Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras

Conforme já apresentado, o valor médio do consumo a ser considerado pode ser obtido a partir do diagnóstico da edificação ou então, do consumo histórico, sendo que as metodologias a serem utilizadas para uma ou outra opção foram apresentadas no capítulo anterior.

5.3.3 Diagnóstico do consumo atual

Na Tabela 5.4 é apresentada a estimativa dos volumes médios envolvidos no uso dos diferentes pontos de consumo de água existentes na escola em análise e a sua representatividade no consumo total da escola, determinada através do cômputo da intensidade de utilização e duração dos usos, conforme metodologia apresentada no capítulo 4, item 4.3.2.

Tabela 5.4: Estimativa dos volumes médios envolvidos no uso dos diferentes pontos de consumo – dia típico – **EMEF 71**.

AMBIENTE	APARELHO	VOLUME (LITROS)	% DO CONSUMO DIÁRIO
BANHEIRO Alunos	Lavatório calha	224	1,7
	Bacia sanitária com válvula	1.438	10,9
	Mictório tipo calha	4.752	35,9
	Chuveiro (sem uso)	---	---
BANHEIRO Alunas	Lavatório calha	161	1,2
	Bacia sanitária com válvula	3.610	27,3
	Chuveiro (sem uso)	---	---
BANHEIRO Funcionários	Lavatório	9	0,1
	Bacia sanitária com válvula	12	1,3
BANHEIRO professoras e funcionárias	Lavatório	73	0,6
	Bacia sanitária com válvula	936	7,1
COZINHA	Pia	1.302	9,8
	Tanque	83	0,6
ÁREA EXTERNA	Tanque	41	0,3
	Torneira de lavagem	39	0,3
	Lavatório calha	398	3,0
REFEITÓRIO	Bebedouro elétrico (removido)	---	---
Total		13.238	100

Verifica-se, da tabela anterior, que os banheiros de alunos são os ambientes responsáveis pelos maiores consumos de água. O segundo ambiente maior consumidor é a cozinha. Assim, os mesmos poderiam ser priorizados para a instalação de tecnologias economizadoras. Porém, tendo em vista que se trata de um estudo de caso, onde é interessante avaliar todas as situações possíveis, optou-se por considerar a instalação de tecnologias economizadoras não somente nesses, mas também nos demais ambientes da escola em questão.

Considerando-se os valores constantes na tabela anterior e os apresentados na análise de variância constante no **Anexo F** para a escola EMEF 71, ou seja, 13.865L/dia (23,7L/aluno*dia * 585 alunos) e o valor estimado pedido em vazamentos obtido no levantamento de patologias, de 1.980:L/mês (66L/dia), verifica-se uma

diferença de 561L/dia, que se deve à variabilidade existente entre o consumo de cada dia da semana, às variações das perdas por vazamentos (pontos com patologia: uma torneira de lavatório individual, quatro torneiras de lavatório tipo calha e um registro de mictório tipo calha), e também ao erro associado à estimativa do dia típico.

A Tabela 5.5 apresenta um resumo das reduções estimadas por tipo de ponto de consumo em cada ambiente. O detalhamento das considerações efetuadas e os valores adotados se encontram no **Anexo I**.

Tabela 5.5: Estimativa da redução do consumo com a instalação das tecnologias economizadoras – **EMEF 71**.

Ambiente	Aparelho	Consumo atual estimado (litros)	Consumo estimado após troca (litros)	Redução estimada no ponto de consumo (%)	Redução estimada no consumo total (%)
BANHEIRO - alunos	Lavatório calha	224,0	175,2	21,8	0,4
	Bacia sanitária com válvula	1.438,0	794,2	44,8	4,9
	Mictório tipo calha	4.752,0 ^(*)	262,8	94,5	33,9
	Chuveiro (sem uso)	---	---	---	---
BANHEIRO - alunas	Lavatório calha	161,0	205,1	-27,4	-0,3 ^(**)
	Bacia sanitária com válvula	3.610,0	1.992,4	44,8	12,2
	Chuveiro (sem uso)	---	---	---	---
BANHEIRO - funcionários	Lavatório	9,0	11,2	-24,4	0,0
	Bacia sanitária com válvula	172,0	95,2	44,7	0,6
BANHEIRO - professoras e funcionárias	Lavatório	73,0	60,8	16,7	0,1
	Bacia sanitária com válvula	936,0	516,8	44,8	3,2
COZINHA	Pia	1.302,0	1.236,9	5,0	0,5
	Tanque	83,0	78,9	5,0	0,0
ÁREA EXTERNA	Tanque	41,0	41,0	0,0	0,0
	Torneira de lavagem	39,0	39,0	0,0	0,0
	Lavatório calha	398,0	526,5	-32,3	-1,0 ^(**)
REFEITÓRIO	Bebedouro elétrico (removido)	---	---	---	---
TOTAL	---	13.238	6.036	---	----

NOTAS: ^(*) o registro do mictório é mantido permanentemente aberto durante o período de funcionamento da escola.

^(**) os valores negativos se devem ao fato de que o consumo médio estimado, antes da troca das torneiras, é inferior ao padronizado para as tecnologias economizadoras.

A instalação das tecnologias economizadoras, no caso dos pontos com vazamentos acarretará, além de uma redução pela eliminação do mesmo, uma economia adicional, caso o padrão de consumo após a referida instalação seja tal que os volumes utilizados sejam menores do que com o componente convencional. Dessa maneira, deveria ser computado, na estimativa do consumo atual, o volume perdido em vazamentos. Porém, para o presente trabalho essa parcela foi desprezada, tendo em vista a sua pequena magnitude (66L perdidos em vazamentos para um consumo diário estimado de 13.799 L). Assim, o impacto de redução estimado no consumo total de água é igual a 54,5%.

O indicador de consumo histórico médio desta escola (com os vazamentos) é de 23,7 litros/aluno*dia. Multiplicando-se por um total de 585 alunos e 22 dias úteis no mês, resulta em 305.019 litros (305m^3). Com a redução estimada, o consumo mensal passaria a ser 139m^3 .

5.3.4 Simulação dos valores das contas de água e das receitas a partir das reduções de consumo

Para o cálculo da tarifa, foram considerados os valores aplicados pela Sociedade de Abastecimento de Água e Saneamento S/A (SANASA), em 23 de julho de 2004, para a categoria pública, os quais são reproduzidos na Tabela 5.6.

Assim, conforme como já descrito anteriormente, as tarifas de água são cobradas de acordo com a faixa de consumo. O valor mínimo aplicado para a determinação da fatura de água em edifícios classificados na categoria pública, na cidade de Campinas, é de R\$ 11,71, para até $10\text{m}^3/\text{mês}$. As tarifas para consumos superiores a 10m^3 são calculadas de modo escalonado, deduzindo-se uma parcela correspondente. E, por fim, o valor é multiplicado por dois (fator de água e esgoto), considerando-se a cobrança pelos serviços de água e esgoto. Vale comentar que a parcela a deduzir refere-se a um ajuste para facilitar o cálculo do valor da conta.

Tabela 5.6: Valores aplicados para determinação da fatura de água em edifícios de categoria pública na cidade de Campinas.

Consumo (m ³)	Tarifas (R\$)	Parcelas a deduzir (R\$)
De 0 até 10m ³ /mês	11,71	0,00
11 a 20 m ³	2,07	8,99
21 a 30 m ³	3,80	43,59
31 a 40 m ³	4,18	54,99
41 a 50 m ³	4,68	74,99
51 a 80 m ³	7,12	196,99
Acima de 80 m ³ / mês	9,39	378,59

FONTE: Adaptado de SANASA (2005).

Dessa maneira, para o cálculo da fatura de água, toma-se o valor consumido, verifica-se a faixa de consumo, multiplica-se o valor consumido pela tarifa em reais (R\$); descontando-se do valor obtido a parcela referente à faixa de consumo considerada. Por exemplo, no caso da EMEF 71, que possui um consumo estimado mensal de 305 m³, tem-se:

$$305\text{m}^3 \times \text{R\$ } 9,39 = \text{R\$ } 2.863,95$$

$$\text{R\$ } 2.863,95 - \text{R\$ } 378,59 \text{ (parcela a deduzir)} = \text{R\$ } 2.485,36$$

Como os serviços de afastamento e coleta de esgoto são tarifados na mesma proporção que o serviço de abastecimento de água, o valor cobrado é de **R\$ 4.970,72**.

5.3.5 Simulação das despesas

Conforme apresentado, as despesas consideradas devem incluir todos os investimentos necessários para a instalação das tecnologias de acordo com as intervenções em análise. As despesas de manutenção dos pontos de consumo convencionais foram assumidas iguais às despesas de manutenção dos aparelhos com dispositivos economizadores e, portanto, excluídas da análise.

Para a realização do orçamento estimativo das modificações a serem realizadas na EMEF 71, primeiramente foram listadas as principais intervenções nos pontos, as peças a serem substituídas e os materiais auxiliares. A partir da lista de materiais, foi efetuada inicialmente a cotação dos valores dos mesmos em três lojas de materiais de construção da cidade de Campinas, de modo a utilizar os valores médios encontrados.

Porém, devido a grande dificuldade de se encontrar todos os itens em cada loja consultada, principalmente as peças de acabamento para uso público/antivandalismo, as quais, em alguns casos, somente são vendidas sob encomenda, mais três estabelecimentos foram consultados, de modo a se ter três cotações para cada um dos itens, sendo que um destes estabelecimentos está localizado na cidade de São Paulo. Conforme já destacado, o valor das peças utilizado neste orçamento corresponde à média dos preços cotados, os quais são apresentados no **Anexo J**.

Paralelamente à cotação dos materiais, foi efetuada uma consulta a uma empreiteira de Campinas para a cotação do valor da mão-de-obra necessária para cada intervenção.

Para a obtenção do preço final, foi considerado mais 20% sobre o total obtido com material e mão-de-obra, por conta de materiais não relacionados, necessários às intervenções, tais como azulejos, massa de vedação, vedante, conexões, cimento, areia, cola etc. Ainda sobre esse valor, foi considerado mais 35% de BDI (Benefícios e Despesas Indiretas), conforme recomendação da empreiteira, para a composição do orçamento estimativo. Os valores obtidos por intervenção são apresentados no **Anexo K**.

A partir das alternativas propostas, as intervenções podem ser divididas em dois grandes grupos: **tecnologias economizadoras** e **tecnologias economizadoras antivandalismo**. Os valores orçados para cada uma das intervenções são apresentados na Tabela 5.7 e na Tabela 5.8.

Tabela 5.7: Preços das intervenções – **Tecnologias economizadoras** e demais componentes.

Ambiente	Ponto de consumo/ equipamento	Quant	Tecnologias economizadoras			
			Intervenção		Preço unitário (R\$)	Preço final (R\$)
Área Externa ¹	Lavatório tipo Calha	3	I.7	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	R\$ 546,67	R\$ 1.640,01
	Tanque	1	I.15	Substituição por torneira com arejador	R\$ 97,70	R\$ 97,70
	Torneira de Lavagem	2	I.16	Substituição por torneira de acesso restrito com rosca	R\$ 68,36	R\$ 136,72
Banheiro de Alunos (feminino e masculino)	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	4	I.1	Substituição da válvula de descarga e substituição por bacia VDR	R\$ 399,22	R\$ 1.596,88
	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga - portador de necessidades especiais	2	---	---	---	---
	Chuveiro	2	---	---	---	---
	Lavatório tipo Calha	7	I.9	Substituição por torneira hidromecânica de parede	R\$ 298,18	R\$ 2.087,26
	Mictório Tipo Calha	2	I.10	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica para mictório	R\$ 741,09	R\$ 1.482,18
Banheiro de funcionários (feminino e masculino)	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	2	I.3	Substituição por bacia VDR	R\$ 199,71	R\$ 399,42
	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	1	I.1	Substituição da válvula de descarga e substituição por bacia VDR	R\$ 399,22	R\$ 399,22
	Lavatório	2	I.6	Substituição por torneira hidromecânica de bancada	R\$ 292,25	R\$ 584,50
	Chuveiro	1	---	---	---	---
Cozinha	Pia de Cozinha	2	I.12	Substituição por torneira de pia de parede com arejador	R\$ 174,33	R\$ 348,66
	Tanque	1	I.14	Substituição por torneira de pia de parede com arejador	R\$ 174,33	R\$ 174,33
					TOTAL:	R\$ 8.946,88

Tabela 5.8: Preços das intervenções – **Tecnologias economizadoras antivandalismo** e demais componentes.

Ambiente	Ponto de consumo/ equipamento	Quant	Grupo com tecnologia economizadora antivandalismo			
			Intervenção		Preço unitário (R\$)	Preço final (R\$)
Área Externa	Lavatório tipo Calha	3	I.7	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	R\$ 546,67	R\$ 1.640,01
	Tanque	1	I.15	Substituição por torneira com arejador	R\$ 97,70	R\$ 97,70
	Torneira de Lavagem	2	I.16	Substituição por torneira de acesso restrito c/ rosca	R\$ 68,36	R\$ 136,72
Banheiro de Alunos (feminino e masculino)	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	4	I.2	Substituição por válvula de descarga com acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR	R\$ 526,53	R\$ 2.106,12
	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga - portador de nec. especiais	2	I.5	Substituição do acabamento da válvula de descarga pelo modelo para portador de necessidades especiais	R\$ 529,82	R\$ 1.059,64
	Chuveiro	2	--	---	---	---
	Lavatório tipo Calha	7	I.8	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	R\$ 546,67	R\$ 3.826,69
	Mictório Tipo Calha	2	I.11	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica antivandalismo para mictório.	R\$ 890,68	R\$ 1.781,36
Banheiro de funcionários (feminino e masculino)	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	2	I.4	Substituição do acabamento por antivandalismo e substituição por bacia VDR	R\$ 399,95	R\$ 799,90
	Bacia Sanitária com Válvula de Descarga	1	I.2	Substituição por válvula de descarga com acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR	R\$ 526,53	R\$ 526,53
	Lavatório	2	I.7	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	R\$ 546,67	R\$ 1.093,34
	Chuveiro	1	--	---	---	---
Cozinha	Pia de Cozinha	2	I.13	Substituição por torneira de cotovelo de pia de parede com arejador	R\$ 200,23	R\$ 400,46
	Tanque	1	I.14	Substituição por torneira de pia de parede com arejador	R\$ 174,33	R\$ 174,33
TOTAL:					R\$ 13.642,80	

NOTA: nem todas as intervenções listadas são com tecnologias antivandalismo, sendo a configuração, porém, sempre que possível, composta por esse tipo de equipamento.

5.3.6 Estimativa da vida útil dos dispositivos economizadores

Conforme destacado anteriormente, a vida útil é definida como o período em que o equipamento funciona em perfeitas condições, sem a necessidade de grandes reparos, sendo adotados os seguintes valores para os equipamentos instalados em escolas públicas: 24 meses (2 anos) para as **tecnologias economizadoras** e 60 meses (5 anos) para as **tecnologias economizadoras com acabamento antivandalismo**.

5.3.7 Simulação dos fluxos de caixa e cálculo dos indicadores econômicos

Os indicadores econômicos foram calculados considerando-se os seguintes períodos: 12; 24; 60 e 120 meses. O orçamento previsto inclui somente a troca dos equipamentos citados. Vale comentar que manutenções periódicas não foram consideradas.

Para o cálculo dos indicadores selecionados (retorno de investimentos – **payback atualizado**; Valor presente líquido – **VPL**; Valor presente líquido unitário – **VPLU**, Taxa interna de retorno – **TIR** e Benefício-custo – **B/C**), foi considerada uma taxa de desconto (ou taxa de atratividade) igual a 1,5% a.m., que é aproximadamente a taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia), que é uma taxa de juros nominal, ou seja, é composta por uma parcela referente à taxa de juros reais e outra devido à inflação no período considerado. No **Anexo L** são apresentados, além da definição dessa taxa, os valores dos últimos 12 meses, de acordo com Banco Central do Brasil (2005). Podem ser adotadas também outras taxas de investimento, conforme a política financeira adotada pelo tomador de decisão. No **Anexo M** são apresentados os rendimentos da poupança do ano base de 2004 (IPEADATA, 2005), sendo a média de 0,6525% a.m.

Com relação à construção dos fluxos de caixa, considerou-se que o mês “um” refere-se a janeiro, pois as reformas nas escolas usualmente ocorrem em períodos de recesso escolar. Não foram consideradas reduções nos primeiros 3 meses: **janeiro**, por ser o mês de férias e da instalação dos equipamentos; **fevereiro**, porque é o mês de início das aulas e possui um menor número de dias letivos e **março**, esperando-se que o usuário necessite de um período de tempo para se adaptar aos novos equipamentos.

Assim, considerando todas as intervenções propostas, com e sem tecnologias antivandalismo, foram elaborados três cenários para avaliação, quais sejam:

- **Cenário A:** consumo e redução (receita) constante a partir do 4º mês;
- **Cenário B:** sem redução do consumo (receita) nos meses de férias – janeiro, julho e dezembro; e,
- **Cenário C:** sem redução do consumo (receita) nos meses de férias – janeiro, julho e dezembro e redução no consumo de 50% do valor estimado, ou seja, de 27,25%.

Tendo em vista os baixos índices de inflação, no cenário da economia nacional, optou-se por realizar os fluxos de caixa em Reais. No **Anexo N** é apresentada a cotação do dólar e do euro no período de cotação dos materiais e mão-de-obra.

Os resultados obtidos, considerando a instalação de todos os equipamentos, são apresentados na Tabela 5.9. A título de ilustração, no **Anexo O**, é apresentada uma tabela utilizada para composição do fluxo de caixa do **Cenário B**, usando **tecnologias antivandalismo**.

Considerando-se o período de retorno de investimentos máximo igual à vida útil dos equipamentos, ou seja, 24 meses (2 anos) para as tecnologias economizadoras e 60 meses (5 anos) para as com componentes antivandalismo/uso público, da Tabela 5.9, verifica-se a viabilidade do investimento quando o *payback* atualizado for menor que 24 (economizadoras) ou 60 meses (antivandalismo); a taxa interna de

retorno for maior que 1,5% a.m., o valor presente líquido e o valor presente líquido unitário forem positivos e a relação benefício-custo for maior que um. Desta maneira, os cenários propostos são considerados viáveis.

Tabela 5.9: Indicadores para os **Cenários A, B e C**.

DADOS / INDICADORES		TECNOLOGIA ECONOMIZADORA			TECNOLOGIA ANTIVANDALISMO		
		Cenário A	Cenário B	Cenário C	Cenário A	Cenário B	Cenário C
Investimento inicial		R\$ 8.946,88			R\$ 13.642,80		
Impacto de redução		54,5%	54,5%	27,25%	54,5%	54,5%	27,25%
Período de retorno (<i>payback</i> atualizado)		7 meses	8 meses	11 meses	8 meses	9 meses	17 meses
Taxa interna de retorno (%a.m.)	12 meses	16,5	13,2	2,7	9,8	6,6	-2,9
	24 meses	19,8	16,9	8,8	14,4	11,7	4,8
	60 meses	20,1	17,3	10,1	15,0	12,6	7,0
	120 meses	20,1	17,3	10,2	15,0	12,6	7,2
Valor presente líquido (R\$)	12 meses	15.742,19	10.405,88	795,61	11.115,67	5.779,36	-3.830,91
	24 meses	43.762,35	31.431,89	11.308,62	39.135,82	26.805,37	6.682,09
	60 meses	103.193,69	76.028,50	33.606,92	98.567,17	71.401,98	28.980,40
	120 meses	152.699,23	113.176,90	52.181,12	148.072,70	108.550,38	47.554,60
Valor presente líquido unitário	12 meses	1,76	1,16	0,09	0,81	0,42	-0,28
	24 meses	4,89	3,51	1,26	2,87	1,96	0,49
	60 meses	11,53	8,50	3,76	7,22	5,23	2,12
	120 meses	17,07	12,65	5,83	10,85	7,96	3,49
Benefício-Custo	12 meses	2,76	2,16	1,09	1,81	1,42	0,72
	24 meses	5,89	4,51	2,26	3,87	2,96	1,49
	60 meses	12,53	9,50	4,76	8,22	6,23	3,12
	120 meses	18,07	13,65	6,83	11,85	8,96	4,49

Verifica-se da tabela anterior se fossem utilizadas tecnologias antivandalismo, para uma vida útil de apenas 12 meses e, uma redução obtida 50% da estimada, do ponto de vista financeiro, o investimento não seria viável. Comparando-se os resultados entre os cenários, observa-se que o **Cenário C**, o qual considera 50% de redução no consumo é o que apresenta maior impacto nos resultados. Entre os **Cenários A e B**, existem algumas diferenças em decorrência da não consideração da economia (inexistência de receitas) nos meses de férias. Dessa maneira, para as outras simulações dos fluxos de caixa; foi considerado apenas o **Cenário B**.

Para analisar a sensibilidade do investimento, ou seja, como os indicadores se comportam ao ocorrerem alterações de alguns fatores, optou-se por verificar a influência de acréscimos no valor do orçamento estimado e de impacto de redução menor que o estimado nos indicadores escolhidos. Foram realizadas, então, simulações para acréscimos no valor do orçamento entre 0 e 120% e, para impacto de redução, entre 5,4 e 54,5% (valor estimado), sendo os valores encontrados apresentados no **Anexo P**. Na Figura 5.1 é apresentado o comportamento dos indicadores para acréscimos no valor do orçamento e, na Figura 5.2, para a variação do impacto de redução. Vale comentar as curvas para os períodos de 60 e 120 meses estão bem próximas devido à proximidade dos valores obtidos.

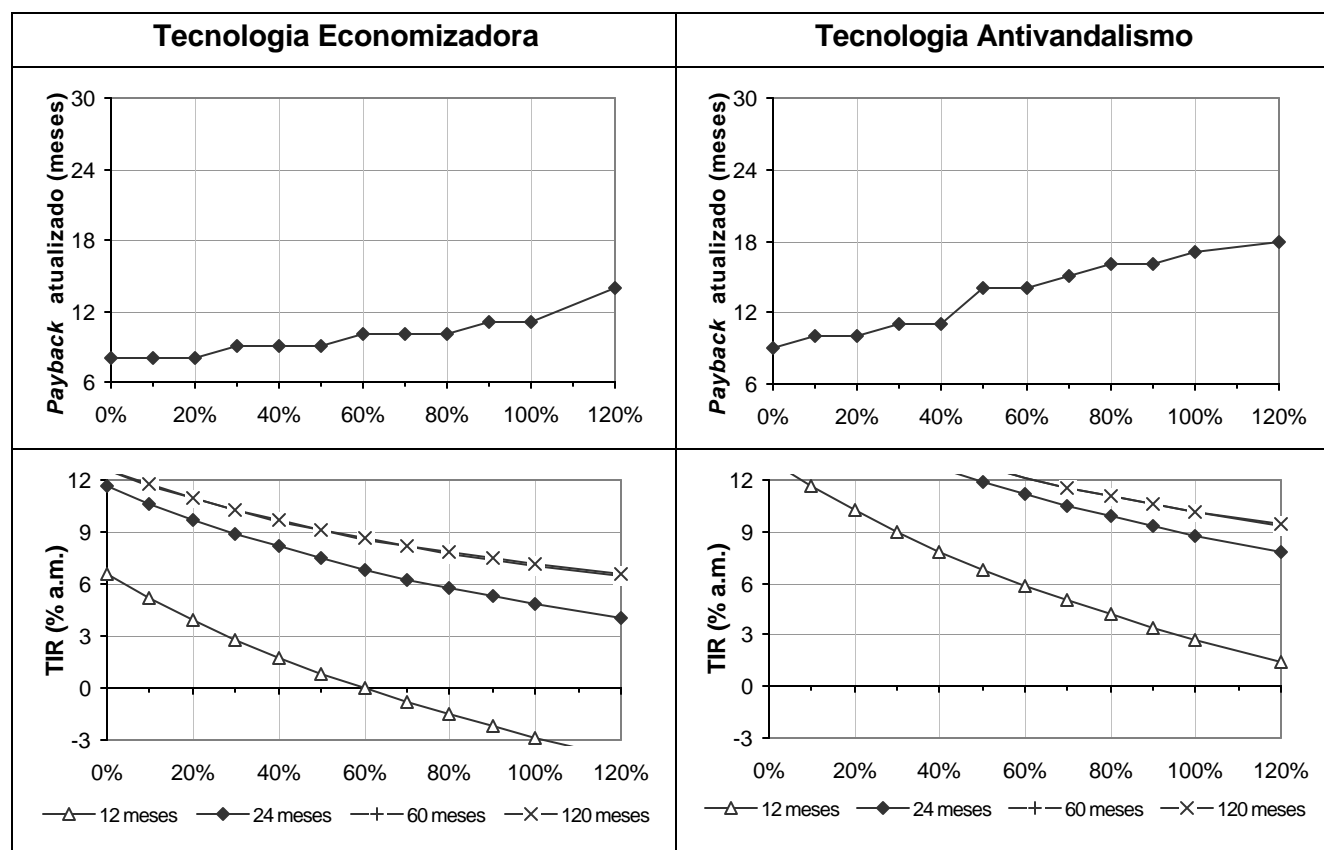


Figura 5.1: Variação dos indicadores com o acréscimo no valor do orçamento estimado.

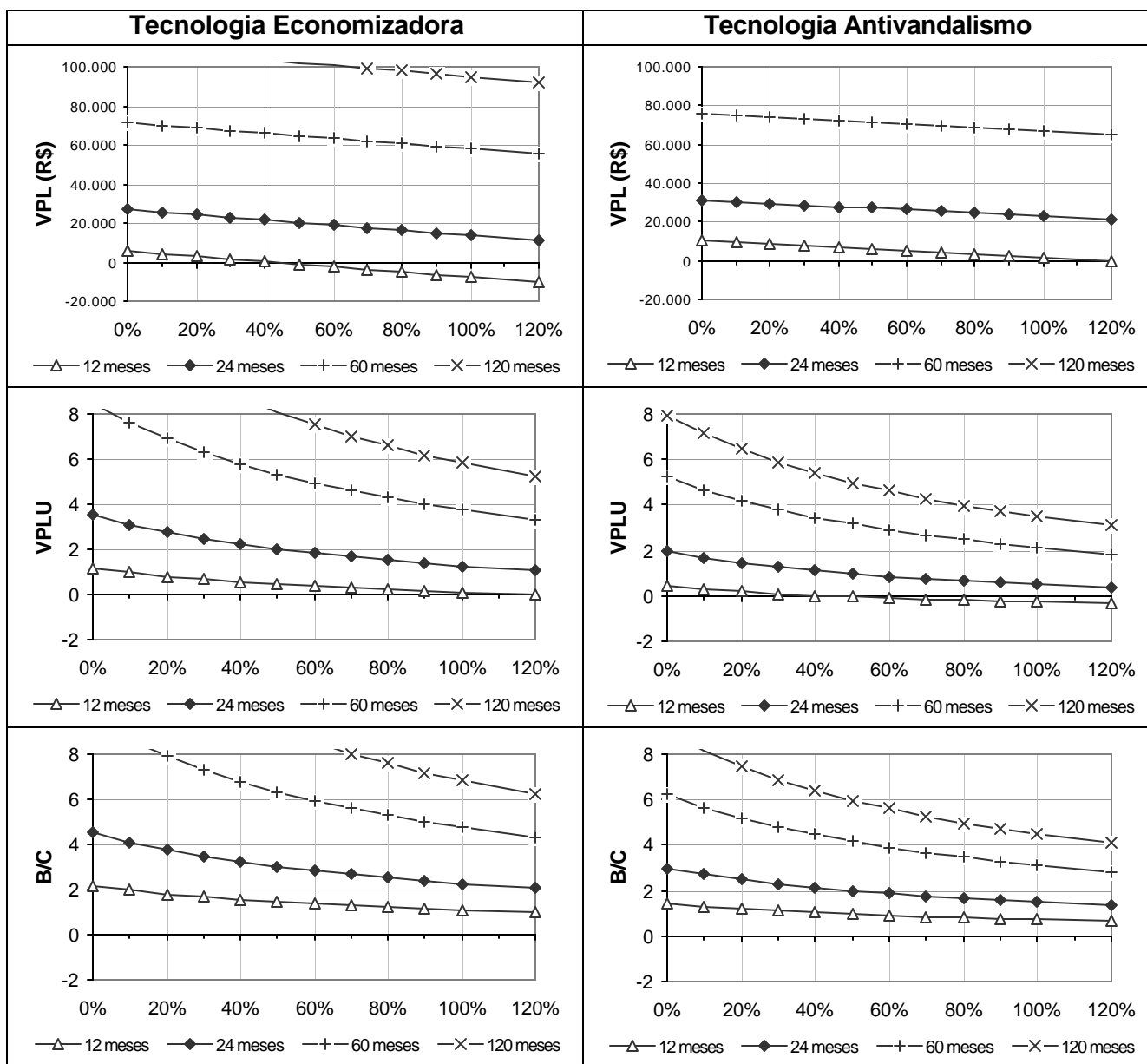


Figura 5.1: Variação dos indicadores com o acréscimo no valor do orçamento estimado.
(continuação)

Da Figura 5.1, a partir dos critérios de viabilidade apresentados, observa-se que para acréscimos no orçamento de até 120% as intervenções com o emprego de tecnologias economizadoras e antivandalismo são viáveis.

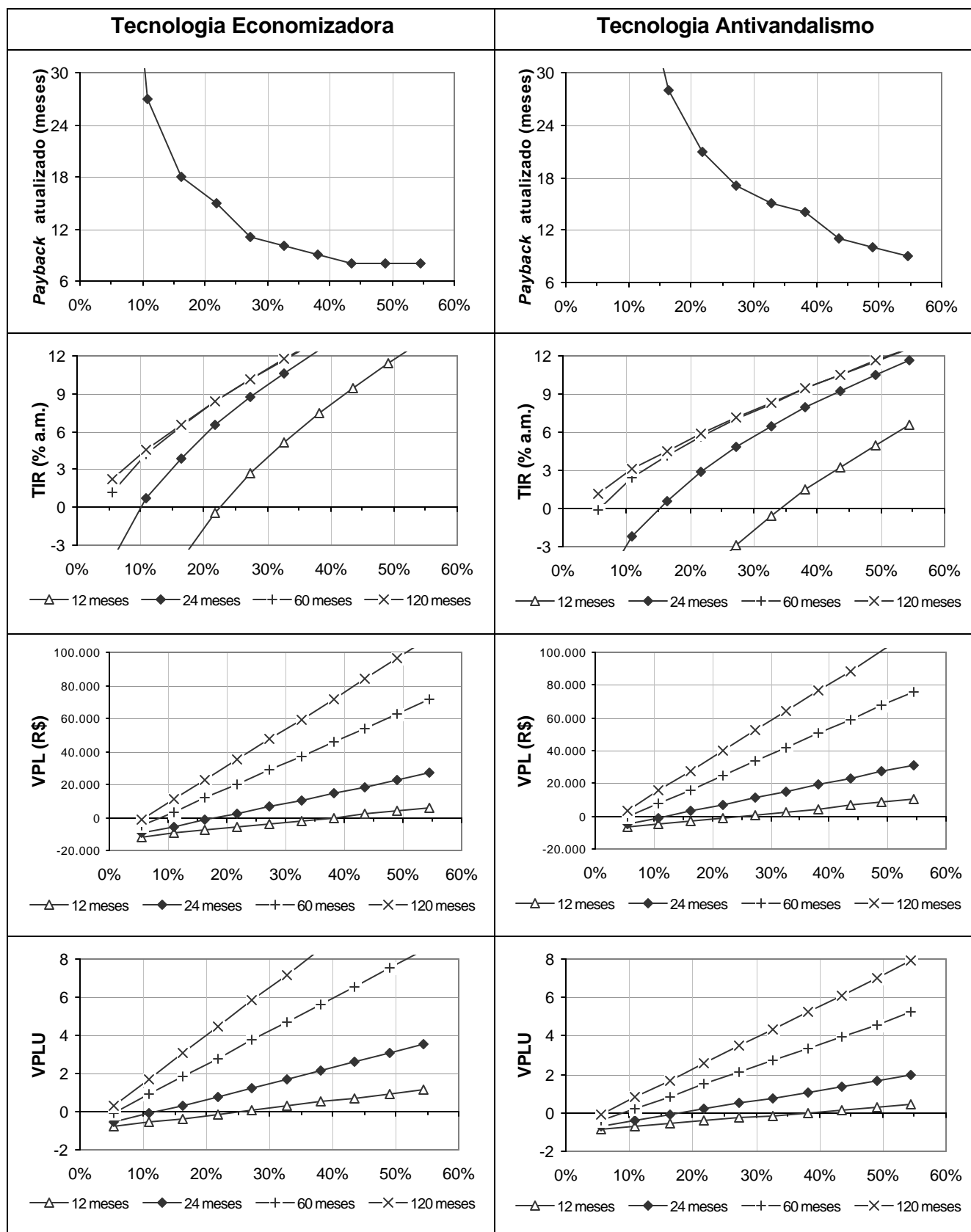


Figura 5.2: Variação dos indicadores com o impacto de redução.

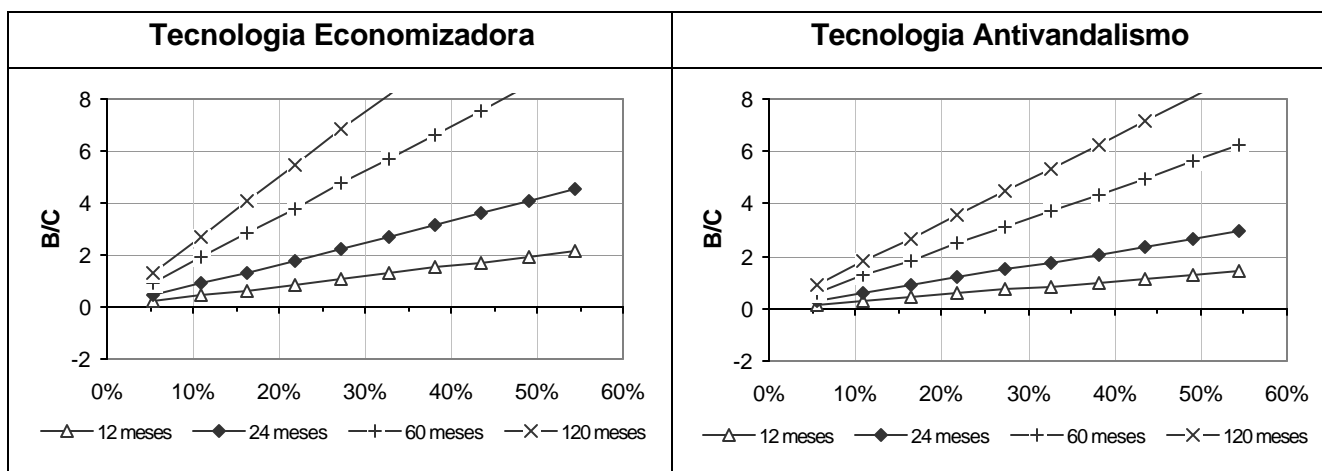


Figura 5.2: Variação dos indicadores com o impacto de redução. (continuação)

Verifica-se que a instalação de **tecnologias economizadoras** se viabiliza com um impacto de redução mínimo de 13%; para as **tecnologias antivandalismo**, o valor mínimo é de 10% de redução no consumo de água após a instalação desses equipamentos. Vale comentar que, nesse caso, o *payback* atualizado é de 22 meses para **tecnologias economizadoras** e de 51 meses para as **antivandalismo**, valor próximo à vida útil considerada (24 e 60 meses, respectivamente).

Desta maneira, conclui-se que o impacto de redução no consumo tem maior influência nos indicadores, e conseqüentemente é o que pode comprometer a viabilidade econômica.

Após a análise de sensibilidade, considerando-se o **Cenário B** (com a redução estimada em cada tipo de equipamento e sem redução no consumo nos meses de férias), calculou-se os indicadores para os equipamentos responsáveis pelas maiores parcelas do consumo, conforme apresentado anteriormente. Vale comentar que as torneiras de lavatório e do lavatório tipo calha não foram incluídas porque, em alguns casos, o consumo estimado após a troca era superior ao estimado para os equipamentos convencionais. A Tabela 5.10 apresenta o custo estimado para cada intervenção, o impacto de redução no consumo e os indicadores obtidos, com as mesmas considerações já citadas.

Tabela 5.10: Indicadores para os equipamentos responsáveis pelas maiores reduções.

DADOS / INDICADORES		Tecnologia economizadora				Tecnologia antivandalismo			
		Mictório	Pia e tanque de cozinha	Bacia sanitária (alunos)	Bacia sanitária (todas)	Mictório	Pia e tanque de cozinha*	Bacia sanitária (alunos)	Bacia sanitária (todas)
Investimento inicial (R\$)		1.482,18	522,99	1.596,88	2.395,52	1.781,36	574,79	3.165,76	4.492,19
Impacto de redução		33,9	0,5	17,1	20,9	33,9	0,5	17,1	20,9
Período de retorno (payback atualizado)		4 meses	62 meses	5 meses	6 meses	4 meses	70 meses	8 meses	9 meses
Taxa interna de retorno (TIR) (a.m.)	12 meses	39,6	-15,7	23,2	22,5	35,3	-16,7	11,2	8,7
	24 meses	40,5	-3,8	25,4	25,0	36,4	-4,4	15,3	13,4
	60 meses	40,5	1,5	25,5	25,2	36,5	1,1	15,8	14,1
	120 meses	40,5	2,4	25,5	25,2	36,5	2,1	15,9	14,1
Valor presente líquido (VPL) (R\$)	12 meses	10.465,72	-399,47	4.447,61	6.959,65	10.170,96	-450,51	2.901,92	2.868,74
	24 meses	23.511,98	-272,81	11.034,07	17.593,81	23.217,22	-323,85	9.488,38	10.848,49
	60 meses	51.183,37	-4,16	25.004,10	40.149,07	50.888,61	-55,19	23.458,40	27.773,71
	120 meses	74.233,28	219,63	36.640,94	58.937,32	73.938,52	168,59	35.095,25	41.872,20
Valor presente líquido unitário (VPLU)	12 meses	7,1	-0,8	2,8	2,9	5,7	-0,8	0,9	0,6
	24 meses	15,9	-0,5	6,9	7,3	13,0	-0,6	3,0	2,4
	60 meses	34,5	0,0	15,7	16,8	28,6	-0,1	7,4	6,2
	120 meses	50,1	0,4	22,9	24,6	41,5	0,3	11,1	9,3
Benefício-Custo (B/C)	12 meses	6,1	-1,8	1,8	1,9	4,7	-1,8	-0,1	-0,4
	24 meses	14,9	-1,5	5,9	6,3	12,0	-1,6	2,0	1,4
	60 meses	33,5	-1,0	14,7	15,8	27,6	-1,1	6,4	5,2
	120 meses	49,1	-0,6	21,9	23,6	40,5	-0,7	10,1	8,3

* Não foram consideradas tecnologias antivandalismo para esses equipamentos. Considerou-se instalação de torneiras de acionamento com o cotovelo nas torneiras pias da cozinha.

Verifica-se que a intervenção responsável pelo melhor retorno é a substituição do mictório, onde o pagamento se dá logo no primeiro mês de uso do equipamento (o valor do período de retorno é igual a 4 meses porque o cenário considera a redução somente após o quarto mês).

Outro equipamento que merece destaque é a bacia sanitária, que tem o período de retorno dos investimentos necessários para a sua instalação de 6 meses (tecnologia economizadora) e de 9 meses (tecnologia antivandalismo), no caso da troca das bacias de alunos e funcionários. Apesar dos períodos de recuperação do investimento similares, de acordo com a Tabela 3.12, a substituição dos mictório traduz maior rentabilidade (VPL, TIR e VPLU), devido ao maior impacto na redução do consumo.

Com relação aos equipamentos da cozinha, em 2 anos (24 meses) o VPL teria valor negativo de R\$ 272,81 (tecnologias economizadoras) ou de R\$ 323,85 (tecnologias antivandalismo, que no caso da cozinha refere-se ao emprego de torneira com alavanca nas pias). Porém, vale lembrar que, no caso do ambiente em questão, as reduções somente serão obtidas a partir de programas de sensibilização dos funcionários, envolvendo o treinamento de procedimentos para o uso racional da água.

Por fim, é importante comentar que ao final da vida útil⁵, o valor a ser reinvestido para a manutenção da economia gerada pela instalação dos equipamentos economizadores deverá ser de valor inferior ao investido inicialmente, tendo em vista que somente parte dessas intervenções deverão ser recompostas, ou seja, existe um valor residual no final desse período, o qual não foi considerado para a composição dos fluxos de caixa.

⁵ Para fins deste trabalho vida útil foi assumida como sendo o período em que o equipamento funciona em perfeitas condições, sem a necessidade de grandes reparos, ou seja, 24 meses (2 anos) para as **tecnologias economizadoras** e 60 meses (5 anos) para as **tecnologias economizadoras com acabamento antivandalismo**.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do presente trabalho, foi destacada a importância de ações no sentido de implementar o uso racional de água nas edificações, tendo-se como objeto de estudo as unidades escolares públicas, dentre as quais se destacam a realização de campanhas de sensibilização e a implementação de tecnologias economizadoras nos pontos de consumo.

Inserido nesse contexto, foi desenvolvida uma investigação em campo para o levantamento do comportamento dos usuários na realização das diferentes atividades que envolvem o uso da água, através da aplicação de questionários e preenchimento de planilhas de observação.

Dentre os resultados obtidos, já comentados no capítulo 4, destacam-se:

- a rega de jardim, na maioria das tipologias estudadas é efetuada preferencialmente com mangueira;
- a rega de horta, quando existente, é realizada com mangueira;
- a limpeza do piso externo é efetuada com mangueira, das salas de aula e refeitórios com pano e balde; dos banheiros com balde; e das paredes dos banheiros com balde;
- as torneiras de uso geral instaladas nas áreas externas são mantidas abertas mais do que o necessário;
- a limpeza da área de serviço/lavanderia é realizada com pano e balde ou mangueira e a dos panos de limpeza no tanque, em água corrente;

- as torneiras de lavagem e dos lavatórios tipo calha instalados nos banheiros, para as atividades de limpeza, são utilizadas predominantemente sempre abertas e abertas somente quando necessário, respectivamente;
- para a higienização pessoal, por outro lado, esses componentes são utilizados abertos somente o necessário;
- os registros dos mictórios são usualmente mantidos abertos durante todo o período de funcionamento da escola;
- para a maioria dos usuários que tomam banho nas escolas, a duração dessa atividade é inferior a 10 minutos;
- a limpeza da cozinha é efetuada preferencialmente com balde;
- a higienização de frutas e hortaliças é realizada em água corrente, seguida de molho em cloro e enxágüe em água corrente, enquanto a de louças e demais utensílios é efetuada em água corrente;
- o descongelamento de carne é efetuado predominantemente sem emprego de água;
- o banho de bebês, na maioria das escolas das tipologias CEMEI e CEMEI/EMEI é realizado com o registro do chuveiro mantido aberto (água corrente), sendo também realizado o “banho rápido” nas trocas de fraldas, no chuveiro, em água corrente;
- a limpeza das salas de banho, nas escolas das tipologias citadas é efetuada com balde ou pano e balde, sendo que a limpeza da cuba é realizada com balde; para essas atividades, o registro do chuveiro é usado sempre aberto;

Por sua vez, segundo os usuários, as atividades que mais consomem água são:

- na área externa, a limpeza do piso;
- na área de serviço/lavanderia, na CEMEI e CEMEI/EMEI, a lavagem de fraldas, lençóis, babadores e afins e na EMEI, EMEF e Escolas Estaduais, a lavagem de panos de limpeza;

- na cozinha, a higienização de louças etc. com exceção da tipologia EMEF que indicou a higienização de frutas e hortaliças.

A partir da caracterização de um dia típico de consumo de água nas três tipologias básicas das escolas da rede municipal, verificou-se que:

- nos banheiros estão as maiores parcelas do consumo: 45% na tipologia CEMEI, 71% na EMEI e 86% na EMEF;
- a cozinha é o segundo maior ambiente consumidor de água, com 43% na tipologia CEMEI, 25% na EMEI e 10% na EMEF;

Por outro lado, nos estudos de caso desenvolvidos para a avaliação da metodologia proposta para o cálculo do índice de percepção dos usuários para o uso racional da água, onde as tipologias foram agrupadas em 2 categorias: escolas de ensino infantil (CEMEI, CEMEI/EMEI e EMEI – Grupo A) e escolas de ensino fundamental e médio (EMEF e Escolas Estaduais – Grupo B), verificou-se que:

- na unidade da tipologia CEMEI (Grupo A), o índice de percepção dos usuários nas atividades realizadas nos banheiros foi o maior da escola (64%), sendo que na cozinha esse índice foi nulo;
- na unidade da tipologia EMEI (Grupo A), foi verificado um maior índice de percepção dos usuários nas atividades de limpeza dos pisos das áreas internas, seguido das atividades realizadas na cozinha; e,
- na unidade da tipologia EMEF (Grupo B), o índice de percepção foi maior para as atividades realizadas no banheiro.

Considerando-se a amostra das 87 escolas, envolvendo as tipologias básicas, a tipologia mista e as Escolas Estaduais, verificou-se que:

- os maiores índices de percepção para o uso racional da água, para as escolas do Grupo A, estão na realização das atividades de limpeza dos

pisos das áreas internas, em 39,7% das escolas, seguidos do banheiro, com 27,4%; e,

- no caso das escolas do Grupo B, os maiores índices de percepção foram encontrados nas atividades realizadas na cozinha (42,9% das escolas), seguido do banheiro, em 28,6% das unidades.

Os resultados obtidos podem subsidiar a realização de campanhas de sensibilização e também indicar os pontos de consumo a serem priorizados em uma eventual campanha de substituição de equipamentos convencionais por economizadores.

Outro aspecto a ser considerado é o valor a ser adotado para o consumo histórico da edificação, o qual será utilizado para a verificação do impacto de redução do consumo com as intervenções a serem realizadas dentro de um programa de uso racional da água nessa tipologia de edificação e possibilitar a comparação com outras edificações similares (*benchmarking*).

Nesse sentido, foi proposta, no capítulo 4, a consideração dos valores correspondentes aos três meses que antecederam o diagnóstico da edificação para o cálculo do consumo histórico, caso exista homogeneidade dos mesmos, ou os doze meses anteriores a esse mesmo período, caso isso não se verifique.

Com relação ao método proposto para a avaliação de viabilidade econômica dos investimentos necessários para a implementação de tecnologias economizadoras, ressalta-se que é o investidor que define quais são as taxas de atratividade, o período de retorno de investimento máximo, o valor máximo do investimento etc. Rocha Lima Jr. (1993), coloca que a taxa de atratividade é utilizada para balizar o decisor sobre investimento. De modo a obter resultados mais conservadores, optou-se por considerar uma taxa de desconto e de atratividade de 1,5% a.m., valor aproximado da taxa Selic. Vale lembrar que o rendimento médio da poupança em dezembro de 2004 foi de 0,6525%.

Vale comentar que o valor adotado para vida útil dos equipamentos é conservador, tendo sido adotado dessa forma porque não há dados a esse respeito e, principalmente porque os mesmos variam com cada caso, podendo a estimativa (24 ou 60 meses) utilizada ser superior ou não à realidade. Se o equipamento não sofrer atos de vandalismo ou furto é bem provável que dure ao menos 60 meses (5 anos), sem necessidade de grandes intervenções. Outro aspecto a ser destacado é que as análises realizadas não consideraram o aumento na tarifa de água.

É importante observar que a manutenção preventiva e a correção de vazamentos são de fundamental importância para que as reduções estimadas possam ser obtidas e/ou mantidas, a qual não foi contemplada na análise efetuada.

No caso dos equipamentos da cozinha existem também os fatores facilidade e conforto do usuário, que não foram considerados. E, ainda no caso das torneiras hidromecânicas, a higiene também poderia ser considerada para a decisão final.

Como o mictório apresenta grande redução e, conseqüentemente maiores retornos (economias monetárias), pode-se priorizar a instalação de tecnologias economizadoras nesse equipamento e, a partir das economias advindas, financiar as intervenções nos demais pontos de consumo de água.

Apesar do escopo de parte desse trabalho ser justamente a avaliação da viabilidade econômica, é de fundamental importância que as pessoas não sejam motivadas apenas pela economia monetária que essas intervenções possam gerar e sim pela causa ambiental e social da água. Daí a importância dos programas de sensibilização, principalmente no ambiente escolar, onde as crianças podem ser os agentes disseminadores desses conceitos para as suas famílias.

Para que as intervenções possam surtir efeito deve haver um comprometimento do gerente (diretor) com a causa da conservação de água. Pois com o apoio deste, a escola tem maior chance de se tornar um ambiente multiplicador para a conservação da água, conforme citado em alguns casos onde, a partir da escola foi mobilizada toda a

comunidade local. Por isso, conforme foi destacado, é importante que se invista em campanhas de sensibilização.

Adicionalmente, a descentralização da estrutura existente, para dar autonomia à unidade escolar e, conseqüentemente, facilitar e agilizar as manutenções e/ou medidas como a troca de equipamentos convencionais por economizadores, é também de fundamental importância.

Por fim, vale ressaltar que alguns entrevistados nas escolas da tipologia EMEI indicaram que o uso de torneiras hidromecânicas na escola não seria adequado, pois, *“a escola precisa educar as crianças e assim elas não vão aprender a fechar as torneiras”*. Para que isso não aconteça, cuidados devem ser tomados com as campanhas nesse sentido, para que o uso da água não seja negligenciado.

Para o desenvolvimento de trabalhos futuros, recomenda-se:

- estudo da distribuição do consumo em escolas através do monitoramento individual de cada ponto de consumo, para verificar a variabilidade com os valores obtidos através da metodologia empregada neste trabalho;
- estudo das tecnologias no ambiente escolar, por exemplo, desempenho das bacias sanitárias de volume de descarga reduzido (VDR) em escolas, principalmente no que se refere ao aumento na frequência de entupimentos ou descargas duplas e as respectivas causas; e,
- desenvolvimento de programas de sensibilização para os usuários, pesquisa e elaboração de procedimentos para as atividades desenvolvidas na cozinha, tanto do ponto de vista da conservação de água quanto de contaminação;
- aplicação prática e estudos para verificar a adequação dos pesos empregados na avaliação da percepção do usuário com relação ao uso da água e ampliá-lo para outras tipologias de edificação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ÁGUA E CIDADE. **Organização não Governamental Água e Cidade**. Melhores Práticas. 2000 a 2004a. CD-Rom. Circulação Restrita.

_____. Desenvolvida pela **Organização não Governamental Água e Cidade**. Disponível em: <www.aguaecidade.org.br>. Acesso em: 26 jun. 2004b.

ALITCHKOV, D.; IVANOVA, P. Systematic approach for investigation of water demand in buildings. In: CIB-W62 Water Supply and Drainage for Buildings, 29., 2003, Turquia. **Proceedings...** Turquia: CIB W62, 2003, p. 447-459.

ANDRÉ, P. T. A.; PELIN, E. R. **Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - Documentos Técnicos de Apoio nº. B1. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 1998. 50p.

ARAÚJO, L. S. M. **Avaliação durante operação dos sistemas prediais hidráulicos e sanitários em edifícios escolares**. 2004. 231p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13713: Aparelhos hidráulicos acionados manualmente e com ciclo de fechamento automático**. Rio de Janeiro: ABNT, 1996. 7p.

_____. **NBR 5674: Manutenção de edificações**. Rio de Janeiro: ABNT, 1999. 6p.

AYRES ASSOCIATES. **The impact of water conserving plumbing fixtures on institutional and multi-family water use: case studies of two sites in Tampa, Florida**. Tampa: Ayres Associates, 1993. (Report prepared for the City of Tampa Water Department Conservation Section). *apud* OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício**. 1999. 344p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

AZEVEDO NETTO, J. M. **Manual brasileiro de tarifas de água**. Recife: Imprensa Universitária da Universidade Federal de Pernambuco, 1967. 146p.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **BC - Selic - Mercado de títulos públicos**. Ministério da Fazenda. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?selic>>. Acesso em: 04 e 24 jan. 2005.

BARROS, J. C. G. **Avaliação do desempenho dos sistemas prediais de aparelhos sanitários em edifícios escolares da rede municipal de Campinas**. 2004. 423 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

BERENHAUSER, J. C. B.; PULICI, C. Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 12., Balneário de Camboriú, 1983. **Anais...**, Balneário de Camboriú, novembro 1983. 34p. *apud* OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício**. 1999. 344p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

CARDIA, N.; ALUCCI, M. P. **Campanhas de educação pública voltadas à economia de água**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - Documentos Técnicos de Apoio nº. B2. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 1998. 66p.

CHENG, C. L.; HONG, Y. T. Evaluating water utilization in primary schools. **Building and Environment**, 39, 2004, p. 837-845. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com>>. Acesso em: 25 out. 2004.

claCS'04/ENTAC'04. CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004.

COLLI, G. R. **Análise de Variância**: disciplina Estatística Aplicada em Ecologia. Notas de aula. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/grcolli/disciplinas/estat/aula05.htm>>. Acesso em: 29 jan 2005.

CONTADOR, C. R. **Projetos sociais: avaliação e prática**. 4. ed. ampl. São Paulo: ed. Atlas, 2000. 375p.

COSTANZI, R. N.; GOMES, B. M.; SHIKI, A. Análise econômica e funcional de racionalização do uso de água em uma edificação universitária. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., São Carlos, 2003. **Anais...** São Carlos: ENECS, 2003, 8p.

DECA. Desenvolvido pela **Deca**. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 20 mar. 2000 e 08 jan. 2004.

DECA. Estudo do consumo de água: Escola Municipal Integração, Vinhedo – SP. 2003. 11p. **Relatório** desenvolvido pela Deca Hydra (relatório interno).

DEGARMO, E. P.; SULLIVAN, W. G.; BONTADELLI, J. A. **Engineering Economy**. 8. ed. New York: Macmillan, 1989. 765p.

DMAE PA (Departamento Municipal de Água e Esgoto de Porto Alegre), decreto 9369/88 que adota os valores mínimos em litros/dia, Porto Alegre: DMAE, 1988. *apud* TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. 1.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.

EPA. **Environmental Protection Agency**. Desenvolvido por Environmental Protection Agency dos Estados Unidos. Disponível em: <www.epa.gov>. Acesso em: 23 out. 2004.

FINCK, H.; OELERT, G. **Guia para el cálculo de rentabilidad de proyectos de inversión para el abastecimiento de energía**. Eschborn. 1985.127p.

FIORI, S.; FERNANDES, V. M. C., Pizzo, H. S. Avaliação do potencial de reúso de águas cinzas em edificações. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 9p.

FLEISCHER, G. A. **Engineering economy: capital allocation theory**. Boston: PWS-Kent, 1984. 512p.

FUJIMOTO, R. K.; NUNES, S. S.; ILHA, M. S. O. Análise dos testes de detecção de vazamentos em bacias sanitárias. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Foz do Iguaçu, 2002. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002, p.1877-1886.

GONÇALVES, O. M. **Formulação de modelo para o estabelecimento de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria**. 1986. 369p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

GONÇALVES, O. M. Evaluating companies' water-use management programs. **Plumbing Systems & Design**. Chicago, v. 2, p. 6-7, Mar/Apr 2003.

GONÇALVES, O. M., *et al.* Indicadores de Uso Racional da Água para Escolas de Ensino Fundamental e Médio com Ênfase em Índices de Consumo. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 13p.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. Versão preliminar. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - Documentos Técnicos de Apoio nº F1. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 1998.

GONÇALVES, O. M.; IOSHIMOTO, E.; OLIVEIRA, L. H. **Tecnologias poupadoras de água nos sistemas prediais**. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. DTA - Documentos Técnicos de Apoio nº F1. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. 1999. 47p.

HERNANDES, A. T.; SIQUEIRA CAMPOS, M. A.; AMORIM, S. V. Análise de custo da implantação de um sistema de aproveitamento de água pluvial para uma residência unifamiliar na cidade de Ribeirão Preto. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 12p.

HIRSCHFELD, H. **Engenharia econômica e análise de custos: aplicações práticas para economistas, engenheiros, analistas de investimentos e administradores**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 1992. 465p.

ILHA, M. S. O.; *et al.* Water conservation program at the State University of Campinas. In: CIB-W62 - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 28., 2002, Romênia. **Proceedings...** Romênia: CIB W62, 2002, 10p.

ILHA, M. S. O.; *et al.* Patologias dos sistemas prediais de água no Hospital da Clínicas da Universidade Estadual de Campinas. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 8p.

INVERTIA (2005). **O Portal de economia do Terra**. Disponível em <www.invertia.com.br>. Acesso em: 15 jan. 2005.

IPEA. **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Disponível em: <www.ipeadata.com.br>. Acesso em: 06 jan. 2005.

KAPLAN, S. D., Water Reclamation and Sustainable Landscape Practices in and around a Green Building, In: SUSTAINABLE BUILDING, Oslo, 2002. **Proceedings...** Oslo: Sustainable Building, 2002. 7p.

KIYA, F.; MURAKAWA, S. **Investigation on the collection of data to use for load calculating**. Proceedings of the CIB Commission W62 Symposium held at the Danish Building Research Institute, September, 1974. *apud* GONÇALVES, O. M. **Formulação de modelo para o estabelecimento de vazões de projeto em sistemas prediais de distribuição de água fria**. 1986. 369p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KOSE, H.; SAKAUE, K.; IIZUKA, H. Measurement of water, electronic power and gas consumption and questionnaire about act of water usage in the apartment huse. In: CIB-W62 - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 30., 2004, Paris. **Proceedings...** Paris: CIB W62, 2004, 20p.

MACINTYRE, A. J. Instalações hidráulicas. Editora Guanabara Dois, 1982. *apud* TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. 1.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.

MAY, S.; PRADO, R. T. A. Estudo da qualidade de água de chuva para consumo não potável nas edificações. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 8p.

MELO, V. O.; NETTO, J. M. A. Instalações Prediais Hidráulico-Sanitárias. Editora Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 1988. *apud* TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água: interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos**. 1.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.

NUNES, S. S. **Estudo da conservação de água em edifícios localizados no campus da Universidade Estadual de Campinas**. 2000. 145p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

NUNES, S. S. *et al.* Considerações sobre a conservação de água em equipamentos de uso específico na Universidade Estadual de Campinas. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 13p.

OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício**. 1999. 344p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, L. H., *et al.* **Metodologia modelo para o desenvolvimento de programas de conservação de água nos edifícios**. 2003. 18p. Documento preliminar elaborado pelo Grupo de Trabalho de Sistemas Prediais (GT-SP) da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). Circulação restrita.

OLIVEIRA, L. H.; MOURA, T. A. M. Avaliação de desempenho de componentes economizadores de água em edifícios. Goiás: **Relatório final** de pesquisa. Fundação de amparo à pesquisa (FUNAPE). Julho de 2004. Circulação restrita.

OLIVEIRA JUNIOR, O. B. **Avaliação do desempenho funcional de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido com relação à remoção e transporte de sólidos**. 2002. 282p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

OLIVEIRA JUNIOR, O. B.; ILHA, M. S. O.; GONÇALVES O. M. Análise do perfil de consumo de água em edificações unifamiliares de baixa renda. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 3., São Carlos, 2003. **Anais...** São Carlos: ENECS, 2003, 15p.

OLIVEIRA JUNIOR, O. B.; SILVA NETO, J. V. Utilização de sistema de coleta de esgoto sanitário a vácuo, com bacias de ultra volume reduzido, em um edifício comercial na cidade de São Paulo. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 12p.

PEDROSO, L. P. **Subsídios para a implementação de sistemas de manutenção em Campus Universitário, com ênfase em conservação de água.** 2002. 168p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

PEDROSO, L. P.; ILHA, M. S. O., Gestão de sistemas prediais com ênfase na conservação de água em campos universitário. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., São Carlos, 2003. **Anais...** São Carlos: III SIBRAGEC, 2003, 10p.

PENEDO, A. Apresentação das Melhores Práticas Prêmio Água e Cidade. Água e Cidade. 2003. **CD-Rom.** Circulação restrita.

PURA-USP - **Programa de Uso Racional da Água da USP.** Desenvolvido pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (POLI-USP), 1995. Disponível em: <<http://www.poli.usp.br/pura>>. Acesso em: 28 jul. 2004.

ROCHA LIMA JR, J. da. **O conceito de taxa de retorno na análise de empreendimentos: uma abordagem crítica.** São Paulo: EPUSP, 1990. 7p. (Boletim técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT-23/90).

ROCHA LIMA JR, J. da. **Análise de investimentos: princípios e técnicas para empreendimentos do setor da construção civil.** São Paulo: EPUSP, 1993. 50p. (Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/16).

ROCHA LIMA JR, J. da. **Fundamentos de planejamento financeiro para o setor da construção civil.** São Paulo: EPUSP, 1995. 113p. (Texto técnico do Departamento de Engenharia de Construção Civil, TT/PCC/11).

SABESP. Desenvolvido pela **Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo.** Disponível em: <<http://www.sabesp.com.br>>. Acesso em: 28 jul. 2004.

SALERMO, L. S. *et al.* Análise do perfil de abastecimento de água do hospital das clínicas da universidade estadual de Campinas. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 13p.

SANASA. Desenvolvido pela **Sociedade de Abastecimento e Saneamento S/A.** Disponível em: <<http://www.sanasa.com.br>>. Acesso em: 16 jun. 2004 e 27 jan. 2005.

SÃO PAULO. **Programa escola da família**. Governo do Estado de São Paulo. Disponível em <www.escoladafamilia.sp.gov.br>. Acesso e 31 jan. 2005.

SCHERER, Flávio Augusto. **Uso racional de água em escolas públicas: diretrizes para secretarias de educação**. 2003. 256p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHMIDT, W. **Caracterização e formulação de parâmetros para avaliação de mictórios – o caso do mictório sem água**. 2003. 247p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

SCHNEIDERMAN, B.; COSTA NETO, P. L. O. **Estatística: Fundamentos – 1a. parte**. Escola de Engenharia Mauá, 1979. 332p.

SILVA, G.; TAMAKI, H.; GONÇALVES, O. Water conservation programs in university campi - University of São Paulo Case Study. In: CIB-W62 - WATER SUPPLY AND DRAINAGE FOR BUILDINGS, 28., 2002, Romênia. **Proceedings...** Romênia: CIB W62, 2002, 14p.

SILVA, O. A. B. e; SOUZA, M. A. A. de; ALLAM, N.J. Uma proposta de reúso de água em condomínios verticais em Brasília – DF. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 15p.

SIMIONI, W. I.; GHISI, E.; GÓMEZ, L. A. Potencial de economia de água tratada através do aproveitamento de águas pluviais em postos de combustíveis: estudos de caso. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 11p.

SIQUEIRA CAMPOS, M. A.; AMORIM, S. V. Aproveitamento de água pluvial em um edifício residencial multifamiliar no município de São Carlos. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1., e ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 10., São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: claCS'04/ENTAC'04, 2004, 12p.

STYLES, M. KEATHING, T. **Water efficient school: Chesswood Middle School Project**. Worthing: Southern Water, October 2000. 12p. (Final Project Report)

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais - estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo**. 2003. 151 p. (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TESIS – Tecnologia de Sistemas em Engenharia S/C Ltda. **Projeto específico de economia de água em edifícios. Uso racional da água – PURA – Projeto n. 6. Estudo de caso – cozinhas industriais de restaurantes e bares.** São Paulo, agosto, 1998. (Relatório Técnico 2-RT2). *apud* OLIVEIRA, L. H. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifício.** 1999. 344p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

TOMAZ, P. **Previsão de consumo de água:** *interface das instalações prediais de água e esgoto com os serviços públicos.* 1.ed. São Paulo: Navegar Editora, 2000. 250 p.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências:** *um estudo atualizado sobre o uso racional da água.* São Paulo: Navegar Editora, 2001. 112p.

UNIVERSIDADE DA ÁGUA. **Organização não Governamental Universidade da Água.** Disponível em: < <http://www.uniagua.com.br>>. Acesso em: 01 fev. 2005.

YAMADA, E. S. **Os impactos da medição individualizada do consumo de água em edifícios residenciais multi-familiares.** 2001. 111 p. (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

ANEXO A: EXEMPLO DE QUESTIONÁRIO ELABORADO

BANHEIRO USUÁRIO/INFORMAÇÕES GERAIS					B1		
Escola: _____					Nº Escola: _____		
Entrevistador: _____					Data: _____		
Função da entrevistado: <div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Diretor</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Professor</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Monitor</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Servente</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Mas</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Fem</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Vigilante</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Zelador</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Cozinheiro</div> <div style="width: 50%;"><input type="checkbox"/> Outro: _____</div> </div>							
Trabalha: <input type="checkbox"/> Meio período <input type="checkbox"/> Período integral							
1a- Como você lava as mãos? <input type="checkbox"/> Abre a torneira, ensaboa as mãos, enxágua as mãos e fecha a torneira <input type="checkbox"/> Abre a torneira, molha a mão, fecha a torneira, ensaboa as mãos, abre a torneira, enxágua e fecha <input type="checkbox"/> Abre a torneira, lava as mãos e fecha a torneira							
2a- Esta escola possui mictórios? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Não sei 2b- Você utiliza o mictório? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não, por quê? _____ 2c- Por que você não dá descarga no mictório? <input type="checkbox"/> Quebrada <input type="checkbox"/> Proposital <input type="checkbox"/> Esquecimento <input type="checkbox"/> Por dificuldade <input type="checkbox"/> Aberto direto <input type="checkbox"/> Abro e fecho o registro							
3a- Quantas vezes você usa o banheiro por dia e usa água (lavatório, vaso sanitário, mictório)? <input type="checkbox"/> Nenhuma <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> Outro, quantos? _____							
4a- Como você usa a torneira do bebedouro? <input type="checkbox"/> Abre a torneira e só fecha quando termina a atividade <input type="checkbox"/> Só abre quando precisa de água							
5a- Já viu algum ponto de consumo de água (torneira) aberto?							
	Não	Sim	Sempre	Às vezes	Por que você acha que o ponto ficou aberto?		
					Esquecimento	Quebrada	Proposital
Torneira do lavatório							
Descarga do mictório							
Torneira do bebedouro							
Outro:							
6a - Têm chuveiros na escola? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não <input type="checkbox"/> Tem, mas não funcionam <input type="checkbox"/> Não sei 6b - Você utiliza os chuveiros? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não 6c - Se NÃO USA, por quê? <input type="checkbox"/> Mora perto <input type="checkbox"/> Não funciona <input type="checkbox"/> Não tem <input type="checkbox"/> Outro: _____ 6d - Se USA, usa o CH com que frequência? <input type="checkbox"/> 1x dia <input type="checkbox"/> 2x dia <input type="checkbox"/> Outro: _____ 6e - Quanto tempo o chuveiro fica ligado? <input type="checkbox"/> 5 min <input type="checkbox"/> 10 min <input type="checkbox"/> 15 min <input type="checkbox"/> Outro: _____							
Comentários: <div style="height: 40px; border: 1px solid black;"></div>							

FL. 01/01

Figura A. 1: Questionário aplicado em funcionários (usuários de banheiro).

ANEXO B: EXEMPLO DE PLANILHA DE LEVANTAMENTO

Escola: _____

Data: _____

Procurar por:.....

Diretor(a):.....

TIPO	ATIVIDADE /PONTO DE CONSUMO	2ª feira		3ª feira		4ª feira		5ª feira		6ª feira		Observações
		Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	
AE1	Rega de jardim											
	Lavagem de piso externo											
	Lavagem de salas de aula											
	Lavagem de refeitório											
AS1	Lavagem da área de serviço/lavanderia											
	Lavar roupas todos os dias?											
C1	Lavagem da cozinha											
B3	Lavagem dos banheiros de alunos											
	Lavagem das paredes dos banheiros de alunos											
BB3	Lavagem da sala de banho											

Figura B.1: Planilha para pré-avaliação.

BANHEIRO - OBSERVADOR					B0		
Escola: _____					Nº Escola: _____		
LEGENDA - forma de uso da água					Data: _____		
A Pano e balde	F Mangueira com esg. ligada direto	Dia da semana: _____					
B Balde	G Mangueira sem esg. ligada direto	Responsável: _____					
C Balde e sabão	H Esponja e sabão						
D Mangueira com esg. e sabão	I Só quando chove						
E Mangueira sem esg. e sabão	J Vassoura						

ATIVIDADE	FORMA DE USO DA ÁGUA	DURAÇÃO		PONTO UTILIZADO	VAZÃO ESTIMADA			OBSERVAÇÕES
		INÍCIO	TÉRMINO		VOLUME (L)	TEMPO (S)	Q	
Lavagem de piso								
Lavagem de parede								
Lavagem de BS								
Lavagem do MIC								
Lavagem do BEB								
Lavagem do lavatório								
Lavagem com compartimento CH								
Lavagem do ambiente								

Figura B.2: Planilhas de levantamento em campo.

ANEXO C: EXPLICAÇÃO DAS ALTERNATIVAS DOS QUESTIONÁRIOS

Aberta mais que necessário: a torneira é mantida aberta mais que o tempo necessário para a realização da atividade.

Aberta somente o necessário: quando a torneira fica aberta somente nos instantes em que há a necessidade do emprego de água para a realização da atividade.

Abre e fecha o registro: quando o usuário, após uso do mictório, abre e fecha o registro do aparelho ou aciona a válvula de descarga para efetuar a limpeza do mesmo.

AC, molho em cloro: quando as frutas e hortaliças são lavadas em água corrente, ou seja, quando a torneira permanece aberta durante todo o processo, incluindo os instantes em que não seja necessário o emprego de água para a realização da atividade; depois são colocadas de molho em cloro ou outra solução.

AC, molho em cloro, AC: quando as frutas e hortaliças são lavadas em água corrente, ou seja, quando a torneira permanece aberta durante todo o processo, incluindo os instantes em que não seja necessário o emprego de água para a realização da atividade; depois são colocadas de molho em cloro ou outra solução e novamente enxaguadas em água corrente.

Água corrente: quando a atividade é realizada em água corrente, ou seja, com a torneira mantida aberta inclusive nos momentos onde não há necessidade de emprego de água.

Água corrente, molho, enxágüe: quando as peças são lavadas em água corrente, conforme explicitado anteriormente, depois colocadas em molhe e em seguida enxaguadas.

Balde: a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Inclui-se nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.

Chuveiro aberto o necessário: quando o banho em bebês é feito com uso de chuveiro em água corrente e o equipamento é mantido aberto somente nos momentos em que há a necessidade do emprego de água.

Chuveiro em água corrente: *quando o banho em bebês é feito com uso de chuveiro em água corrente e o equipamento é mantido aberto durante a realização da atividade, incluindo momentos em que não é necessário o emprego de água.*

Em água corrente: *quando o descongelamento de carnes é realizado em água corrente, onde a carne é deixada sob jato de água até que o descongelamento tenha sido efetuado.*

Enche a cuba, enxágua: *quando para o banho em bebês, primeiro enche-se a cuba com água, ensaboa-se o bebê com o chuveiro desligado e em seguida ele é enxaguado com água corrente do chuveiro.*

Enche cuba, enxágua AC: *quando para a higienização de louças e afins a cuba é cheia com água e detergente, a louça é então ensaboada, com a torneira fechada e, em seguida, toda a louça é enxaguada em água corrente, porém a torneira é mantida aberta somente nos momentos em que há a necessidade do emprego de água.*

Enche cuba, lava em AC: *quando para a higienização de louças e afins a cuba é cheia com água e detergente, a louça é ensaboada e enxaguada, onde a torneira permanece aberta durante toda a atividade, incluindo os momentos em que não há a necessidade do emprego de água.*

Lava em água corrente: *quando a higienização de louças e afins é realizada em água corrente, ou seja, quando a torneira permanece aberta durante todo o processo, incluindo os instantes em que não seja necessário o emprego de água.*

Mangueira: *a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a atividade.*

Máquina de lavar: *uso de máquina de lavar roupas para a realização da atividade.*

Molho, água corrente: *quando as peças são deixas em molho e depois lavadas em água corrente, conforme explicitado anteriormente.*

Molho cloro, AC: *quando as frutas e hortaliças são colocadas de molho em cloro ou outra solução e depois são lavadas em água corrente, ou seja, a torneira permanece aberta durante todo o processo, incluindo os instantes em que não seja necessário o emprego de água para a realização da atividade.*

Não dá descarga: *quando o usuário, após uso do mictório, não dá descarga no aparelho.*

Outras: *outras formas ou formas sem emprego de água.*

Pano e Balde: *quando passe-se pano no piso para a sua limpeza, desde que a torneira seja mantida fechada quando não há a necessidade de emprego de água.*

Registro fica aberto direto: *quando o mictório funciona com descarga permanente de água, independentemente de estar em uso.*

Registro quebrado: *quando o usuário, após o uso do mictório, não fecha o registro, pois o mesmo se encontra quebrado ou sem cruzeta, impossibilitando a sua operação.*

Sem uso de água: *quando o descongelamento de carnes é realizado sem emprego de água, por exemplo, na geladeira.*

Sempre aberta: *para a realização da atividade a torneira é mantida sempre aberta, ou seja, a torneira é mantida aberta inclusive nos momentos onde não há necessidade de emprego de água.*

Vassoura: *formas sem emprego de água.*

ANEXO D: RELATÓRIO DA PRIMEIRA ESCOLA VISITADA - CEMEI 31

RELATÓRIO DE LEVANTAMENTO EM CAMPO PILOTO PARA A CARACTERIZAÇÃO DAS ATIVIDADES REALIZADAS COM O USO DA ÁGUA

Procedimentos Gerais

1. Conversa inicial, na semana anterior a do levantamento, com o(a) diretor(a) da escola e/ou responsável, para preenchimento de uma planilha para uma pré-avaliação das atividades que envolvem o uso da água na escola (Figura C.1).
2. Visita à escola:
 - Conversa com funcionários da escola sobre a programação da semana e o modo e a frequência de realização das atividades;
 - Observação das atividades: modo de realização das atividades; horário de início e término; vazão nos pontos de consumo para a realização da atividade (duas medições para aberturas de torneiras simuladas a partir da observação de realização da atividade em questão) – Exemplo de planilha na Figura C.2.

Visita ao CEME⁶ 31

1. Conversa por telefone com a diretora da escola; no dia 28/05/2004 para preenchimento da pré-avaliação e pedido de autorização para ida à escola;

⁶ Centro Municipal de Educação Infantil, com alunos de 3 meses e 4 anos com período de permanência em regime integral.

2. Data de realização das visitas:

- Segunda-feira (31/05/2004), nos períodos da manhã e tarde; e,
- Sexta-feira (04/06/2004), no período da tarde (observação da lavagem da cozinha).

3. Resultados:

- O piso da área externa é lavado com mangueira quando há necessidade (*“quando estiver sujo”*) e/ou quando for possível: dias com menor número de alunos, sem aulas ou que não atrapalhem as atividades programadas para os alunos;
- Nos dias em que é servido suco de melancia a máquina de lavar roupas é utilizada uma vez a mais, para lavar os lençóis;
- A roupa é lavada no período da tarde, porém, caso não dê tempo para fazê-la no período de trabalho, a finalização da atividade é realizada na manhã seguinte;
- Os lençóis, babadores e algumas toalhas são lavados na escola, as toalhas de uso pessoal (banho) são trazidas pelas crianças e lavadas fora da escola;
- Algumas atividades são realizadas enquanto as crianças dormem ou quando há menor quantidade de alunos, para que não haja interferência na realização das atividades escolares.
- Rotina diária: crianças chegam, tomam o café da manhã; têm-se as atividades escolares; depois é dado banho nas crianças pelas monitoras, logo após é servido o almoço; realizado a higiene bucal das crianças pelas monitoras; as crianças dormem; ocorre o lanche da tarde; seguem as

atividades escolares; na seqüência é servida sopa; e, por fim, as crianças voltam para casa;

- As salas de aula são limpas com pano e rodo antes da arrumação dos colchonetes para as crianças dormirem;
- No horário em que as crianças estão dormindo, é realizada a limpeza dos banheiros infantis;
- Os alunos acordam e, logo em seguida os lençóis são retirados para lavagem (foi informado que os lençóis de cada sala são trocados 1xsemana, mas, em todos os dias há os que ficam sujos e são trocados; as toalhas e babadores são lavados diariamente). Somente os alunos do berçário utilizam babadores;
- Os banheiros infantis são separados por série (faixa etária);
- Em um dos banheiros infantis (1,5 a 2 anos), foi feita uma adaptação: duas torneiras do lavatório tipo calha foram removidas para permitir um espaço para uso como tanque de banho; a água quente utilizada para o banho é fornecida pelo chuveiro elétrico localizado a cerca de 2m do lavatório. Durante a atividade de banho, a água que sai do chuveiro, e que não é utilizada, é armazenada em uma bacia grande e, depois é utilizada para limpeza do ambiente;
- O refeitório é limpo com pano e balde, depois de todas as refeições realizadas;
- Havia duas mangueiras penduradas nas paredes externas: uma sem esguicho (na fachada posterior) e uma com esguicho (na fachada frontal);
- A limpeza das salas de aula e refeitório foi realizada com pano e balde, o ponto de utilização de água foi o tanque da lavanderia, cujas vazões medidas foram: 0,16 L/s e 0,15 L/s;

- A lavagem de hortaliças é realizada em água corrente, o ponto de utilização de água foi a pia da cozinha, e as vazões utilizadas foram de 0,08 L/s e 0,09 L/s;
- O descongelamento da carne foi realizado com água corrente, sendo que a torneira ficou aberta por mais de 40 minutos, com uma vazão estimada em 0,09 L/s;
- Lavagem de louças e afins: uma das cozinheiras deixa a torneira aberta direto (vazão de 0,09 L/s) e a outra a fechava enquanto ensaboava a louça (vazões de 0,17 e 0,19 L/s);
- A cozinha foi lavada com mangueira com esguicho na sexta-feira à tarde, o ponto utilizado foi uma torneira externa com alimentação da rua (não foi possível realizar medição da vazão);
- As atividades de higiene das crianças (lavagem de mãos e rosto e escovação de dentes) são realizadas pelas monitoras; com a torneira, na maioria do tempo, aberta (para a realização da atividade e entre a troca de alunos); para a lavagem de mãos e rosto, antes do almoço, a torneira é aberta com vazão de cerca de 0,03L/s com duração de 1 a 2 minutos para cada criança e, para a escovação de dentes a vazão variou de 0,02 a 0,07L/s (para cada monitora) e o tempo em cerca de 40 segundos para cada criança;
- A limpeza dos banheiros infantis é realizada com balde e sabão, em um deles é utilizada a torneira do lavatório tipo calha; as vazões medidas foram em torno de 0,04 L/s, a servente disse abrir pouco a torneira para não fazer barulho e acordar os alunos; no outro banheiro, a água utilizada para limpeza provém da água desperdiçada para o banho das crianças que é armazenada para posterior uso;
- Quando se chegou à escola a máquina de lavar roupas já estava em funcionamento (1x no período da manhã) e, à tarde, após as crianças

acordarem, os lençóis foram levados para lavar (1x no período da tarde); não foi medida vazão no ponto utilizado;

- A sala de banho é limpa com balde e pano (diariamente);
- O banho de bebê é realizado em água corrente: a monitora abre o chuveiro e espera certo tempo para a água aquecer, dá o banho na criança, lava a cuba e, depois desliga o chuveiro; com vazão estimada em 0,07 L/s; com tempo aproximado de banho nos bebês (em que o chuveiro ficou aberto) de 1,5 minutos (no dia da visita, os cabelos não estavam sendo lavados, devido ao frio).

Comentários e Considerações finais

- As serventes não souberam informar o dia em que a lavagem do piso externo seria realizada; a explicação foi dada em função da necessidade: quando uma criança suja; quando chove, lavam a área externa porque suja com terra e, é um local em que as crianças brincam; quando está frio vêm menos crianças e, às vezes é possível realizar a atividade;
- As atividades de limpeza mais intensa provavelmente são realizadas em dias em que não há aulas (férias/recesso, reunião de pais);
- No primeiro dia de visita, duas serventes tinham faltado, uma devido a afastamento e a outra licença; na segunda visita, apenas a funcionária afastada estava ausente, na ocasião, estavam trabalhando três serventes;
- No dia da primeira visita, uma funcionária da cozinha estava ausente no período da manhã.

ANEXO E: DETALHAMENTO DAS ALTERNATIVAS DE RESPOSTAS POR ATIVIDADE

AMBIENTE: BANHEIRO E SALAS DE BANHO

AB1	A maioria das pessoas lava as mãos:
a	sempre com a torneira aberta: <i>ao lavar as mãos, a torneira é deixada aberta sem que a água seja utilizada, por exemplo, a torneira permanece aberta durante o ensaboamento das mãos.</i>
b	com a torneira fechada durante o ensaboamento: <i>ao lavar as mãos, a torneira é fechada quando não há a necessidade da mesma, por exemplo, durante o ensaboamento.</i>
AB2	A maioria das pessoas escova os dentes:
a	com a torneira sempre aberta: <i>ao escovar os dentes, a torneira é deixada aberta sem que a água seja utilizada, por exemplo, a torneira permanece aberta durante a escovação dos dentes.</i>
b	com a torneira fechada durante a escovação e/ou com copo: <i>ao escovar os dentes, a torneira é fechada quando não há a necessidade de emprego de água, por exemplo, durante a escovação dos dentes ou quando há utilização de copo para enxágüe, desde que a torneira seja fechada logo após o seu enchimento com água.</i>
c	atividade não é realizada na escola.
AB3	A descarga dos mictórios:
a	permanece o tempo todo aberta (com água escorrendo): <i>quando o registro do mictório é deixado aberto para que não haja acúmulo de urina ou retorno de odor no ambiente ou ainda quando não é possível fechá-lo seja por falta de registro ou porque o mesmo se encontra quebrado.</i>
b	é acionada pelo usuário somente após o uso: <i>quando a descarga no mictório é acionada pelo usuário após o uso, seja abrindo e fechando o registro ou devido à existência de válvula de descarga hidromecânica, com sensor ou com temporizador.</i>
c	não tem mictório na escola
AB4	A maioria dos usuários, ao tomar banho:
a	deixa o registro do chuveiro aberto por até 10 minutos: <i>refere-se apenas ao tempo em que a água está sendo utilizada, ou seja, o tempo em que o registro do chuveiro permanece aberto.</i>
b	deixa o registro do chuveiro aberto por mais 10 minutos: <i>refere-se apenas ao tempo em que a água está sendo utilizada, ou seja, o tempo em que o registro do chuveiro permanece aberto.</i>
AB5	O banho dos bebês é freqüentemente realizado:
a	enche a cuba; ensaboa o bebê; enxágua: <i>o registro do chuveiro/torneira é fechado quando não há a necessidade de emprego de água, por exemplo, enche-se a cuba, fecha-se o chuveiro/torneira, ensaboa-se o bebê e o enxágua, após o término fecha-se novamente a torneira.</i>
b	banho em água corrente com o chuveiro sempre aberto: <i>o registro do chuveiro/torneira é deixado aberto sem que a água seja utilizada, por exemplo, durante o ensaboamento do bebê ou enquanto há a troca de um bebê para o seguinte.</i>
c	banho em água corrente com o chuveiro fechado enquanto ensaboa: <i>o registro do chuveiro/torneira é fechado quando não há a necessidade de emprego de água, por exemplo, durante o ensaboamento do bebê e durante as trocas de um bebê para o seguinte.</i>
d	atividade não é realizada na escola
AB6	Em geral, a limpeza dos banheiros é realizada:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>

AB7	Normalmente, a limpeza do piso das salas de banho é realizada:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>

AMBIENTE: COZINHA

AC1	As hortaliças e frutas são lavadas normalmente da seguinte forma:
a	enche a cuba, coloca tudo dentro e vai lavando em água corrente uma a uma
b	separa as partes estragadas, com a torneira fechada, lava em água corrente, põe de molho em uma solução desinfetante, enxágua com água (ou em uma solução com água e vinagre) armazenada em um recipiente
c	lava folha a folha em água corrente, retirando as partes estragadas embaixo da água corrente
AC2	A forma mais comum de lavar as louças é:
a	ensaboa todas e depois enxágua todas, sempre com a torneira aberta
b	ensaboa todas com a torneira fechada e depois enxágua em água corrente
c	ensaboa e enxágua uma de cada vez, com a torneira sempre aberta
AC3	O descongelamento de carne é feito:
a	em água corrente: <i>quando a carne é descongelada colocando-a sob água corrente da torneira.</i>
b	deixa a carne (no plástico) imersa em água, na cuba: <i>quando se enche um recipiente (cuba da pia, panela, bacia) com água e deixa-se a carne descongelando imersa em água.</i>
c	outra forma, sem emprego de água: <i>por exemplo, deixa um dia antes na geladeira, descongela no forno, descongela ao ar livre, no microondas, direto na panela.</i>
AC4	Na maioria das vezes, a limpeza do piso da cozinha é feita
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>

AMBIENTE: ÁREA DE SERVIÇO/LAVANDERIA

AS1	A limpeza do piso da área de serviço/lavanderia é feita:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>
AS2	A lavagem de roupas na máquina é feita freqüentemente:
a	com a capacidade máxima da máquina: <i>utilização da máquina na capacidade máxima, em geral, essa capacidade é expressa em quilos de roupa, além de economizar água economiza energia devido ao uso mais eficiente da máquina.</i>
b	com a capacidade parcial da máquina: <i>utilização da máquina com capacidade inferior à máxima, em geral, a capacidade máxima é expressa em quilos de roupa.</i>
c	atividade não é realizada na escola

AMBIENTE: ÁREA EXTERNA

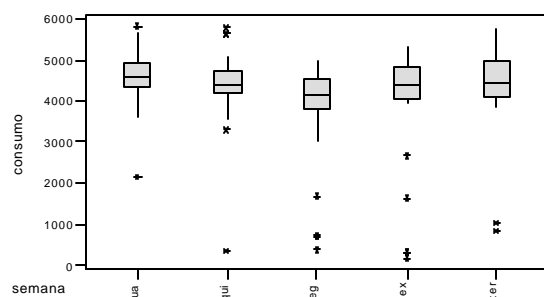
AE1	A rega do jardim é feita:
a	com a mangueira aberta continuamente: <i>ao regar do jardim, o ponto de consumo é deixado continuamente aberto durante a realização da atividade, por exemplo, mangueira deixada constantemente aberta na rega, com ou sem operador; uso de aspersor em local inadequado (próximos a áreas que não necessitem de rega) ou com tempo de funcionamento elevado; quando encher o regador, deixá-lo transbordando.</i>
b	com regador ou aspersor com temporizador: <i>utilização de regador desde que para enchê-lo ele não fique transbordando; aspersor com temporizador desde que este seja colocado em local adequado e programado para uso eficiente da água.</i>
c	aspersor: <i>utilização de aspersor desde que este seja colocado em local adequado com tempo de funcionamento adequado para a realização da atividade.</i>
d	atividade não realizada na escola
AE2	O horário mais freqüente da rega do jardim é:
a	antes das 9h da manhã ou depois das 17h: <i>ou seja, no início da manhã ou final da tarde, horários onde o sol é menos intenso.</i>
b	entre 9 e 17h: <i>ou seja, em horários onde o sol é mais intenso.</i>
c	atividade não realizada na escola
AE3	A limpeza do piso externo normalmente é feita:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>

AMBIENTE: ÁREA INTERNA

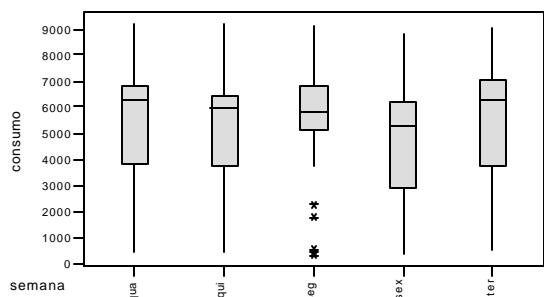
AI1	A limpeza do piso das salas em geral é feita:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>
AI2	A limpeza do piso dos refeitórios na maioria das vezes é feita:
a	com pano e balde: <i>quando a forma de limpeza mais freqüente é realizada passando-se o pano com rodo no piso.</i>
b	com mangueira e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é deixada continuamente aberta durante a realização da atividade, inclui-se ainda o uso de balde onde a torneira utilizada para enchê-lo não é fechada enquanto se despeja a água ou onde o balde ou lavatório fique transbordando durante a limpeza.</i>
c	com balde e rodo/vassoura: <i>ao realizar a limpeza do piso, a torneira é aberta somente quando há a necessidade de emprego de água, por exemplo, uso de balde com água para molhar e enxaguar o piso, onde a torneira é fechada enquanto se despeja a água. Pode-se incluir nessa opção o uso da mangueira, desde que a mesma não seja utilizada como vassoura hidráulica e que permaneça fechada nos momentos em que não haja necessidade de emprego da água.</i>

ANEXO F: ANÁLISE DA VARIÂNCIA DO CONSUMO DE ÁGUA NAS ESCOLAS

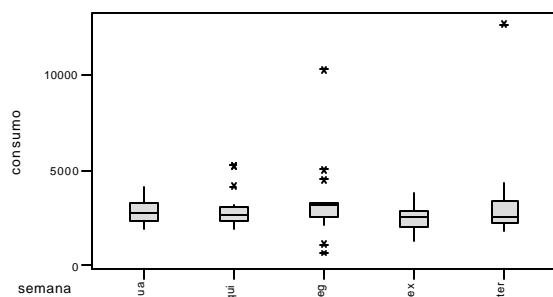
A Figura F.1 apresenta a variabilidade do consumo da água (volume diário) nos diferentes dias da semana (gráfico do tipo *BoxPlot*) para as escolas em análise (ver definição no **Anexo G**).



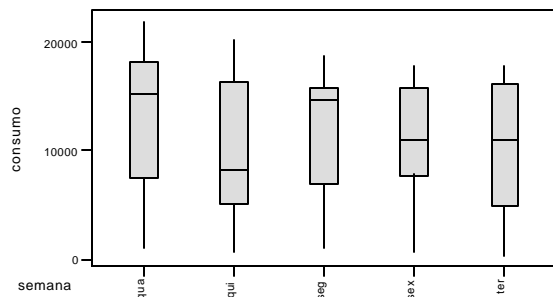
CEMEI 31



CEMEI 44



EMEF 61



EMEF 71

Figura F.1: Volume diário (litros) consumido nos dias da semana das escolas selecionadas.

Na escola CEMEI 31, destacam-se as medianas dos volumes consumidos nas quartas como significativamente mais alta e, nas segundas, como a mais baixa. Os consumos verificados nas terças, sextas e quintas foram similares. Desta forma, conclui-se que a variação dos volumes consumidos nos dias da semana nessa escola não é meramente aleatória, existindo uma causa para esta variabilidade. O índice de consumo médio desta escola, a partir da análise de variância, é de 46,6 L/aluno*dia.

A partir desses dados, foi realizado o teste de *Kruskal Wallis*, que permite a comparação de várias medianas, verificando-se se há alguma diferença entre elas. Este é um teste não-paramétrico, que não necessita do pressuposto de *normalidade* dos dados de consumo e que é menos suscetível aos valores discrepantes, por não se basear no parâmetro média e sim na mediana (ver **Anexo G**).

Através do teste não-paramétrico realizado, não existiram evidências estatísticas, considerando um nível de 5% de significância, para se afirmar a existência de alguma mediana do consumo diferente nos dias da semana (*valor p* menor que 5%).

Para a CEMEI 44, denota-se a existência de um grande número de pontos discrepantes, principalmente nas segundas. De forma geral, o consumo entre os dias da semana é relativamente similar. Ao realizar o teste já citado, conclui-se que as variações dos volumes consumidos nos dias da semana são meramente aleatórias. O consumo médio de água desta escola, a partir da análise de variância, é de 35,0 L/aluno*dia, ou seja, cerca de 10 litros a menos, por aluno e por dia, quando comparado com a CEMEI 31.

No caso da EMEF 61, foi verificado um grande número de pontos discrepantes, principalmente nas segundas feiras, sendo o consumo entre os dias da semana, de forma geral, relativamente similar. Da análise confirmatória tem-se que a ocorrência de pequenas alterações de consumo por dia da semana é também meramente aleatória. O consumo médio de água desta escola, a partir da análise de variância, é de 8,7 L/aluno*dia.

Não há pontos discrepantes na EMEF 71 (ver Figura F.1) e, de maneira similar às demais escolas analisadas, de forma geral, o consumo entre os dias da semana é relativamente similar. Desta forma conclui-se que as pequenas alterações de consumo por dia da semana são meramente ao acaso. O consumo médio de água desta escola, a partir da análise de variância, é de 23,7 L/aluno*dia, valor esse bastante superior ao da EMEF 61.

De maneira similar ao estudo desenvolvido para a análise da variância do consumo nos dias da semana, apresenta-se, na Figura F.2, os gráficos do tipo *BoxPlot* dos volumes mensais.

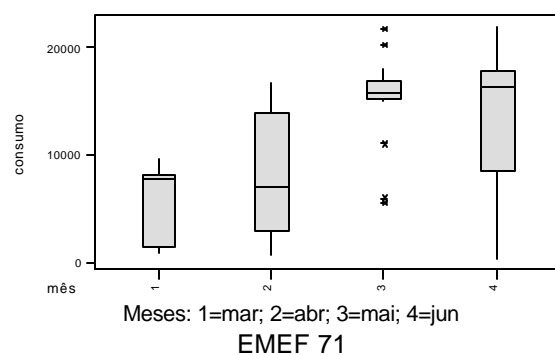
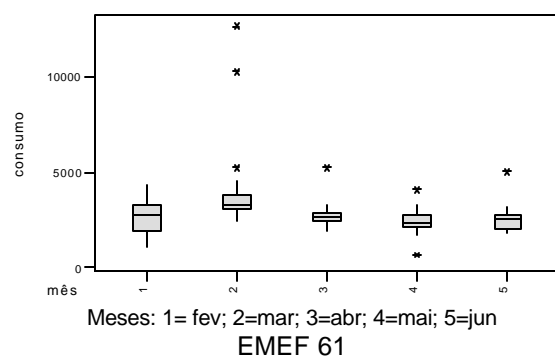
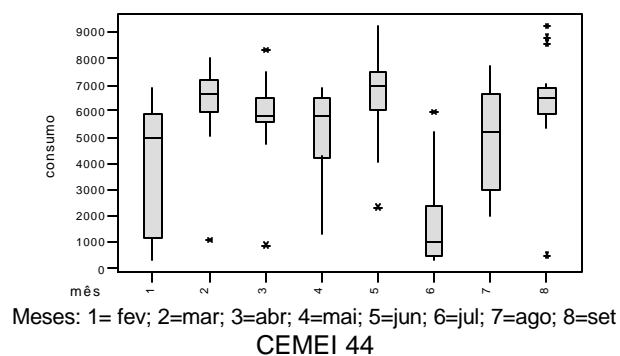
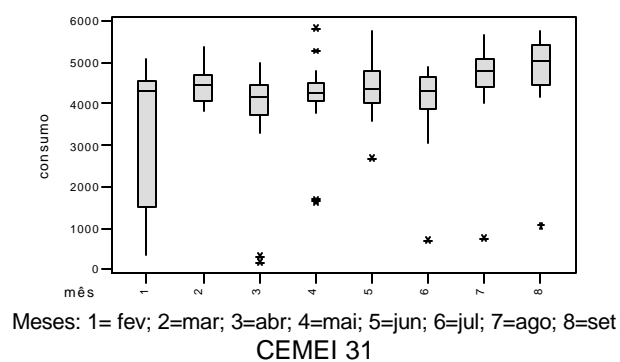


Figura F.2: Volume mensal (litros) consumidos nos dias da semana das escolas selecionadas.

Nos dados da CEMEI 31 foi verificado um grande número de pontos discrepantes, principalmente no terceiro e quarto meses, sendo que o volume mensal consumido, em geral, apresenta uma pequena tendência de crescimento. As medianas de consumo dos meses 1 (fevereiro) e 3 (abril) são as mais baixas e as dos meses 7 (agosto) e 8 (setembro), as mais altas, sendo que todas estas são consideradas como significativamente mais discrepantes. Desta forma conclui-se que as alterações do consumo por mês não são meramente aleatórias, existindo uma causa para a elevação do consumo nestes meses, podendo esta ser influência da sazonalidade.

De maneira similar, na CEMEI 44 foi verificado um grande número de pontos discrepantes, principalmente nos meses 4 (maio) e 8 (setembro). De forma geral, a falta de similaridade é grande, inclusive quanto à dispersão ou amplitude de distribuição do consumo. Destacam-se os meses 1 (fevereiro) e 7 (agosto) como os mais dispersos em termos de consumo. Efetuando-se a análise confirmatória, observa-se que as medianas de consumo dos meses 1 (fevereiro) e 6 (julho) - mais baixas; 2 (março), 5 (junho) e 8 (setembro) - mais altas, como significativamente mais discrepantes. Desta forma, conclui-se também que as variações dos consumos por mês não são meramente aleatórias, podendo ser influência da temperatura, dos eventos realizados na escola entre outros.

No caso da EMEF 61, também foi verificado um grande número de pontos discrepantes, principalmente o mês 2 (março) e que de, forma geral, o consumo neste mês está relativamente mais alto que nos demais meses. A análise confirmatória revela que a mediana do consumo desse mês é significativamente maior que nos demais. Desta forma, conclui-se que a variação do consumo por mês, de maneira similar às demais escolas estudadas, não é meramente aleatória, mas existe uma causa para a grande elevação do consumo neste mês, provocada, provavelmente por um vazamento de grande magnitude.

Por fim, na EMEF 71, a exemplo das demais escolas analisadas, também foi observado um grande número de pontos discrepantes, principalmente no mês 3 (maio) e que, de forma geral, o consumo no terceiro e no quarto meses foram relativamente mais altos que nos demais meses. De acordo com a análise confirmatória, destacam-se as medianas de consumo dos meses 3 (maio) e 4 (junho) como significativamente mais altas que as dos meses 1 (março) e 2 (abril). Desta forma, conclui-se que as alterações dos consumos por mês também não são aleatórias, existindo uma causa para tanto.

Na sequência, foi calculado o índice de consumo (relação entre o volume total consumido em um determinado período de tempo e o número de alunos no mesmo período) e, depois disso, foram realizadas análises comparativas entre os índices de consumo entre tipos de escolas e dentro de uma mesma tipologia. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a diferença mínima significativa pelo teste de *Tukey*, com nível de significância de 5%.

Conforme esperado, já que as duas tipologias atendem crianças com idades e períodos de permanência na escola diferenciados, envolvendo usos diferenciados da água (banho, lavagem de roupa de cama etc.), os testes denotaram a existência de diferenças no índice de consumo médio, sendo o mesmo também verificado dentro de uma mesma tipologia. O consumo médio determinado para a tipologia CEMEI, considerando-se as duas escolas analisadas, é de 40,8 L/aluno*dia; para a tipologia EMEF, também levando-se em consideração as duas unidades investigadas, é de 15,0 L/aluno*dia.

ANEXO G: CONCEITOS GERAIS DE ESTATÍSTICA UTILIZADOS NAS ANÁLISES EFETUADAS

Fonte: SCHNEIDERMAN, B.; COSTA NETO, P. L. O. **Estatística: Fundamentos – 1a. parte.** Escola de Engenharia Mauá, 1979. 332p.

Reproduzido a partir de Colli, Guarino R. Análise de Variância. Notas de aula da disciplina Estatística Aplicada em Ecologia. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/grcolli/disciplinas/estat/aula05.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2005.

G.1. Mediana e gráficos do tipo *BoxPlot*

Considere a Figura G.1, que consiste em gráfico denominado *BoxPlot*. As linhas centrais dos retângulos constantes na referida figura representam a mediana da distribuição de frequência dos dados.

Conforme Schneiderman e Costa Neto (1979), a mediana de uma distribuição em classes de frequências pode ser geometricamente interpretada como o ponto tal que uma vertical por ele traçada divide a área sob o histograma em duas partes iguais. A idéia da mediana, segundo os mesmos autores, é dividir o conjunto ordenado dos dados em dois subconjuntos com iguais números de elementos. Generalizando, têm-se os chamados quartis, cuja idéia é dividir o conjunto ordenado de valores em quatro subconjuntos com igual número de elementos, cuja determinação é efetuada de modo semelhante à mediana. Assim, o segundo quartil corresponde à própria mediana.

Voltando ao gráfico *BoxPlot*, a altura do retângulo obtido é chamada de distribuição interquartil (DI). Os traços horizontais ao final das linhas verticais são traçados sobre o último ponto (de um lado ou de outro) que não é considerado um *outlier* (“ponto fora da curva” ou “ponto discrepante”). No caso do *BoxPlot* em geral, existe uma definição formal para os pontos discrepantes, qual seja: pontos acima do valor do 3º quartil somado a 1,5 vezes o valor de DI ou os pontos abaixo do valor do 1º quartil diminuído de 1,5 vezes a DI são considerados “pontos discrepantes”.

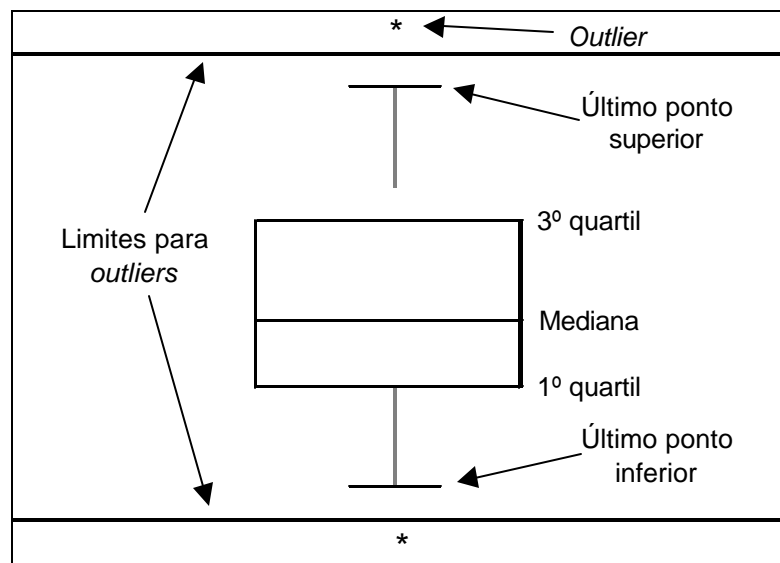


Figura G.1: Gráfico tipo *BoxPlot*.

G.2. Análise Não-paramétrica - Teste de *Kruskal Wallis*

Fonte: Reproduzido a partir de Colli, Guarino R. Análise de Variância. Notas de aula da disciplina Estatística Aplicada em Ecologia. Universidade de Brasília, Departamento de Ecologia - Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Disponível em: <<http://www.unb.br/ib/zoo/grcolli/disciplinas/estat/aula05.htm>>. Acesso em: 29 jan. 2005.

A estatística de *Kruskal Wallis* é definida por:

$$H = \frac{12}{N(N+1)} \sum_{i=1}^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(N+1),$$

Onde:

k = número de amostras

n_j = número de casos na amostra j

$N = \sum n_j$, número de casos em todas as amostras combinadas

R_j = soma de postos na amostra (coluna) j

$\sum_{i=1}^k$ = indica somatório sobre todas as k amostras (colunas)

O procedimento para a realização desse teste é composto pelas seguintes etapas:

(a) dispor, em postos, as observações de todos os k grupos em uma série, atribuindo-lhes postos de 1 a n (b) determinar o valor de R (soma dos postos) para cada um dos k grupos de postos (c) se houver observações empatadas, calcular o valor de H pela

fórmula acima e dividir por $1 - \frac{\sum T}{N^3 - N}$, onde $\sum T = \sum (t^3 - t)$ e t é o número de observações no grupo i de observações empatadas (d) a significância de um valor tão grande quanto o valor observado de H pode ser determinada mediante referência à uma tabela de χ^2 com graus de liberdade (GL) igual a $k-1$ (e) rejeita-se a hipótese nula quando, para um determinado valor de significância previamente fixado, o valor calculado de H for superior ao valor crítico da tabela - caso a hipótese nula seja rejeitada, utilizar o teste de comparação múltipla, abaixo descrito, para testar diferenças entre médias par a par:

$$Q = \frac{(\bar{R}_g - \bar{R}_a)}{SE}$$

(a) calcular o valor de, onde \bar{R} é a média dos postos de um determinado grupo e

$$SE = \sqrt{\left(\frac{N(N+1)}{12} + \frac{\sum T}{12(N-1)} \right) \left(\frac{1}{n_a} + \frac{1}{n_g} \right)}$$

(b) rejeitar a hipótese de igualdade entre as duas médias sendo comparadas, quando o valor de Q for maior que o valor de Q da Tabela B.14, para um dado número de grupos (c) e um nível de significância previamente estabelecido.

ANEXO H: CARACTERIZAÇÃO DA EMEF 71

DESCRIÇÃO DA ESCOLA

A escola municipal de ensino fundamental (EMEF) Virgínia Mendes A. Vasconcelos, localizada na Rua Armando dos Santos, 255, Jd Maria Rosa, tinha, na data do levantamento realizado, uma população de 585 alunos, 13 funcionários e 20 professores. Foi construída em 1980 e passou por sua última reforma em 1997. Possui uma área de 2.241,84m², distribuída em: área construída de 960,57 m² (42,85%), área permeável de 231m² (10,3%), área impermeável de 1.050,27m² (46,85%). A edificação dispõe de 7 salas de aula, 2 banheiros de funcionários (feminino e masculino), 2 banheiros de alunos (feminino e masculino), 1 diretoria, 1 secretaria, 1 refeitório, 1 despensa, 1 depósito de material de limpeza, 1 pátio, 1 quadra de esportes, 1 jardim, 1 almoxarifado, 1 biblioteca, 1 sala de computadores, 1 sala de professores e 1 cozinha.

Foram entrevistados 2 cozinheiros, 1 diretor, 3 professores, 1 servente, 1 vigilante, 1 funcionário que exerce outra função, 32 alunas e 28 alunos, ou seja, 10,29% dos alunos e 27,27% dos funcionários.

A escola funciona em 3 períodos: matutino (7 às 11h) com 186 alunos, intermediário (11 às 15h) com 186 alunos e vespertino (15 às 19h) com 211 alunos. Serve refeição aos alunos 4 vezes por semana e lanche uma vez por semana. As férias ocorrem em julho, janeiro e dezembro e a escola não é utilizada nos finais de semana.

O banheiro de alunas possui 3 bacias sanitárias, 2 chuveiros em desuso e 1 lavatório tipo calha com 4 torneiras. O de alunos possui 3 bacias sanitárias, 1 chuveiro, 1 lavatório tipo calha com 3 torneiras e 1 mictório tipo calha. O banheiro de funcionários possui, 1 bacia sanitária, 1 chuveiro removido e 1 lavatório individual. O banheiro de funcionárias e professoras possui 2 bacias sanitárias e 1 lavatório individual.

Da Figura H.1 a Figura H.4 são apresentadas fotos da EMEF 71.



Figura H.1: Fotos da área externa – EMEF 71.



Figura H.2: Fotos cozinha: pias e tanque – EMEF 71.



Figura H.3: Fotos mictório tipo calha – EMEF 71.



Figura H.4: Fotos banheiro alunos – EMEF 71.

Na Figura H.5 é apresentado o croqui de implantação da escola e, na Figura H.6, a planta baixa da EMEF 71.

Os Ambientes sanitários são detalhados na Figura H.7 e na Figura H.8.

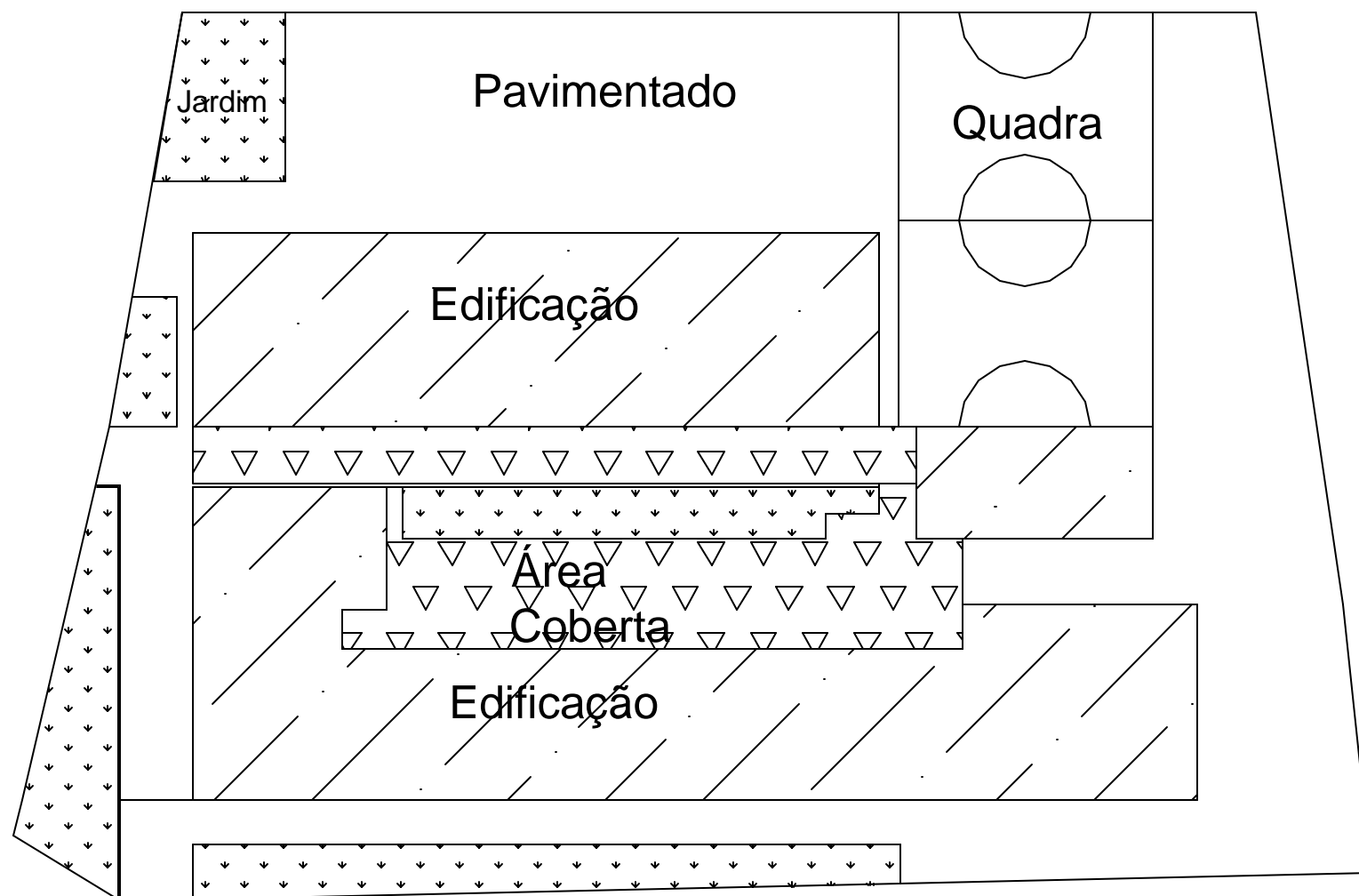


Figura H.5: CROQUI DE IMPLANTAÇÃO – EMEF 71 – Sem escala.

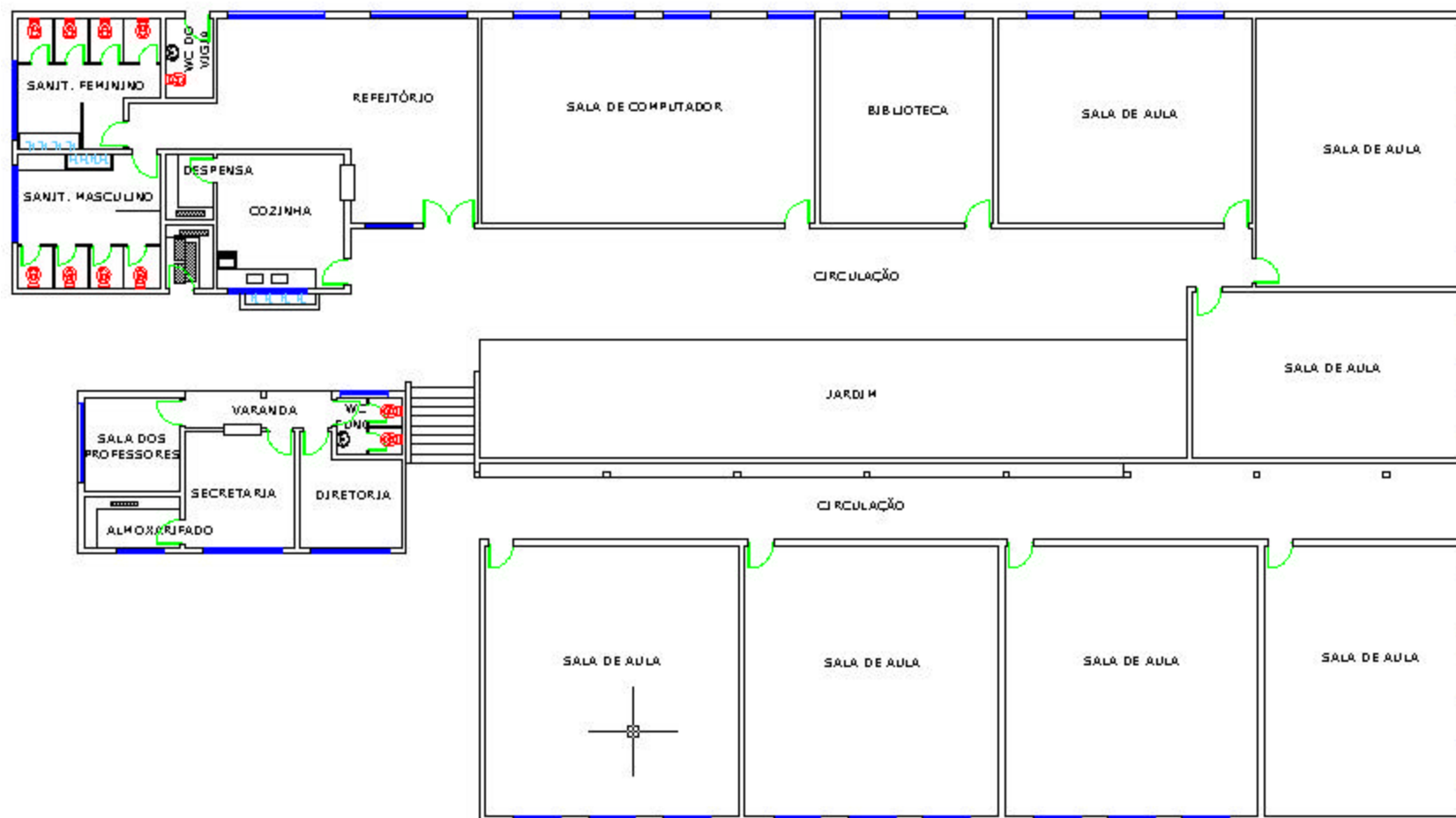


Figura H.6: PLANTA BAIXA - Sem escala.

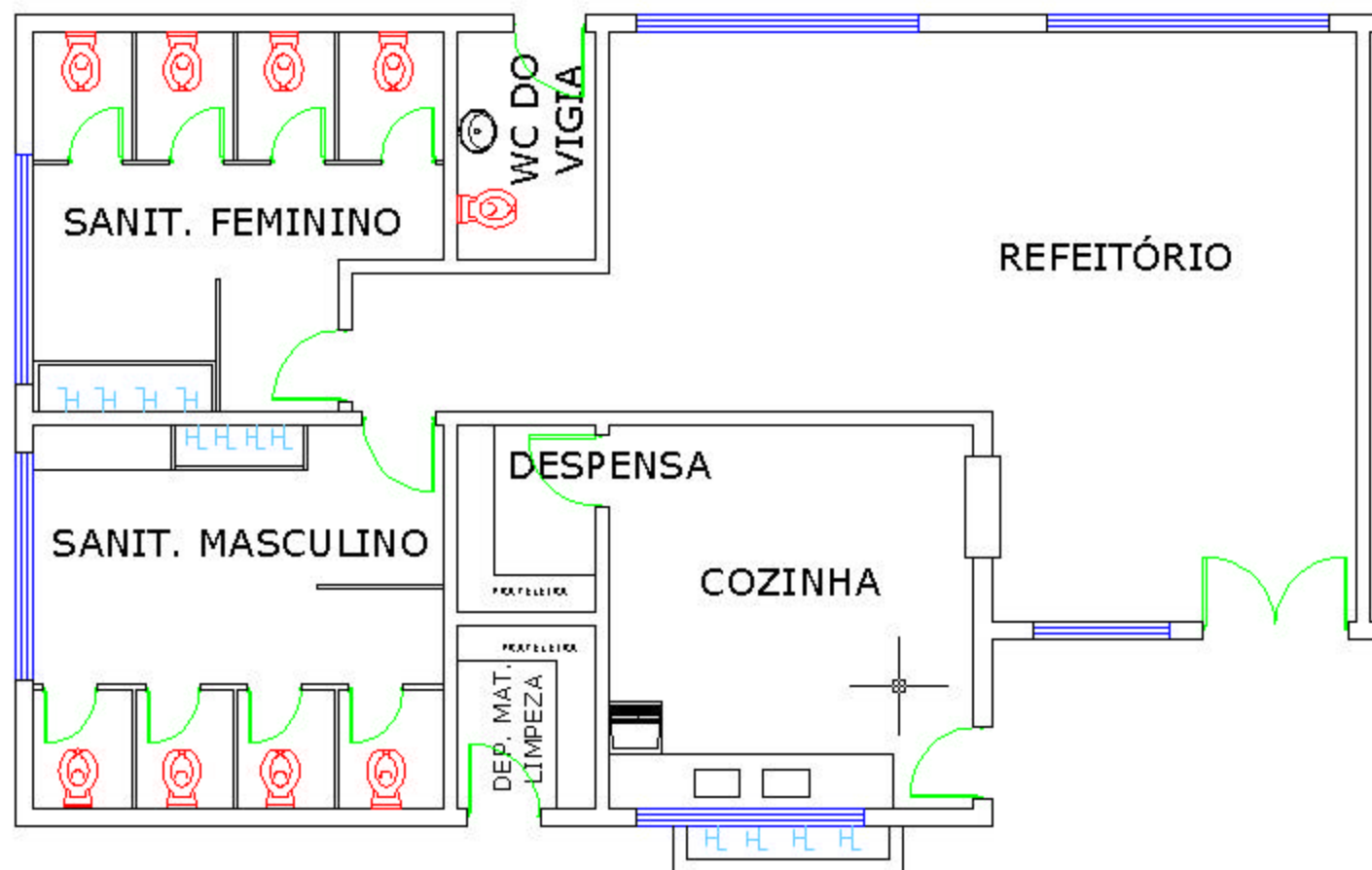


Figura H.7: DETALHE DOS AMBIENTES SANITÁRIOS

Banheiros de alunos (feminino e masculino), banheiro de funcionários (masculino) e cozinha
Sem escala

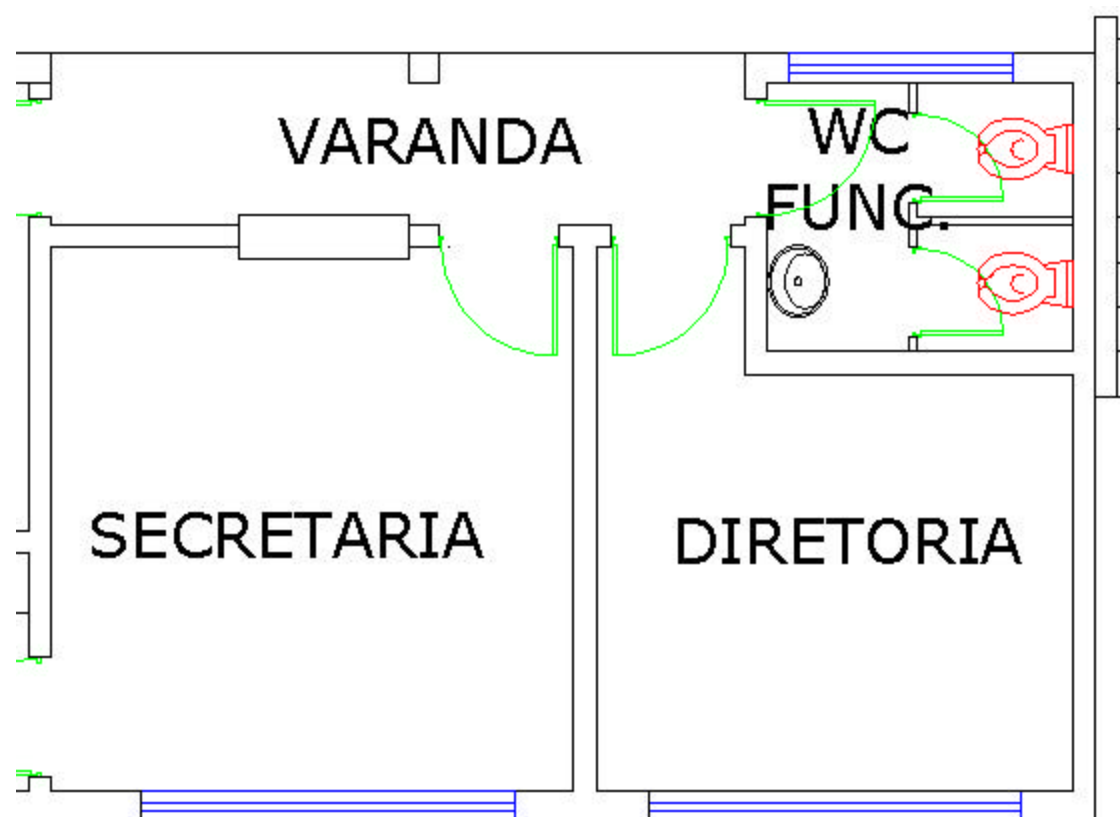


Figura H.8: DETALHE DO AMBIENTE SANITÁRIO

Banheiro de funcionárias e professoras
Sem escala

ANEXO I: DETALHAMENTO DOS VALORES ESTIMADOS DE REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA

Bacia sanitária com válvula de descarga

O volume consumido na descarga de bacias sanitárias com válvula depende da vazão de regulação da mesma e do tempo de acionamento. As bacias VDR são projetadas para, que com um volume de descarga de cerca de 6,8 litros (volume nominal de 6L), atendam aos requisitos de desempenho de uma bacia sanitária: remoção e transporte de sólidos, troca da água do poço, lavagem das paredes, reposição do fecho hídrico e não respingar, porém, o volume consumido é dependente da forma de uso.

Os fabricantes de metais sanitários vêm disponibilizando também válvulas de descarga de ciclo fixo, que liberam água até o tempo máximo de 4 segundos, mesmo que o usuário permaneça pressionando o botão de acionamento, a qual não foi considerada no presente trabalho porque, para as válvulas cujo corpo é embutido na parede, essa tecnologia ainda não se encontra disponível para compra nas lojas de materiais de construção.

De acordo com a estimativa realizada por três pontos apresentada no Capítulo 4, obteve-se um número de usos médio estimado das bacias sanitárias, por usuário, igual a 1 para o banheiro de alunas e de 0,4 para o banheiro de alunos, devido a existência de mictório. Considerando que cada acionamento com uso de bacia VDR seja de 6,8 litros, temos uma redução de, 44,8% no consumo do equipamento, gerando um impacto de redução de 17,1% no consumo total da escola.

Lavatório individual ou tipo calha interno

Com relação às torneiras hidromecânicas, para fazer a estimativa de redução das torneiras de lavatório, foi considerada como vazão de acionamento o valor mínimo recomendado pela norma NBR 13713 (ABNT, 1996), ou seja, 0,05L/s e um tempo médio de acionamento de 10 segundos (o valor máximo permitido pela referida norma é de 15 segundos), então, cada acionamento seria de 0,5 litros.

Da estimativa do consumo realizada, a média de uso das torneiras de lavatório dos banheiros é de 1,2 vezes no caso dos alunos e 1,4 vezes no caso das alunas. A partir desses valores, o consumo nos lavatórios do banheiro dos alunos teria uma redução 21,8%, o que representa 0,4% do consumo total da escola, enquanto o das alunas apresentou um acréscimo de 27,4% no consumo do equipamento, que corresponde a um acréscimo de 0,3% no consumo total, devido ao fato de que a duração de cada uso considerada para a estimativa do consumo, a partir da observação em campo, ser menor que a empregada para torneira economizadora (4 e 10 segundos). Outro fator é o fato da vazão média nas torneiras do banheiro masculino ser maior que o feminino (0,15L/s e 0,10L/s). Assim, na referida escola, estima-se que o consumo total reduziria 0,1% com a implementação dessa tecnologia.

Pela análise efetuada, poder-se-ia substituir somente as torneiras do banheiro masculino, porém, conforme exposto no início do Capítulo 5, uma das premissas estabelecidas é que seriam efetuadas trocas em ambientes similares, para evitar distinções.

Mictório individual e tipo calha

Conforme Schmidt (2003), as válvulas hidromecânicas para mictório disponíveis no mercado nacional são reguladas na fábrica com tempo médio de acionamento entre 6 a 9 segundos. Segundo esse mesmo autor, o referido equipamento consome, em média, 0,6 a 0,9 litros de água por acionamento. Supondo que cada descarga seja de 0,9 litros e que 292 alunos (cerca de 50% do total) procedam a descarga, em média, 1 vez ao dia (estabelecido em função do período de permanência na escola, que é de 4 horas), obtém-se um consumo diário de 263 litros, representando uma redução do consumo nesse ponto de água de 94,5% e de 33,9% no consumo diário.

Pia e tanque de cozinha

Com relação à cozinha, optou-se por instalar metais com arejadores e, na pia, além deste, optou-se pela torneira de alavanca (acionamento com o braço, para facilitar a utilização do equipamento nesse tipo de ambiente). Vale ressaltar que, no caso da cozinha, para atingir resultados mais efetivos, é imprescindível o estabelecimento de procedimentos padrão para a realização das atividades e o consequente treinamento dos usuários. Com a instalação dos dispositivos propostos, estima-se uma redução de 5% nesses equipamentos, o que representa 0,5% de redução do consumo diário.

Tanque e torneira de uso geral – área externa

Assim como na cozinha, o uso racional da água nos aparelhos da área externa depende muito mais do comportamento do usuário do que de alguma tecnologia, tendo em vista os produtos disponíveis no mercado nacional. Sugere-se, porém, o emprego de torneira de acesso restrito em substituição às torneiras de uso geral para, dessa forma, impedir o uso de pessoas externas à escola. Nos tanques, seriam mantidos os componentes convencionais.

Vale ressaltar que, em algumas unidades, os usuários relataram que as escolas são invadidas nos finais de semana para lavagem de carro, tapetes e/ou utilização da quadra de esportes, sendo que as torneiras são muitas vezes deixadas totalmente abertas (ou mal fechadas) após o uso, as quais somente serão fechadas quando a escola retoma as suas atividades, na segunda-feira pela manhã. No caso da EMEF 71, de acordo com o questionário, isso não se verifica. Assim, optou-se por não considerar redução no consumo advinda da instalação das torneiras de uso geral externas de acesso restrito.

Lavatório tipo calha - área externa

No caso dos lavatórios tipo calha instalados na área externa, além dos problemas citados relativos ao uso por pessoas estranhas à escola, foi verificado, para algumas unidades estudadas, que o índice de furtos e/ou vandalismo é grande. Assim, propõe-se a instalação de torneiras com acionamento hidromecânico e acabamento antivandalismo.

De acordo com a estimativa realizada, os alunos utilizam as torneiras do lavatório tipo calha externo, em média, 1,8 vezes. De maneira similar às torneiras de lavatório citadas anteriormente, para uma vazão de 0,05L/s e um tempo médio de fechamento de 10 segundos, temos um volume de 0,5 litros por acionamento, gerando um consumo de 526,5 litros. Como a estimativa efetuada para o consumo médio atual, no caso da população de alunas, implica em um volume inferior ao estimado com o uso das torneiras hidromecânicas, estima-se um acréscimo de 32,3% em seu consumo, o que representa aumento de 1% no consumo total.

ANEXO J: COTAÇÃO DOS MATERIAIS

Cotação dos materiais realizados em cinco lojas de materiais de construção da cidade de Campinas e uma de São Paulo.

Tabela J.1: Valores cotados em lojas de materiais de construção.

Itens	Loja A	Loja B	Loja C	Loja D	Loja E	Loja F	Média
Tubo de alimentação cromado	---	R\$ 23,10	R\$ 22,30	R\$ 15,32	---	---	R\$ 20,24
Válvula de descarga sem acabamento	R\$ 79,00	R\$ 78,30	R\$ 59,90	---	---	---	R\$ 72,40
Válvula de descarga com acabamento (kit)	R\$ 92,59	R\$ 103,70	---	---	---	---	R\$ 98,15
Acabamento para válvula de descarga	---	---	R\$ 47,19	R\$ 19,00	---	---	R\$ 33,10
Bacia sanitária VDR	R\$ 87,55	R\$ 89,20	R\$ 49,53	R\$ 48,50	---	---	R\$ 68,70
Acabamento da válvula de descarga do tipo uso público	---	---	---	R\$ 98,60	---	---	R\$ 98,60
Acabamento da válvula de descarga do tipo antivandalismo	R\$ 78,48	---	R\$ 80,19	---	---	---	R\$ 79,34
Acabamento de válvula de descarga para portador de necessidades especiais	---	---	R\$ 229,65	---	---	---	R\$ 229,65
Flexível metálico	---	R\$ 15,94	R\$ 9,60	R\$ 16,30	R\$ 16,06	---	R\$ 14,48
Torneira hidromecânica de bancada tipo compacta	R\$ 163,84	R\$ 169,85	R\$ 137,10	R\$ 142,90	---	---	R\$ 153,42
Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	---	---	R\$ 3,15	R\$ 3,74	---	---	R\$ 3,45
Torneira hidromecânica antivandalismo - Docol	---	---	R\$ 284,00	---	---	---	R\$ 284,00
Torneira hidromecânica de parede	R\$ 171,70	R\$ 162,59	R\$ 164,09	R\$ 174,05	---	---	R\$ 168,11
Mictório individual com sifão integrado	R\$ 284,28	R\$ 207,50	---	R\$ 209,90	---	---	R\$ 233,89
Válvula de descarga hidromecânica para mictórios	R\$ 157,36	R\$ 163,15	R\$ 134,90	---	---	R\$ 138,08	R\$ 148,37
Válvula de descarga hidromecânica antivandalismo para mictórios	---	---	R\$ 190,71	---	---	---	R\$ 190,71
Torneira de pia de parede com arejador	---	R\$ 131,33	R\$ 105,11	R\$ 48,90	---	---	R\$ 95,11
Torneira de cotovelo de pia de parede com arejador	---	---	R\$ 107,30	R\$ 114,90	---	---	R\$ 111,10
Torneira de tanque com arejador	R\$ 41,71	R\$ 64,75	R\$ 63,28	R\$ 21,50	---	---	R\$ 47,81
Torneira de uso geral com acesso restrito com rosca	---	R\$ 27,81	R\$ 39,80	R\$ 21,50	---	---	R\$ 29,70
Bolsa preta	---	---	R\$ 1,30	R\$ 1,67	R\$ 1,10	---	R\$ 1,36
2 parafusos com arruela	---	---	---	R\$ 3,90	---	---	R\$ 3,90
Adaptador curto marrom de 50 mm	R\$ 2,20	---	R\$ 1,89	R\$ 2,00	---	R\$ 2,06	R\$ 2,04
Spud cromado 1.1/2"	R\$ 17,90	---	---	---	---	R\$ 17,80	R\$ 17,85

NOTA: Loja B, localizada na cidade de São Paulo.

ANEXO K: VALORES DE MATERIAL E MÃO-DE-OBRA POR INTERVENÇÃO

Tabela K.1: Itens e preços por intervenção.

Ponto de consumo	Intervenção		Itens	Valor (R\$)	Preço do item (R\$)	Preço final (R\$)
Bacia sanitária com válvula de descarga	I.1	Substituição da válvula de descarga e substituição por bacia VDR	Mão-de-obra	50,00	246,43	399,22
			Tubo de alimentação cromado	20,24		
			Bolsa preta	1,36		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			2 adaptadores curtos marrom de 50 mm	4,08		
			Bacia sanitária VDR	68,70		
			Válvula de descarga com acabamento(kit)	98,15		
	I.2	Substituição por válvula de descarga com acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR	Mão-de-obra	75,00	325,02	526,53
			Tubo de alimentação cromado	20,24		
			Bolsa preta	1,36		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			2 adaptadores curtos marrom de 50 mm	4,08		
			Bacia sanitária VDR	68,70		
			Válvula de descarga sem acabamento	72,40		
			Acabamento da válvula de descarga do tipo antivandalismo	79,34		
	I.3	substituição por bacia VDR	Mão-de-obra	25,00	123,28	199,71
			Tubo de alimentação cromado	20,24		
			Bolsa preta	1,36		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			2 adaptadores curtos marrom de 50 mm	4,08		
			Bacia sanitária VDR	68,70		
	I.4	substituição do acabamento antivandalismo e substituição por bacia VDR	Mão-de-obra	50,00	246,88	399,95
			Tubo de alimentação cromado	20,24		
			Bolsa preta	1,36		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			2 adaptadores curtos marrom de 50 mm	4,08		
			Bacia sanitária VDR	68,70		
			Acabamento da válvula de descarga do tipo uso público	98,60		

Tabela K.1: Itens e preços por intervenção. (continuação)

Ponto de consumo	Intervenção		Itens	Valor (R\$)	Preço do item (R\$)	Preço final (R\$)
Bacia sanitária com válvula de descarga - portador de necessidades especiais	I.5	Substituição do acabamento da válvula de descarga pelo modelo para portador de necessidades especiais	Mão-de-obra	25,00	327,05	529,82
			Válvula de descarga	72,40		
			Acabamento de válvula de descarga para portador de necessidades especiais	229,65		
Lavatório individual	I.6	Substituição por torneira hidromecânica de bancada	Mão-de-obra	12,50	180,40	292,25
			Flexível metálico	14,48		
			Torneira hidromecânica de bancada tipo compacta	153,42		
	I.7	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	Mão de obra	50,00	337,45	546,67
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Torneira hidromecânica antivandalsimo	284,00		
Lavatório tipo calha	I.8	Substituição por torneira hidromecânica de parede antivandalismo	Mão-de-obra	50,00	337,45	546,67
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Torneira hidromecânica antivandalismo	284,00		
	I.9	Substituição por torneira hidromecânica de parede	Mão-de-obra	12,50	184,06	298,18
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Torneira hidromecânica de parede	168,11		
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Válvula de descarga hidromecânica antivandalismo para mictórios	190,71		

Tabela K.1: Itens e preços por intervenção. (continuação).

Ponto de consumo	Intervenção		Itens	Valor (R\$)	Preço do item (R\$)	Preço final (R\$)
Mictório tipo calha	I.10	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica para mictório	Mão-de-obra	50,00	457,46	741,09
			Mictório com sifão integrado	233,89		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			Spud cromado 1.1/2"	17,85		
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Válvula de descarga hidromecânica para mictórios	148,37		
	I.11	Substituição por mictório individual com sifão integrado e válvula hidromecânica antivandalismo para mictório	Mão-de-obra	100,00	549,80	890,68
			Mictório com sifão integrado	233,89		
			2 parafusos com arruela	3,90		
			Spud cromado 1.1/2"	17,85		
			Cotovelo 90 azul com rosca de metal 3/4	3,45		
			Válvula de descarga hidromecânica antivandalismo para mictórios	190,71		
Pia de cozinha	I.12	Substituição por torneira de pia de parede com arejador	Mão-de-obra	12,50	107,61	174,33
			Torneira de pia de parede com arejador	95,11		
	I.13	Substituição por torneira de cotovelo de pia de parede com arejador	Mão-de-obra	12,50	123,60	200,23
			Torneira de cotovelo de pia de parede com arejador	111,10		
Tanque de cozinha	I.14	Substituição por torneira de pia de parede com arejador	Mão-de-obra	12,50	107,61	174,33
			Torneira de pia de parede com arejador	95,11		
Tanque externo	I.15	Substituição por torneira com arejador	Mão-de-obra	12,50	60,31	97,70
			Torneira de tanque com arejador	47,81		
Torneira de lavagem externa	I.16	Substituição por torneira de acesso restrito com rosca	Mão-de-obra	12,50	42,20	68,36
			Torneira de uso geral com acesso restrito com rosca	29,70		

ANEXO L: DEFINIÇÃO E VARIAÇÃO DA TAXA SELIC

Definição e variação da taxa Selic (Sistema Especial de Liquidação e de Custódia) segundo o *site* do Banco Central do Brasil. Extraído de: <<http://www.bcb.gov.br>>. Acesso em 04 e 24 jan. de 2005.

Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?SELICINTRO>>. Acesso em 04 jan. 2005.

CONCEITO

O **Sistema Especial de Liquidação e de Custódia - SELIC**, do Banco Central do Brasil, é um sistema informatizado que se destina à custódia de títulos escriturais de emissão do Tesouro Nacional e do Banco Central do Brasil, bem como ao registro e à liquidação de operações com os referidos títulos.

O SELIC opera na modalidade de **Liquidação Bruta em Tempo Real (LBTR)**, sendo as operações nele registradas liquidadas uma a uma por seus valores brutos em tempo real.

Além do serviço de custódia de títulos e de registro e liquidação de operações, integram o SELIC os seguintes módulos complementares:

- a. Oferta Pública Formal Eletrônica (Ofpub)
- b. Leilão Informal Eletrônico de Moeda e de Títulos (Leinf)

A administração do SELIC e de seus módulos complementares é de competência exclusiva do Departamento de Operações do Mercado Aberto (Demab) do Banco Central do Brasil.

Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?SELICDESCRICA0>>. Acesso em 04 jan 2005.

Taxa SELIC

CONCEITO

É a taxa apurada no Selic, obtida mediante o cálculo da taxa média ponderada e ajustada das operações de financiamento por um dia, lastreadas em títulos públicos federais e cursadas no referido sistema ou em câmaras de compensação e liquidação de ativos, na forma de operações compromissadas. Esclarecemos que, neste caso, as operações compromissadas são operações de venda de títulos com compromisso de recompra assumido pelo vendedor, concomitante com compromisso de revenda assumido pelo comprador, para liquidação no dia útil seguinte. Ressaltamos, ainda, que estão aptas a realizar operações compromissadas, por um dia útil, fundamentalmente as instituições financeiras habilitadas, tais como bancos, caixas econômicas, sociedades corretoras de títulos e valores mobiliários e sociedades distribuidoras de títulos e valores mobiliários.

METODOLOGIA DE CÁLCULO

A taxa média ajustada das mencionadas operações de financiamento é calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$\left[\left(\frac{\sum_{j=1}^n L_j \cdot V_j}{\sum_{j=1}^n V_j} \right)^{252} - 1 \right] \times 100 \text{ \% ao ano}$$

onde, L_j : fator diário correspondente à taxa da j -ésima operação;

V_j : valor financeiro correspondente à taxa da j -ésima operação;

n : número de operações que compõem a amostra.

A amostra é constituída excluindo-se do universo as operações atípicas, assim consideradas:

- no caso de distribuição simétrica: 2,5% das operações com os maiores fatores diários e 2,5% das operações com os menores fatores diários;
- no caso de distribuição assimétrica positiva: 5% das operações com os maiores fatores diários;
- no caso de distribuição assimétrica negativa: 5% das operações com os menores fatores diários.

O cálculo é feito diretamente pelo sistema Selic após o encerramento das operações, em processo noturno.

COMENTÁRIOS

Do exposto podemos concluir que a taxa Selic se origina de taxas de juros efetivamente observadas no mercado. As taxas de juros relativas às operações em questão refletem, basicamente, as condições instantâneas de liquidez no mercado monetário (oferta versus demanda de recursos). Estas taxas de juros não sofrem influência do risco do tomador de recursos financeiros nas operações compromissadas, uma vez que o lastro oferecido é homogêneo. Como todas as taxas de juros nominais, por outro lado, a taxa Selic pode ser decomposta "ex post", em duas parcelas: taxa de juros reais e taxa de inflação no período considerado.

A taxa Selic, acumulada para determinados períodos de tempo, correlaciona-se positivamente com a taxa de inflação apurada "ex post".

DIVULGAÇÃO

A divulgação da taxa Selic é responsabilidade do Departamento de Operações do Mercado Aberto, Divisão de Administração do Selic (Demab/Dicel).

Primeiramente, a taxa é divulgada para todos os participantes da Rede do Sistema Financeiro Nacional - RSFN, por meio de envio do arquivo ASEL002 em mensagem GEN0015, anexado no bloco USERMSG.

A atualização no Sisbacen (PTAX860) e na página do BCB na Internet (www.bcb.gov.br) se dá logo em seguida, pois é feita automaticamente com base no conteúdo desta mensagem. Posteriormente, ao término do processamento noturno do Selic, a taxa fica disponível para consulta na página Selic RTM (www.selic.rtm), destinada exclusivamente aos participantes da Rede de Telecomunicações para o Mercado - RTM (www.rtm.net.br).

Não há horário pré-determinado para a divulgação da taxa Selic. Podemos dizer que, normalmente, ela é divulgada entre 20:00h e 21:00h. Em situações excepcionais, o processamento noturno pode ser postergado e a divulgação pode ocorrer mais tarde.

OBTENÇÃO

Caso se queira obter uma série de taxas de um período, essa informação está disponível em formato de arquivo, na página do Selic RTM (www.selic.rtm) e na página do Banco Central (<http://www.bcb.gov.br/?SELIC>). Também pode ser obtida em séries temporais (<http://www.bcb.gov.br/?SERIETEMP>), código de série 1178, que corresponde à PTAX860.

Caso a ideia seja usar a taxa divulgada no dia por algum processo informatizado, recomendamos obtê-la por meio do arquivo ASEL002.

Para participantes da RSFN, é possível automatizar o processo a partir do recebimento da mensagem GEN0015. O arquivo ASEL002 está no corpo da mensagem (USERMSG), mas também fica residente no diretório público do servidor de FTP do Selic na RSFN ([ftp01.selic.rsfn.net.br](ftp://ftp01.selic.rsfn.net.br)). O acesso deve ser realizado com usuário e senha correspondentes ao ISPB da instituição.

Acesso ao diretório público: <ftp://<ispb>:<ispb>@ftp01.selic.rsfn.net.br/publico>

Para participantes da RTM, o arquivo ASEL002 fica residente no servidor de FTP do Selic na RTM ([ftp.selic.rtm](ftp://ftp.selic.rtm)). O acesso pode ser realizado com usuário e senha anônimos.

Acesso ao servidor: <ftp://ftp.selic.rtm>

NORMATIVOS

- Resolução nº 1124, de 15.05.86, do Conselho Monetário Nacional (revogada);
- Resolução nº 1693 (art.1º, inciso VI), de 26.03.90, do Conselho Monetário Nacional;
- Decreto nº 2.701, de 30.07.98, art. 2º, inciso IV (DOU 31.07.98);
- Comunicado nº 2.302, de 04.02.91, do Banco Central do Brasil;
- Circular nº 2761, de 18.06.97, do Banco Central do Brasil.

<http://www.bcb.gov.br/?SELICMES>

Índices calculados até o dia 31/12/2004

Mês	Fator Mensal	Fator Acumulado no Ano
Jan	1,01267551	1,01267551
Fev	1,01084394	1,02365691
Mar	1,01379123	1,03777440
Abr	1,01181850	1,05003934
Mai	1,01227805	1,06293177
Jun	1,01229889	1,07600465
Jul	1,01286889	1,08985164
Ago	1,01293586	1,10394981
Set	1,01251327	1,11776383
Out	1,01213224	1,13132481
Nov	1,01250986	1,14547752
Dez	1,01482823	1,16246292

Tabela L.1: Índices calculados – taxa Selic – 2005.

Data	Taxa Anual	Taxa*	Fator Diário	Fator Acumulado
03/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,163217
04/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,163971
05/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,164725
06/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,16548
07/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,166236
10/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,166992
11/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,167748
12/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,168505
13/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,169263
14/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,170021
17/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,170779
18/01/05	17,74	17,74	1,000648	1,171538
19/01/05	17,75	17,75	1,000649	1,172298
20/01/05	18,24	18,24	1,000665	1,173078
21/01/05	18,24	18,24	1,000665	1,173858

FONTE: Banco Central do Brasil (20

ANEXO M: RENDIMENTOS DA CADERNETA DE POUPANÇA

De acordo com Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA).
Disponível em <www.ipeadata.gov.br>. Acesso em: 06 jan 2005.

Tabela M.1: Rendimento da caderneta de poupança em % a.m.

Mês	Ano Base				
	2000	2001	2002	2003	2004
Janeiro	0,72	0,64	0,76	0,99	0,63
Fevereiro	0,73	0,54	0,62	0,91	0,55
Março	0,73	0,67	0,68	0,83	0,68
Abril	0,63	0,66	0,74	0,92	0,59
Maio	0,71	0,68	0,71	0,97	0,66
Junho	0,72	0,65	0,66	0,92	0,68
Julho	0,66	0,75	0,77	1,05	0,70
Agosto	0,70	0,85	0,75	0,91	0,70
Setembro	0,60	0,66	0,73	0,84	0,67
Outubro	0,63	0,79	0,78	0,82	0,61
Novembro	0,62	0,69	0,77	0,68	0,62
Dezembro	0,60	0,70	0,86	0,69	0,74
Média¹	0,67	0,69	0,74	0,88	0,65

¹ Média calculada a partir dos valores obtidos.

FONTE: Adaptado de IPEA (2005).

ANEXO N: COTAÇÃO DO DÓLAR E DO EURO

Cotação do dólar e do euro no período de levantamento dos preços dos materiais e mão-de-obra, entre 25/10/2004 e 14/01/2005. Disponível em <www.invertia.com.br>. Acesso em: 15 jan 2005.

DATA	REAL - DóLAR PTAX - BACEN (REAL PTAXBACEN/DóLAR)				EURO (DóLAR/EURO)				(REAL/EURO) ¹
	ÚLTIMO	ABERT.	MAX	MIN	ÚLTIMO	ABERT.	MAX	MIN	
14/01/05	2,701	---	2,711	2,711	1,310	0	1,321	1,309	3,538
13/01/05	2,711	---	2,711	2,711	1,321	0	1,321	1,321	3,581
12/01/05	2,711	---	2,697	2,697	1,326	0	1,327	1,326	3,595
11/01/05	2,697	---	2,703	2,703	1,311	0	1,312	1,311	3,536
10/01/05	2,703	---	2,703	2,703	1,312	0	1,312	1,311	3,546
07/01/05	2,721	---	2,710	2,710	1,308	0	1,322	1,304	3,559
06/01/05	2,710	---	2,689	2,689	1,317	0	1,318	1,317	3,569
05/01/05	2,689	---	2,668	2,668	1,326	0	1,327	1,326	3,566
04/01/05	2,668	---	2,654	2,654	1,328	0	1,329	1,328	3,543
03/01/05	2,654	---	2,654	2,654	1,346	0	1,347	1,346	3,572
31/12/04	2,654	---	2,654	2,654	1,357	0	1,365	1,354	3,601
30/12/04	2,684	---	2,684	2,684	1,362	0	1,363	1,362	3,656
29/12/04	2,690	---	2,690	2,690	1,359	0	1,360	1,359	3,656
28/12/04	2,698	---	2,698	2,698	1,358	0	1,359	1,358	3,664
27/12/04	2,691	---	2,691	2,691	1,361	0	1,362	1,360	3,662
24/12/04	2,699	2,699	2,699	2,699	1,353	0	1,354	1,350	3,652
23/12/04	2,699	---	2,699	2,699	1,350	0	1,351	1,350	3,644
22/12/04	2,689	---	2,689	2,689	1,340	0	1,340	1,339	3,603
21/12/04	2,693	---	2,693	2,693	1,336	0	1,337	1,336	3,598
20/12/04	2,725	---	2,725	2,725	1,340	0	1,340	1,339	3,652
17/12/04	2,729	---	2,729	2,729	1,331	0	1,332	1,324	3,632
16/12/04	2,751	---	2,751	2,751	1,326	0	1,326	1,325	3,648
15/12/04	2,758	---	2,758	2,758	1,341	0	1,341	1,340	3,698
14/12/04	2,770	---	2,770	2,770	1,329	0	1,331	1,329	3,681
13/12/04	2,787	---	2,787	2,787	1,332	0	1,332	1,331	3,712
10/12/04	2,774	---	2,774	2,774	1,322	0	1,329	1,318	3,667
09/12/04	2,766	---	2,766	2,766	1,328	0	1,329	1,328	3,673
08/12/04	2,732	---	2,732	2,732	1,335	0	1,336	1,334	3,647
07/12/04	2,719	---	2,719	2,719	1,342	0	1,343	1,342	3,649
06/12/04	2,710	---	2,710	2,710	1,340	0	1,341	1,340	3,631
03/12/04	2,724	---	2,724	2,724	1,347	0	1,347	1,326	3,669
02/12/04	2,715	---	2,715	2,715	1,327	0	1,327	1,326	3,603
01/12/04	2,731	---	2,731	2,731	1,336	0	1,336	1,336	3,649
30/11/04	2,740	---	2,740	2,740	1,332	0	1,332	1,330	3,650
29/11/04	2,733	---	2,733	2,733	1,326	0	1,326	1,326	3,624
26/11/04	2,751	---	2,751	2,751	1,330	0	1,330	1,323	3,659
25/11/04	2,749	---	2,749	2,749	1,327	0	1,327	1,326	3,648
24/11/04	2,745	---	2,745	2,745	1,317	0	1,317	1,317	3,615
23/11/04	2,768	---	2,768	2,768	1,309	0	1,310	1,309	3,623
22/11/04	2,764	---	2,764	2,764	1,302	0	1,304	1,302	3,599
19/11/04	2,760	---	2,760	2,760	1,304	0	1,307	1,295	3,599
18/11/04	2,767	---	2,767	2,767	1,295	0	1,295	1,295	3,583
17/11/04	2,786	---	2,786	2,786	1,303	0	1,304	1,303	3,630
16/11/04	2,799	---	2,799	2,799	1,296	0	1,296	1,296	3,628

DATA	REAL - DóLAR PTAX - BACEN (REAL PTAXBACEN/DOLAR)				EURO (DOLAR/EURO)				(REAL/EURO) ¹
	ÚLTIMO	ABERT.	MAX	MIN	ÚLTIMO	ABERT.	MAX	MIN	
15/11/04	2,820	2,820	2,820	2,820	1,293	0	1,294	1,293	3,646
12/11/04	2,820	- - -	2,820	2,820	1,296	0	1,299	1,289	3,655
11/11/04	2,821	- - -	2,821	2,821	1,291	0	1,291	1,291	3,642
10/11/04	2,829	- - -	2,829	2,829	1,288	0	1,289	1,288	3,644
09/11/04	2,830	- - -	2,830	2,830	1,290	0	1,290	1,289	3,651
08/11/04	2,819	- - -	2,819	2,819	1,290	0	1,291	1,290	3,637
05/11/04	2,821	- - -	2,821	2,821	1,298	0	1,298	1,281	3,662
04/11/04	2,830	- - -	2,830	2,830	1,288	0	1,288	1,288	3,645
03/11/04	2,859	- - -	2,859	2,859	1,282	0	1,283	1,282	3,665
02/11/04	2,857	2,857	2,857	2,857	1,273	0	1,273	1,271	3,637
01/11/04	2,857	- - -	2,857	2,857	1,274	0	1,276	1,274	3,640
29/10/04	2,866	- - -	2,866	2,866	1,279	0	1,280	1,272	3,666
28/10/04	2,859	- - -	2,859	2,859	1,275	0	1,276	1,267	3,645
27/10/04	2,873	- - -	2,873	2,873	1,270	0	1,281	1,270	3,649
26/10/04	2,882	- - -	2,882	2,882	1,275	0	1,282	1,273	3,675
25/10/04	2,849	- - -	2,849	2,849	1,279	0	1,282	1,278	3,644
Média²	2,757	2,792	2,756	2,756	1,317	0	1,319	1,315	3,630

¹ Valor obtido através do produto dos valores últimos de real/dólar e dólar/euro.

² Média calculada a partir dos valores obtidos.

FONTE: INVERTIA (2005).

**ANEXO O: EXEMPLO: TABELA PARA COMPOSIÇÃO DO FLUXO DE
CAIXA**

Dados:

VT: Valor Total da ação (material + mão-de-obra)

R\$ 13.642,80

r: taxa de desconto (%)

1,50% a. m.

B: Economia mensal (R\$)

variável - ver coluna Economia Mensal

Ano	Mês	Cons. mensal (m³)	Impacto de redução IR (%)	Economia mensal B (R\$)	Período (mês)	Valor Total da ação (R\$)	Mov. Financ. (R\$) S/ correção	Fluxo de benefícios atualizados AF (R\$)	VT - AF (R\$)
Ano 0	Dez	---	---		0	-13.642,80	-13.642,80	0,00	---
ANO 1	Jan	305	0	0,00	1		0,00	0,00	-13.642,80
	Fev	305	0	0,00	2		0,00	0,00	-13.642,80
	Mar	305	0	0,00	3		0,00	0,00	-13.642,80
	Abr	305	54,5	3.117,48	4		3.117,48	2.937,24	-10.705,56
	Mai	305	54,5	3.117,48	5		3.117,48	2.893,83	-7.811,73
	Jun	305	54,5	3.117,48	6		3.117,48	2.851,07	-4.960,66
	Jul	305	0	0,00	7		0,00	0,00	-4.960,66
	Ago	305	54,5	3.117,48	8		3.117,48	2.767,42	-2.193,24
	Set	305	54,5	3.117,48	9		3.117,48	2.726,52	533,29
	Out	305	54,5	3.117,48	10		3.117,48	2.686,23	3.219,52
	Nov	305	54,5	3.117,48	11		3.117,48	2.646,53	5.866,05
	Dez	305	0	0,00	12		0,00	0,00	5.866,05
ANO 2	Jan	305	0	0,00	13		0,00	0,00	5.866,05
	Fev	305	54,5	3.117,48	14		3.117,48	2.530,92	8.396,97
	Mar	305	54,5	3.117,48	15		3.117,48	2.493,52	10.890,49
	Abr	305	54,5	3.117,48	16		3.117,48	2.456,67	13.347,16
	Mai	305	54,5	3.117,48	17		3.117,48	2.420,37	15.767,53
	Jun	305	54,5	3.117,48	18		3.117,48	2.384,60	18.152,13
	Jul	305	0	0,00	19		0,00	0,00	18.152,13
	Ago	305	54,5	3.117,48	20		3.117,48	2.314,64	20.466,76
	Set	305	54,5	3.117,48	21		3.117,48	2.280,43	22.747,19
	Out	305	54,5	3.117,48	22		3.117,48	2.246,73	24.993,92
	Nov	305	54,5	3.117,48	23		3.117,48	2.213,53	27.207,45
	Dez	305	0	0,00	24		0,00	0,00	27.207,45
ANO 3	Jan	305	0	0,00	25		0,00	0,00	27.207,45
	Fev	305	54,5	3.117,48	26		3.117,48	2.116,83	29.324,28
	Mar	305	54,5	3.117,48	27		3.117,48	2.085,55	31.409,83
	Abr	305	54,5	3.117,48	28		3.117,48	2.054,73	33.464,56
	Mai	305	54,5	3.117,48	29		3.117,48	2.024,36	35.488,92
	Jun	305	54,5	3.117,48	30		3.117,48	1.994,45	37.483,37
	Jul	305	0	0,00	31		0,00	0,00	37.483,37
	Ago	305	54,5	3.117,48	32		3.117,48	1.935,93	39.419,30
	Set	305	54,5	3.117,48	33		3.117,48	1.907,32	41.326,63
	Out	305	54,5	3.117,48	34		3.117,48	1.879,14	43.205,76
	Nov	305	54,5	3.117,48	35		3.117,48	1.851,37	45.057,13
	Dez	305	0	0,00	36		0,00	0,00	45.057,13
ANO 4	Jan	305	0	0,00	37		0,00	0,00	45.057,13
	Fev	305	54,5	3.117,48	38		3.117,48	1.770,49	46.827,62
	Mar	305	54,5	3.117,48	39		3.117,48	1.744,33	48.571,95
	Abr	305	54,5	3.117,48	40		3.117,48	1.718,55	50.290,50
	Mai	305	54,5	3.117,48	41		3.117,48	1.693,15	51.983,65
	Jun	305	54,5	3.117,48	42		3.117,48	1.668,13	53.651,78
	Jul	305	0	0,00	43		0,00	0,00	53.651,78
	Ago	305	54,5	3.117,48	44		3.117,48	1.619,19	55.270,97
	Set	305	54,5	3.117,48	45		3.117,48	1.595,26	56.866,23
	Out	305	54,5	3.117,48	46		3.117,48	1.571,69	58.437,92
	Nov	305	54,5	3.117,48	47		3.117,48	1.548,46	59.986,38
	Dez	305	0	0,00	48		0,00	0,00	59.986,38

Ano	Mês	Cons. mensal (m³)	Impacto de redução IR (%)	Economia mensal B (R\$)	Período (mês)	Valor Total da ação (R\$)	Mov. Financ. (R\$) S/ correção	Fluxo de benefícios atualizados AF (R\$)	VT – AF (R\$)
ANO 5	Jan	305	0	0,00	49		0,00	0,00	59.986,38
	Fev	305	54,5	3.117,48	50		3.117,48	1.480,82	61.467,19
	Mar	305	54,5	3.117,48	51		3.117,48	1.458,93	62.926,13
	Abr	305	54,5	3.117,48	52		3.117,48	1.437,37	64.363,50
	Mai	305	54,5	3.117,48	53		3.117,48	1.416,13	65.779,63
	Jun	305	54,5	3.117,48	54		3.117,48	1.395,20	67.174,83
	Jul	305	0	0,00	55		0,00	0,00	67.174,83
	Ago	305	54,5	3.117,48	56		3.117,48	1.354,27	68.529,10
	Set	305	54,5	3.117,48	57		3.117,48	1.334,26	69.863,36
	Out	305	54,5	3.117,48	58		3.117,48	1.314,54	71.177,90
	Nov	305	54,5	3.117,48	59		3.117,48	1.295,11	72.473,01
	Dez	305	0	0,00	60		0,00	0,00	72.473,01
ANO 6	Jan	305	0	0,00	61		0,00	0,00	72.473,01
	Fev	305	54,5	3.117,48	62		3.117,48	1.238,54	73.711,55
	Mar	305	54,5	3.117,48	63		3.117,48	1.220,23	74.931,78
	Abr	305	54,5	3.117,48	64		3.117,48	1.202,20	76.133,98
	Mai	305	54,5	3.117,48	65		3.117,48	1.184,43	77.318,42
	Jun	305	54,5	3.117,48	66		3.117,48	1.166,93	78.485,35
	Jul	305	0	0,00	67		0,00	0,00	78.485,35
	Ago	305	54,5	3.117,48	68		3.117,48	1.132,69	79.618,04
	Set	305	54,5	3.117,48	69		3.117,48	1.115,96	80.734,00
	Out	305	54,5	3.117,48	70		3.117,48	1.099,46	81.833,46
	Nov	305	54,5	3.117,48	71		3.117,48	1.083,22	82.916,67
	Dez	305	0	0,00	72		0,00	0,00	82.916,67
ANO 7	Jan	305	0	0,00	73		0,00	0,00	82.916,67
	Fev	305	54,5	3.117,48	74		3.117,48	1.035,90	83.952,57
	Mar	305	54,5	3.117,48	75		3.117,48	1.020,59	84.973,16
	Abr	305	54,5	3.117,48	76		3.117,48	1.005,51	85.978,66
	Mai	305	54,5	3.117,48	77		3.117,48	990,65	86.969,31
	Jun	305	54,5	3.117,48	78		3.117,48	976,01	87.945,32
	Jul	305	0	0,00	79		0,00	0,00	87.945,32
	Ago	305	54,5	3.117,48	80		3.117,48	947,37	88.892,69
	Set	305	54,5	3.117,48	81		3.117,48	933,37	89.826,06
	Out	305	54,5	3.117,48	82		3.117,48	919,58	90.745,64
	Nov	305	54,5	3.117,48	83		3.117,48	905,99	91.651,62
	Dez	305	0	0,00	84		0,00	0,00	91.651,62
ANO 8	Jan	305	0	0,00	85		0,00	0,00	91.651,62
	Fev	305	54,5	3.117,48	86		3.117,48	866,41	92.518,03
	Mar	305	54,5	3.117,48	87		3.117,48	853,61	93.371,64
	Abr	305	54,5	3.117,48	88		3.117,48	840,99	94.212,63
	Mai	305	54,5	3.117,48	89		3.117,48	828,56	95.041,20
	Jun	305	54,5	3.117,48	90		3.117,48	816,32	95.857,52
	Jul	305	0	0,00	91		0,00	0,00	95.857,52
	Ago	305	54,5	3.117,48	92		3.117,48	792,37	96.649,89
	Set	305	54,5	3.117,48	93		3.117,48	780,66	97.430,55
	Out	305	54,5	3.117,48	94		3.117,48	769,12	98.199,67
	Nov	305	54,5	3.117,48	95		3.117,48	757,76	98.957,42
	Dez	305	0	0,00	96		0,00	0,00	98.957,42

Ano	Mês	Cons. mensal (m³)	Impacto de redução IR (%)	Economia mensal B (R\$)	Período (mês)	Valor Total da ação (R\$)	Mov. Financ. (R\$) S/ correção	Fluxo de benefícios atualizados AF (R\$)	VT – AF (R\$)
ANO 9	Jan	305	0	0,00	97		0,00	0,00	98.957,42
	Fev	305	54,5	3.117,48	98		3.117,48	724,66	99.682,08
	Mar	305	54,5	3.117,48	99		3.117,48	713,95	100.396,03
	Abr	305	54,5	3.117,48	100		3.117,48	703,40	101.099,42
	Mai	305	54,5	3.117,48	101		3.117,48	693,00	101.792,42
	Jun	305	54,5	3.117,48	102		3.117,48	682,76	102.475,18
	Jul	305	0	0,00	103		0,00	0,00	102.475,18
	Ago	305	54,5	3.117,48	104		3.117,48	662,73	103.137,91
	Set	305	54,5	3.117,48	105		3.117,48	652,93	103.790,84
	Out	305	54,5	3.117,48	106		3.117,48	643,28	104.434,13
	Nov	305	54,5	3.117,48	107		3.117,48	633,78	105.067,91
	Dez	305	0	0,00	108		0,00	0,00	105.067,91
ANO 10	Jan	305	0	0,00	109		0,00	0,00	105.067,91
	Fev	305	54,5	3.117,48	110		3.117,48	606,09	105.674,00
	Mar	305	54,5	3.117,48	111		3.117,48	597,14	106.271,13
	Abr	305	54,5	3.117,48	112		3.117,48	588,31	106.859,44
	Mai	305	54,5	3.117,48	113		3.117,48	579,62	107.439,06
	Jun	305	54,5	3.117,48	114		3.117,48	571,05	108.010,11
	Jul	305	0	0,00	115		0,00	0,00	108.010,11
	Ago	305	54,5	3.117,48	116		3.117,48	554,30	108.564,41
	Set	305	54,5	3.117,48	117		3.117,48	546,11	109.110,52
	Out	305	54,5	3.117,48	118		3.117,48	538,04	109.648,55
	Nov	305	54,5	3.117,48	119		3.117,48	530,08	110.178,63
	Dez	304	0	0,00	120		0,00	0,00	110.178,63

Taxa Interna de Retorno (TIR) (% a.m.)	12 meses	6,57%
	24 meses	11,70%
	60 meses	12,61%
	120 meses	12,62%
Valor Presente Líquido (VPL) taxa de atratividade de 1,5% a.m.	12 meses	R\$ 5.779,36
	24 meses	R\$ 26.805,37
	60 meses	R\$ 71.401,98
	120 meses	R\$ 108.550,38
Valor Presente Líquido Unitário (VPLU)	12 meses	0,42
	24 meses	1,96
	60 meses	5,23
	120 meses	7,96
Benefício-custo (B/C)	12 meses	1,42
	24 meses	2,96
	60 meses	6,23
	120 meses	8,96

ANEXO P: ANÁLISE DE SENSIBILIDADE

Tabelas com os resultados para análise de sensibilidade: comportamento dos indicadores com a variação no valor do orçamento estimado e valor do impacto de redução.

Tabela P.1: Variação dos indicadores com acréscimos no valor do orçamento estimado – tecnologia economizadora.

DADOS / INDICADORES		Investimento inicial (R\$) - Tecnologia economizadora											
		8.946,88	9.841,57	10.736,26	13.642,80	12.525,63	13.420,32	14.315,01	15.209,70	16.104,38	16.999,07	17.893,76	19.683,14
Acréscimo no valor do orçamento (%)		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	120%
Payback atualizado (meses)		8	8	8	9	9	9	10	10	10	11	11	14
Taxa interna de retorno (TIR) (% a.m.)	12 meses	13,2	11,6	10,2	9,0	7,9	6,8	5,9	5,0	4,2	3,4	2,7	1,4
	24 meses	16,9	15,6	14,5	13,6	12,7	11,9	11,2	10,5	9,9	9,3	8,8	7,8
	60 meses	17,3	16,2	15,2	14,3	13,5	12,8	12,1	11,6	11,1	10,6	10,1	9,4
	120 meses	17,3	16,2	15,2	14,3	13,5	12,8	12,2	11,6	11,1	10,6	10,2	9,4
Valor presente líquido (VPL) (R\$)	12 meses	10.405,88	9.524,41	8.642,95	7.761,48	6.880,02	5.998,55	5.117,08	4.235,62	3.354,15	2.472,69	1.591,22	-171,71
	24 meses	31.431,89	30.550,42	29.668,96	28.787,49	27.906,03	27.024,56	26.143,09	25.261,63	24.380,16	23.498,70	22.617,23	20.854,30
	60 meses	76.028,50	75.147,04	74.265,57	73.384,10	72.502,64	71.621,17	70.739,71	69.858,24	68.976,77	68.095,31	67.213,84	65.450,91
	120 meses	113.176,90	112.295,43	111.413,97	110.532,50	109.651,04	108.769,57	107.888,10	107.006,64	106.125,17	105.243,71	104.362,24	102.599,31
Valor presente líquido unitário (VPLU)	12 meses	1,2	1,0	0,8	0,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,2	0,1	0,1	0,0
	24 meses	3,5	3,1	2,8	2,5	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,3	1,1
	60 meses	8,5	7,6	6,9	6,3	5,8	5,3	4,9	4,6	4,3	4,0	3,8	3,3
	120 meses	12,6	11,4	10,4	9,5	8,8	8,1	7,5	7,0	6,6	6,2	5,8	5,2
Benefício-Custo (B/C)	12 meses	2,2	2,0	1,8	1,7	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,1	1,0
	24 meses	4,5	4,1	3,8	3,5	3,2	3,0	2,8	2,7	2,5	2,4	2,3	2,1
	60 meses	9,5	8,6	7,9	7,3	6,8	6,3	5,9	5,6	5,3	5,0	4,8	4,3
	120 meses	13,6	12,4	11,4	10,5	9,8	9,1	8,5	8,0	7,6	7,2	6,8	6,2

Tabela P.2: Variação dos indicadores com acréscimos no valor do orçamento estimado – tecnologia economizadora antivandalismo.

DADOS / INDICADORES		Investimento inicial (R\$) - Tecnologias economizadoras antivandalismo –											
		13.642,80	15.007,08	16.371,36	17.735,64	19.099,92	20.464,20	21.828,48	23.192,76	24.557,04	25.921,32	27.285,60	30.014,16
Acréscimo no valor do orçamento (%)		0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%	120%
Payback atualizado (meses)		9	10	10	11	11	14	14	15	16	16	17	18
Taxa interna de retorno (TIR) (% a.m.)	12 meses	6,6	5,2	3,9	2,8	1,8	0,9	0,0	-0,8	-1,5	-2,2	-2,9	-4,1
	24 meses	11,7	10,6	9,7	8,9	8,1	7,5	6,8	6,3	5,8	5,3	4,8	4,0
	60 meses	12,6	11,7	10,9	10,2	9,6	9,1	8,6	8,1	7,7	7,4	7,0	6,4
	120 meses	12,6	11,7	10,9	10,3	9,7	9,1	8,6	8,2	7,8	7,5	7,2	6,6
Valor presente líquido (VPL) (R\$)	12 meses	5.779,36	4.435,24	3.091,12	1.747,00	402,89	-941,23	-2.285,35	-3.629,47	-4.973,59	-6.317,71	-7.661,82	-
	24 meses	26.805,37	25.461,25	24.117,13	22.773,01	21.428,90	20.084,78	18.740,66	17.396,54	16.052,42	14.708,30	13.364,19	10.675,95
	60 meses	71.401,98	70.057,86	68.713,74	67.369,63	66.025,51	64.681,39	63.337,27	61.993,15	60.649,03	59.304,92	57.960,80	55.272,56
	120 meses	108.550,38	107.206,26	105.862,14	104.518,02	103.173,91	101.829,79	100.485,67	99.141,55	97.797,43	96.453,31	95.109,20	92.420,96
Valor presente líquido unitário (VPLU)	12 meses	0,4	0,3	0,2	0,1	0,0	-0,05	-0,10	-0,16	-0,20	-0,24	-0,28	-0,34
	24 meses	2,0	1,7	1,5	1,3	1,1	0,98	0,86	0,75	0,65	0,57	0,49	0,36
	60 meses	5,2	4,7	4,2	3,8	3,5	3,16	2,90	2,67	2,47	2,29	2,12	1,84
	120 meses	8,0	7,1	6,5	5,9	5,4	4,98	4,60	4,27	3,98	3,72	3,49	3,08
Benefício-Custo (B/C)	12 meses	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,95	0,90	0,84	0,80	0,76	0,72	0,66
	24 meses	3,0	2,7	2,5	2,3	2,1	1,98	1,86	1,75	1,65	1,57	1,49	1,36
	60 meses	6,2	5,7	5,2	4,8	4,5	4,16	3,90	3,67	3,47	3,29	3,12	2,84
	120 meses	9,0	8,1	7,5	6,9	6,4	5,98	5,60	5,27	4,98	4,72	4,49	4,08

Tabela P.3: Variação dos indicadores com variação na redução do consumo – tecnologia economizadora.

DADOS / INDICADORES		Redução no consumo (%) – Tecnologias economizadoras									
		4,62	9,24	13,86	18,48	23,1	27,72	32,34	36,96	41,58	46,1
% do IR estimado		5%	9%	14%	18%	23%	28%	32%	37%	42%	46%
Payback atualizado (meses)		68	27	18	15	11	10	9	8	8	8
Taxa interna de retorno (TIR) (% a.m.)	12 meses	-16,4	-8,8	-4,2	-0,4	2,7	5,2	7,5	9,5	11,4	13,2
	24 meses	-4,2	0,8	3,9	6,6	8,8	10,6	12,4	14,0	15,5	16,9
	60 meses	1,2	4,2	6,4	8,4	10,1	11,7	13,3	14,6	16,0	17,3
	120 meses	2,2	4,6	6,5	8,4	10,2	11,7	13,3	14,6	16,0	17,3
Valor presente líquido (VPL) (R\$)	12 meses	-6.962,08	-4.993,71	-3.141,13	-1.172,76	795,61	2.648,19	4.616,56	6.469,14	8.437,51	10.405,88
	24 meses	-4.935,47	-813,84	3.065,35	7.186,98	11.308,62	15.187,80	19.309,44	23.188,62	27.310,26	31.431,89
	60 meses	-637,01	8.051,75	16.229,41	24.918,16	33.606,92	41.784,58	50.473,33	58.650,99	67.339,74	76.028,50
	120 meses	2.943,56	15.436,67	27.194,90	39.688,01	52.181,12	63.939,34	76.432,45	88.190,68	100.683,79	113.176,90
Valor presente líquido unitário (VPLU)	12 meses	-0,8	-0,6	-0,4	-0,1	0,1	0,3	0,5	0,7	0,9	1,2
	24 meses	-0,6	-0,1	0,3	0,8	1,3	1,7	2,2	2,6	3,1	3,5
	60 meses	-0,1	0,9	1,8	2,8	3,8	4,7	5,6	6,6	7,5	8,5
	120 meses	0,3	1,7	3,0	4,4	5,8	7,1	8,5	9,9	11,3	12,6
Benefício -Custo (B/C)	12 meses	0,2	0,4	0,6	0,9	1,1	1,3	1,5	1,7	1,9	2,2
	24 meses	0,4	0,9	1,3	1,8	2,3	2,7	3,2	3,6	4,1	4,5
	60 meses	0,9	1,9	2,8	3,8	4,8	5,7	6,6	7,6	8,5	9,5
	120 meses	1,3	2,7	4,0	5,4	6,8	8,1	9,5	10,9	12,3	13,6

Tabela P.4: Variação dos indicadores com variação na redução do consumo – tecnologia economizadora antivandalismo.

DADOS / INDICADORES		Redução no consumo (%) – Tecnologias economizadoras antivandalismo									
		4,62	9,24	13,86	18,48	23,1	27,72	32,34	36,96	41,58	46,1
% do IR estimado		5%	9%	14%	18%	23%	28%	32%	37%	42%	46%
Período de retorno (payback atualizado)		Acima 120	44	28	21	17	15	14	11	10	9
Taxa interna de retorno (TIR) (% a.m.)	12 meses	-20,4	-13,4	-9,1	-5,7	-2,9	-0,6	1,5	3,3	5,0	6,6
	24 meses	-6,7	-2,2	0,6	2,9	4,8	6,4	7,9	9,2	10,5	11,7
	60 meses	-0,2	2,4	4,1	5,7	7,0	8,2	9,4	10,5	11,6	12,6
	120 meses	1,2	3,1	4,5	5,9	7,2	8,3	9,5	10,5	11,6	12,6
Valor presente líquido (VPL) (R\$)	12 meses	-11.588,60	-9.620,23	-7.767,65	-5.799,28	-3.830,91	-1.978,33	-9,96	1.842,62	3.810,99	5.779,36
	24 meses	-9.562,00	-5.440,36	-1.561,18	2.560,46	6.682,09	10.561,28	14.682,91	18.562,10	22.683,73	26.805,37
	60 meses	-5.263,53	3.425,23	11.602,88	20.291,64	28.980,40	37.158,05	45.846,81	54.024,47	62.713,22	71.401,98
	120 meses	-1.682,96	10.810,15	22.568,37	35.061,49	47.554,60	59.312,82	71.805,93	83.564,16	96.057,27	108.550,38
Valor presente líquido unitário (VPLU)	12 meses	-0,8	-0,7	-0,6	-0,4	-0,3	-0,15	0,00	0,14	0,28	0,42
	24 meses	-0,7	-0,4	-0,1	0,2	0,5	0,77	1,08	1,36	1,66	1,96
	60 meses	-0,4	0,3	0,9	1,5	2,1	2,72	3,36	3,96	4,60	5,23
	120 meses	-0,1	0,8	1,7	2,6	3,5	4,35	5,26	6,13	7,04	7,96
Benefício -Custo (B/C)	12 meses	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	0,85	1,00	1,14	1,28	1,42
	24 meses	0,3	0,6	0,9	1,2	1,5	1,77	2,08	2,36	2,66	2,96
	60 meses	0,6	1,3	1,9	2,5	3,1	3,72	4,36	4,96	5,60	6,23
	120 meses	0,9	1,8	2,7	3,6	4,5	5,35	6,26	7,13	8,04	8,96