



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITÉCNICA

**AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM DOMICÍLIOS:  
Fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos**

GABRIELLA LAURA PEIXOTO BOTELHO

Salvador  
2013

**AVALIAÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM DOMICÍLIOS:  
Fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos**

GABRIELLA LAURA PEIXOTO BOTELHO

Dissertação apresentada ao Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Meio Ambiente, Águas e Saneamento.

Orientadora: Profa. Dra. Karla Patricia Santos Oliveira Rodríguez Esquerre

Salvador  
2013

---

B748 Botelho, Gabriella Laura Peixoto

Avaliação do consumo de água em domicílios: Fatores  
intervenientes e metodologia para setorização dos usos /  
Gabriella Laura Peixoto Botelho. – Salvador, 2013.

197 f.: il. color.

Orientadora: Profa. Dra. Karla Patricia Santos Oliveira  
Rodríguez Esquerre

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia.  
Escola Politécnica, 2013.

1. Água-consumo. 2. Água-uso. 3. Recursos hídricos. I.  
Oliveira-Esquerre, Karla Patricia. II. Universidade Federal da  
Bahia. III. Título.

CDD.: 628

---

# MAASA

Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA POLITECNICA



Gabriella Laura Peixoto Botelho

## Avaliação do Consumo de Água em Domicílios: Fatores Intervenientes e Metodologia para Setorização dos Usos

Banca Examinadora:

Profa. Dra. Karla P. S. O. R. Esquerre  
Universidade Federal da Bahia

Karla Patricia Silveira - Esquerre

Prof. Dr. Luciano Matos Queiroz  
Universidade Federal da Bahia

Luciano Matos Queiroz

Prof. Dr. Édler Lins de Albuquerque  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia

Édler Lins de Albuquerque

Àqueles que tornaram esse trabalho possível

## AGRADECIMENTOS

À grande pessoa, mestre e orientadora Profa. Dra. Karla Esquerre por todo incentivo, paciência, amizade e pelas diretrizes na construção deste trabalho.

Aos professores do MAASA principalmente aos profs. Luciano, Viviana, Iara, Yvonilde, Severino, Márcia e Patrícia. Aos colegas do MAASA, Principalmente ao pessoal do grupo de estudo de estatística e a Inara, Nara e Samara pelas dicas para eu conseguir homologar a dissertação. À CAPES e ao CNPQ pelo apoio financeiro em diferentes etapas.

Aos moradores das residências monitoradas em especial a Dona Dinalva pelo carinho e grande contribuição sendo nossa “moradora modelo”.

A todos que passaram pelo projeto GESÁGUA. Em especial a Ana pelas valiosas contribuições na correção deste trabalho e aos bolsistas, Vivian, Eduardo, Vanessa, Gerson, Yuri, Álvaro, Jonatas, e especialmente para Fred, Andressa e Géssica, por todo apoio e dedicação. À compreensão e apoio da equipe CAHIS.

Aos professores da banca pela paciência e grandes contribuições.

Ao meu amado pai que me incentivou desde sempre a fazer o mestrado e depois a finalizar esse trabalho, obrigada pelos seus conselhos sábios de sempre! A minha querida mãe pela grande quantidade de vezes que veio segurar a barra para eu concluir as etapas do trabalho. À Dani e Ingrid pelos rangos, pelas vezes que consertaram meu computador. A toda minha família de Minas, Feira, minha vó (Mãe), que eu nunca mais fui ver, a família de Cruz das Almas (Fabinho), aos amigos, Dona Ray, agradeço a compreensão pelas minhas faltas.

Ao amor da minha vida, Vitor por todo o apoio, inclusive nas revisões da escrita do trabalho e me emprestando seu computador. Por ter aturado a luz acesa na hora de dormir enquanto eu continuava trabalhando, pelas sacudidas para eu manter o foco.

Agradeço a Mariza, Karla, Marco e Vitor pela revisão do *abstract*. Agradeço também a Adelmo pela ajuda com a parte de estatística multivariada.

A minha querida sogra, Mari pelo apoio de sempre. A seu Trigo *in memoriam*, que me ensinou com seu exemplo a nunca deixar de ser grata. E a Vovó Nenem *in memoriam* que estaria orgulhosa. A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho, meu MUITO OBRIGADA!

## AUTORIZAÇÃO

Autorizo a reprodução e/ou divulgação total ou parcial da presente obra, por qualquer meio convencional ou eletrônico, desde que citada a fonte.

Nome do Autor: Gabriella Laura Peixoto Botelho

Assinatura do autor: Gabriella Laura P. Botelho

Instituição: Universidade Federal da Bahia

Local: Salvador, Ba

Endereço: Rua Aristides Novis, 02 - 4º andar, Federação - Salvador-BA - CEP.

40210-630

E-mail: gbotelho.esa@hotmail.com



## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2.</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	<b>4</b>
2.1.	Objetivo Geral .....	4
2.2.	Objetivos Específicos.....	4
<b>3.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>5</b>
3.1.	Conservação da água no Brasil.....	5
3.2.	Conservação da água em Salvador.....	8
3.3.	Consumo de água residencial .....	9
3.4.	Componentes do consumo residencial de água .....	12
3.5.	Ferramentas metodológicas para identificação de fatores intervenientes no consumo de água residencial .....	16
3.5.1.	Trabalhos baseados “exclusivamente” em dados bibliográficos .....	16
3.5.2.	Pesquisa etnográfica .....	18
3.5.3.	Pesquisa ação .....	18
3.5.4.	Estudo de caso.....	19
3.5.5.	Amostragem estratificada.....	19
3.5.6.	Trabalhos que utilizaram combinação de mais de um método de pesquisa .....	20
3.5.7.	Obtenção de dados primários .....	30
<b>4.</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>34</b>
4.1.	Revisão da literatura .....	35
4.2.	Seleção das residências.....	35
4.2.1.	Características das residências estudadas .....	35
4.3.	Sistema de monitoramento .....	37
4.3.1.	Coleta de dados .....	40
4.4.	Período de monitoramento.....	40
4.4.1.	Período 1.....	41
4.4.2.	Período 2.....	42
4.4.3.	Período 3.....	43

4.4.4.	Período 4.....	43
4.5.	Tratamento de dados.....	43
4.5.1.	Remoção de outliers.....	44
4.6.	Trace Wizard® .....	45
4.6.1.	Definição.....	45
4.6.2.	Entrada de dados .....	45
4.6.3.	Metodologia utilizada para tratamento de dados com o software .....	46
4.6.4.	Reconhecimento de vazamentos .....	53
4.7.	Avaliação do consumo de água diário total.....	54
4.7.1.	Verificação da normalidade dos dados.....	55
4.7.2.	Avaliação dos resultados a partir do gráfico de boxplot .....	56
4.8.	Avaliação do consumo de água por dispositivo hidráulico .....	57
4.8.1.	Principais considerações .....	58
4.8.2.	Fatores intervenientes no consumo de água: medidas de gestão da demanda.....	61
4.8.3.	Fatores intervenientes no consumo de água: meses do ano, dias da semana e horas do dia.....	61
4.8.4.	Análise da interferência dos fatores climáticos no consumo de água .....	62
4.8.5.	Classificação do consumo de água entre os dispositivos hidráulicos da residência .....	65
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>67</b>
5.1.	Definição dos perfis de vazão dos pontos de utilização de água intradomiciliares ....	75
5.2.	Confronto de metodologias para obtenção dos volumes de consumo de água por dispositivo hidráulico.....	80
5.3.	Avaliação do grau de manipulação da classificação do software.....	83
5.4.	Consumo de água por aparelho sanitário nas residências.....	85
5.4.1.	Comparações do consumo de água das duas residências com trabalhos revisados e norma brasileira.....	91
5.5.	Residência 1 - Fatores intervenientes no consumo de água por aparelho sanitário ..	96
5.5.1.	Interferência das medidas de gestão da demanda .....	96
5.5.2.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes meses do ano .....	110
5.5.3.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes dias da semana .....	115
5.5.4.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nas diferentes horas do dia .....	117

5.5.5.	Interferência de fatores climáticos no consumo de água.....	121
5.6.	Residência 2 - Fatores intervenientes no consumo de água por aparelho sanitário	125
5.6.1.	Interferência das medidas de gestão da demanda.....	125
5.6.2.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes meses do ano .....	138
5.6.3.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes dias da semana .....	141
5.6.4.	Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nas diferentes horas do dia.....	145
5.6.5.	Interferência de fatores climáticos no consumo de água.....	148
<b>6.</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>151</b>
6.1.	Quanto ao método de classificação dos usos de água (por ponto de utilização).....	151
6.2.	Quanto aos fatores intervenientes no consumo de água.....	151
6.3.	Considerações sobre o uso do software.....	154
6.4.	Sugestões para trabalhos futuros .....	155
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>156</b>
	Anexo A - Questionário aplicado na pesquisa feita por Garcia (2011) .....	161
	Apêndice A - Resumo ilustrado sobre o consumo de água por dia da semana.....	164
	Apêndice B - Registros fotográficos do antes e depois da instalação dos equipamentos economizadores de água .....	165
	Apêndice C - Resumo das principais estatísticas descritivas relacionadas ao consumo de água das residências estudadas.....	166
	Apêndice D - Informações sobre o consumo de água total por equipamentos na Residência 1.....	168
	Apêndice E - Informações sobre o consumo total de água por equipamentos na Residência 2.....	175
	Apêndice F - Modelo de tabela utilizada para auxiliar as anotações dos moradores. ....	181
	Apêndice G – Estatísticas descritivas sobre o consumo <i>per capita</i> de água nas diferentes horas do dia da residência 2 .....	182
	Apêndice H - Artigo publicado no II ECOSANLAC – Conferência latino americana em saneamento sustentável, 4 a 7 de novembro 2012 Vitória – ES, Brasil. ....	188

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGUAPURA	Programa de uso racional da Água e Energia da Universidade Federal da Bahia
ANA	Agência Nacional de Águas
BDMEP	Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa
BS	Bacia sanitária
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CH	Chuveiro
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPTEC	Centro de Previsão de Tempo e Estudos
CT-Hidro	Fundo Setorial de Recursos Hídricos
CV	Coeficiente de variação
DTA	Documentos de Apoio Técnico
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento
Filt	Filtro
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
GESÁGUA	Gestão da Demanda por Água em Residências de Baixa e Média Renda
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IND	Usos de água Indeterminados
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
IQR	<i>Interquartis range</i>
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
k1	Coeficiente do dia de maior consumo
k2	Coeficiente da hora de maior consumo
LAO	Liceu de Artes e Ofícios
Lvt	Lavatório
MCIDADES	Ministério das Cidades
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MERCOSUL	Mercado Comum do Sul
NBR	Norma Brasileira Norma
NM	Norma Mercosul
NTS	Norma técnica da Sabesp
OMS	Organização Mundial da Saúde

P 1	Primeiro período da pesquisa
P 2	Segundo período da pesquisa
P 3	Terceiro período da pesquisa
P 4	Quarto período da pesquisa
PCA	Análise de componentes principais
Pcoz	Pia da cozinha
PMSS	Programa de Modernização do Setor de Saneamento
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PROÁGUA	Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos
PROSAB	Programa de Pesquisa em Saneamento Básico
PURA	Programa de uso Racional da Água
R1	Residência 1
R2_F1	Residência 2 com família 1
R2_F2	Residência 2 com família 2
R3	Residência 3
RM	Região Metropolitana
RPPM	modelo de Poisson de pulsos retangulares
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
TECLIM	Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos
TQ1	Tanque 1
TQ2	Tanque 2
UFBA	Universidade Federal da Bahia
USB	Universal Serial Bus
UTC	Universal Time Coordinated
Vaz	Vazamento

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma resumo dos elementos que compõe o consumo de água em edificações	13
Figura 2 - Modelo de influências sociais e econômicas no consumo de água.	14
Figura 3 - Fluxograma da metodologia baseada nos objetivos específicos e resultados esperados	34
Figura 4 - Ilustração do sistema de monitoramento utilizado. Seta vermelha indica o <i>data logger</i> , seta amarela indica o hidrômetro	37
Figura 5 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 1	38
Figura 6 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 2	38
Figura 7 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 3	39
Figura 8 - Coleta de dados	40
Figura 9 - Período da pesquisa para a Residência 1	40
Figura 10 - Períodos da pesquisa para a Residência 3	41
Figura 11 - Períodos da pesquisa para a Residência 2	41
Figura 12 - Trecho do arquivo de entrada de dados do dia 07/10/2011 da Residência 1	45
Figura 13 - Método 1, utilizado em trabalhos anteriores	47
Figura 14 - Processo para seleção dos equipamentos hidráulicos presentes na Residência 1	48
Figura 15 - Método 2, desenvolvido para adequar o uso do programa de tratamento de dados à realidade estudada	50
Figura 16 - Três exemplos de usos de descarga da bacia sanitária (verde). No centro, uma bacia sanitária com usos simultâneos de lavatório (amarelo) e pia da cozinha (rosa)	52
Figura 17 - metodologia de análise das três residências monitoradas	55
Figura 18 - Relação entre a amostra e a distribuição Gaussiana da população.	56
Figura 19 - Principais elementos do gráfico tipo <i>boxplot</i>	56
Figura 20 - metodologia de análise das duas residências onde foi segregado o consumo de água entre os pontos de utilização	57
Figura 21- metodologia utilizada para identificar o grau de eficiência de classificação dos usos de água por aparelho sanitário	65

Figura 22 - Comparação do consumo per capita de água por residência estudada .....	69
Figura 23 - Consumo de água <i>per capita</i> nas residências por período da pesquisa (período 1 (P1), período 2 (P2), período 3 (P3) e período 4 (P4)) .....	70
Figura 24 - Consumo histórico de água da residência 1 (as reticências indicam perda de dados entre os dias delimitados).....	72
Figura 25 - Consumo histórico de água da residência 2 (as reticências indicam perda de dados entre os dias delimitados).....	72
Figura 26 - Consumo histórico de água na residência 3 (as reticências indicam perda de dados entre os dias delimitados).....	73
Figura 27 - Perfis de vazões da bacia sanitária da Residência 1 antes da substituição por modelo economizador e interface do programa Trace Wizard® .....	75
Figura 28 – Curvas de vazões da bacia sanitária da Residência 1 após a substituição por modelo economizador e interface do programa Trace Wizard® .....	76
Figura 29 – Curvas de vazões de uso do chuveiro na Residência 1. Interface do programa Trace Wizard®.....	77
Figura 30 - Perfis de vazões de acionamento de uma das bacias sanitárias na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard® .....	78
Figura 31 - Perfis de vazões de acionamento da caixa de descarga da segunda bacia sanitária da Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®.....	78
Figura 32 - Perfis de vazões de uso do chuveiro 1 na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®.....	79
Figura 33 - Curvas de vazões de uso do chuveiro 2 na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®.....	80
Figura 34 - Comparações do consumo de água <i>per capita</i> médio por dia em dois dos aparelhos sanitários responsáveis pelas maiores parcelas de consumo de água em residências .....	91
Figura 35- Comparações entre as vazões dos pontos de utilização de água das residências .....	94
Figura 36 - Consumos de água diários <i>per capita</i> realizados pelo uso da bacia sanitária nos diferentes períodos da pesquisa .....	97
Figura 37 - Distribuição das frequências de usos da bacia sanitárias entre os períodos da pesquisa, para a residência 1 .....	99
Figura 38 - Distribuição dos volumes de usos da bacia sanitária.....	100
Figura 39 - Volumes diários de água per capita utilizado para o uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 1 .....	101
Figura 40 - Distribuição das frequências de uso per capita do chuveiro .....	102

Figura 41 - Diferença do tempo de uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 1 .....	103
Figura 42 - Distribuição do consumo de água consumido por lavatórios e pia da cozinha ..	104
Figura 43 - Distribuição das durações de usos de água utilizados na pia da cozinha e lavatório .....	105
Figura 44 - Consumo de água <i>per capita</i> através do uso do tanque 1 .....	106
Figura 45 - Distribuição das durações (de cada uso) do tanque 1 .....	107
Figura 46 - Distribuições das frequências de usos <i>per capita</i> do tanque 1 .....	107
Figura 47 - Distribuições dos consumos <i>per capita</i> de água através do tanque 2.....	108
Figura 48 - Distribuição das durações de cada utilização do tanque 2 nos diferentes períodos	109
Figura 49 - Distribuições das frequências de usos <i>per capita</i> do tanque 2.....	109
Figura 50 - Resultado do consumo de água por equipamentos na residência 1, médias mensais (Janeiro de 2011 a Janeiro de 2012) .....	110
Figura 51 - Consumo desagregado por pontos de utilização monitorados em cada fase, para cada dia da semana .....	115
Figura 52 - Consumo médio <i>per capita</i> por hora de água dividido entre os períodos da pesquisa para a residência 1 .....	119
Figura 53 - Variáveis climáticas em Salvador no período da pesquisa .....	122
Figura 54 - Gráfico dos <i>loadings</i> das duas primeiras componentes principais obtidas pelos dados de consumo de água por aparelho sanitário da residência 1 e as variáveis meteorológicas.....	123
Figura 55 - Similaridade entre os consumos de água por aparelhos sanitários residenciais e dados climáticos .....	124
Figura 56 - Consumo <i>per capita</i> diário na bacia sanitária nas 4 etapas da pesquisa delimitadas para a residência 2 .....	126
Figura 57 - Distribuição da frequência dos volumes de usos da bacia sanitária da residência 2	127
Figura 58 - Distribuição das frequências de usos da bacia sanitárias entre os períodos da pesquisa para a residência 2 .....	128
Figura 59 - Volumes diários de água <i>per capita</i> utilizado para o uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 2 .....	129
Figura 60 - Diferenças entre as durações de usos do chuveiro nos períodos da pesquisa na residência 2 .....	130
Figura 61 - Frequências de uso <i>per capita</i> do chuveiro da residência 2 nos diferentes períodos da pesquisa.....	131

Figura 62 - Consumo <i>per capita</i> por dia no lavatório e pia da cozinha da residência 2 .....	132
Figura 63 - Durações de cada uso de lavatório e pia da cozinha da residência 2 .....	132
Figura 64 - Estudo das frequências de usos durante os períodos pesquisados na residência 2.....	134
Figura 65 - Dispersão dos dados de uso da máquina de lavar na residência 2 entre os três períodos da pesquisa.....	135
Figura 66 - Consumo de água <i>per capita</i> para o uso dos tanques entre os períodos da pesquisa para a residência 2.....	136
Figura 67 - Durações de usos dos tanques entre os períodos da pesquisa para a residência 2.....	137
Figura 68 - Estudo das frequências de usos de tanque durante os períodos pesquisados na residência 2.....	138
Figura 69 - Resultado do consumo de água mensal por equipamentos na residência 2.....	139
Figura 70 - Consumo de água segregado por pontos de utilização monitorados em cada fase na residência 2.....	142
Figura 71 - Consumo horário por aparelhos hidráulicos nos 4 períodos da pesquisa.....	146
Figura 72 - Gráfico das cargas de fator das duas primeiras componentes principais obtidas pelos dados de consumo de água por aparelho sanitário da residência 2 e as variáveis meteorológicas. ....	149
Figura 73 - Dendograma para avaliação das associações entre os consumos de água através dos equipamentos hidráulicos e variáveis climáticas na família 1 da residência 2 ..	150

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1- Fatores que compõe o consumo residencial de água .....	15
--	----

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das principais variáveis que influenciam no consumo de água .....	28
Tabela 2 - Principais características das famílias estudadas .....	67
Tabela 3 - Consumo de água por residência estudada .....	67
Tabela 4 - Classificação do consumo de água <i>per capita</i> na residência 1, por aparelho, calculado segundo os dois métodos adotados.....	81
Tabela 5 - Observação do intervalo de confiança e p-valor atribuídos ao teste de comparação entre as médias dos dois métodos de identificação dos consumos de água residenciais. ....	82
Tabela 6 - Grau de manipulação da classificação do software para a residência 1 .....	83
Tabela 7 - Grau de manipulação da classificação do <i>software</i> para a residência 2 .....	84
Tabela 8 - Principais informações sobre o consumo de água nas residências estudadas e comparação com outros estudos .....	86
Tabela 9 - Informações sobre o consumo de água <i>per capita</i> nos dias de cada mês monitorado para a Residência 1.....	112
Tabela 10 - Informações sobre o consumo de água <i>per capita</i> nos diferentes dias da semana entre os períodos da pesquisa .....	116
Tabela 11 - Estatísticas descritivas sobre o consumo <i>per capita</i> de água nas diferentes horas do dia da residência 1 .....	120
Tabela 12 – Componentes principais calculadas para análise de relações entre o consumo de água por aparelhos sanitários e dados climáticos.....	122
Tabela 13 - Informações sobre o consumo de água <i>per capita</i> nos dias de cada mês monitorado para a Residência 2.....	140
Tabela 14 - Informações sobre o consumo de água <i>per capita</i> nos diferentes dias da semana na residência 2.....	143
Tabela 15 - Componentes principais calculadas para análise de relações entre o consumo de água por aparelhos sanitários e dados climáticos.....	148

## RESUMO

O presente trabalho se voltou ao estudo da parcela do consumo de água destinada ao uso domiciliar. O conhecimento das parcelas de influência no consumo de água residencial pode subsidiar o uso eficiente deste insumo e, conseqüentemente, a melhor gestão dos recursos hídricos através das medidas de gestão da demanda. As residências estudadas situam-se no Bairro de Nordeste de Amaralina, na região da Chapada do Rio Vermelho. Em resumo, avaliou-se o consumo de água total e setorial, dessas residências, a partir da instalação de um hidrômetro e *data logger* por unidade estudada. Esse sistema de monitoramento captou o consumo intradomiciliar a cada dez segundos. A setorização dos usos por aparelho hidráulico foi feita a partir do reconhecimento das curvas de vazões, impressas pelo dispositivo hidráulico no instante do uso, aliado a uso de software específico para segregar o volume captado na saída do reservatório, entre os diferentes pontos de utilização na residência. A partir desses dados, foi possível avaliar fatores intervenientes nesse consumo. O período de monitoramento ocorreu entre Dezembro de 2010 e Janeiro de 2012, que por sua vez, foi subdividido em períodos, com diferentes características, a fim de identificar possíveis fatores de influência no consumo. No primeiro período foi avaliado o consumo de água com o mínimo de interferência na rotina dos moradores, no segundo período iniciou-se a implementação das medidas de gestão da demanda, que consistiram, no incentivo aos moradores em utilizar a água de forma racional, e continuaram no terceiro período, com a substituição de alguns aparelhos convencionais por modelo economizador de água. Dentre os principais resultados alcançados, foi verificado que o consumo através da bacia sanitária, chuveiros e tanques da área de serviço representaram grande parcela do consumo total, representando, portanto, oportunidades para medidas de melhoria de eficiência no uso da água. Além disso, destaca-se a importância de avaliar não apenas o consumo propriamente dito, mas também as durações de usos, frequências de uso, fatores relacionados aos hábitos. O que é enfatizado pela observação dos diferentes perfis de consumo por família e diferentes resultados quanto essas foram submetidas às mesmas medidas de gestão da demanda.

**PALAVRAS CHAVE:** Consumo residencial de água, Setorização do consumo, Fatores intervenientes no consumo, Caracterização do consumo de água.

## ABSTRACT

This dissertation turned to the study the share of water consumption for domestic use. The acknowledgment of the part of contribution in household water consumption subsidized the efficient use of this resource, and, consequently improving water resources management, by demand management measures. Households studied are located in Salvador, Bahia at the Nordeste de Amaralina quarter in the Chapada do Rio Vermelho. In summary, was evaluated the total and per device water consumption in residences by the installation of a water meter and data logger for unit studied. The disaggregation of the uses for hydraulic apparatus was made without the need for deployment of meter and recorder consumption at each point of use, therefore, was made a study of the flow curves described by the use of each hydraulic device and used specific software. From these data was possible to evaluate some of intervening factors affecting this household water consumption. The period of monitoring occurred between December 2010 and January 2012. The period studied was divided into three other periods with peculiar characteristics. During the first period was assessed the household water consumption with a minimum interference in the daily routines of residents. In the second period was started the implementation of demand management measures, which has consisted to encourage residents to do more rational use of water. In the third period have continued the demand management measures, by replacement conventional devices by water-saving model. The principal results achieved show that in the homes studied the consumption of water through the toilet bowl, shower heads and tank service area accounted for a large portion of the total water consumption, therefore, opportunities for measures to improve efficiency in water use. Also highlighted is therefore not only importance to measuring, monitoring and evaluating the patterns of water consumption but also additional indicators, such as frequency and duration of uses influenced by inhabitants habits. Typical patterns were observed on water consumption for each family, suggesting that the behaviors and habits of the family influence on water consumption. What was emphasized taking into account the different results achieved when residents was submitted to the same demand management measures.

**KEY-WORDS:** Household water consumption, End use of water, Water consumption influence, Typical patterns of water use.

## 1. INTRODUÇÃO

Estudos baseados em conceitos da gestão da demanda e oferta têm sido extensivamente realizados visando subsidiar análises que visam melhorar o planejamento da previsão da demanda de água necessária para o abastecimento público.

O presente trabalho, realizado no âmbito residencial, foi realizado na cidade de Salvador. O modelo de gestão da água em Salvador segue a tendência das outras grandes cidades brasileiras, a gestão da oferta.

A gestão da oferta baseia-se, segundo Tambo (2003), na seguinte concepção: explorar os mananciais mais próximos para suprir as demandas e buscar novos quando os primeiros atingirem um alto estágio de degradação ou esgotamento. Essa situação não contribui com a sustentabilidade do uso dos recursos. Assim, se faz necessária a introdução de novos conceitos e paradigmas que contribuam com a priorização da preservação dos recursos hídricos.

Nesse contexto, se insere o conceito da gestão da demanda que, segundo Vairavamoorthy, Gorantiwar e Pathirana (2008), seria uma estratégia para adiar a necessidade de busca por novos mananciais, através da utilização eficiente dos recursos atuais, porém, sem diminuir a qualidade do serviço de abastecimento de água.

Algumas técnicas utilizadas para gestão da demanda, segundo Vairavamoorthy, Gorantiwar e Pathirana (2008) são: abastecimento de água intermitente, controle de perdas na distribuição, métodos de medição do consumo de água acessíveis, mudanças no sistema tarifário, instalação de dispositivos hidráulicos mais eficientes, reuso de água, desenvolvimento institucional e conscientização da população através de campanhas educacionais.

Para quantificar a eficiência das técnicas utilizadas para implantar a gestão da demanda, primeiro é necessário encontrar boas técnicas para medir e estudar o consumo de água. Ao submeter uma unidade a medidas de gestão da demanda, como a substituição de aparelhos sanitários por modelos mais eficientes, ou conscientização da população para o uso racional da água, o consumo dessa

unidade deve está sendo monitorado, para avaliar os efeitos dessas medidas em comparação com o consumo habitual.

Além da influência no consumo de água de fatores externos, provenientes de, por exemplo, medidas de gestão da demanda, existem outros fatores de influência indicados em diversos trabalhos da literatura, tais como, fatores educacionais, econômicos, culturais, climáticos, estruturais (relacionados a questões construtivas da residência), psicossociais, sócios demográficos, dentre outros. Um grande desafio dos trabalhos que buscam avaliar o consumo de água residencial é avaliar quantitativamente esses fatores de influência.

Dentre os estudos consultados, verifica-se grande variabilidade das metodologias adotadas, dos pontos de consumo considerados para análise aos tipos de técnicas de medição e registro dos dados. Isso ocorre, principalmente, devido à dificuldade de instalar medidores e registradores em cada ponto de consumo das residências.

Segundo Cordell, Robinson e Loh (2003), para fazer um estudo do consumo de água residencial é necessário objetividade com relação aos resultados esperados e quanto ao método de coleta de dados, deve ser determinado com base na busca desses resultados. Diversos trabalhos tem se concentrado em construir uma metodologia adequada para caracterizar o consumo residencial de água levando em consideração o maior número possível de fatores que possam interferir nesse uso.

O presente trabalho tem o sistema de monitoramento do consumo de água semelhante aos trabalhos de Mayer e DeOreo (1999), Almeida (2007), Heinrich (2007) e Willis (2010). O sistema consiste em instalar, em apenas um ponto na residência, sistema de monitoramento, constituído por hidrômetro e datalogger captando registros em curtos intervalos de tempo, a cada dez segundos, e a partir dessas vazões, identificar qualquer movimento de consumo de água intradomiciliar.

Com esse sistema de monitoramento e auxílio de software específico é possível inferir, em nível aproximado, o consumo de água entre os aparelhos hidráulicos, baseado nas curvas que relacionam as vazões de uso de cada aparelho com a duração do uso.

As residências estudadas situam-se no Bairro de Nordeste de Amaralina, na região da Chapada do Rio Vermelho. A metodologia para caracterização do consumo de água nas residências dessa área fez parte do projeto de pesquisa GESÁGUA que

atendeu a chamada pública Edital MCT/CNPq/CT-Hidro nº 22/2009 e da presente dissertação de mestrado. Esta análise envolveu três residências monitoradas, sendo uma delas com método diferente.

As análises relacionadas aos fatores de influencia no consumo de água levaram em conta as medidas de gestão da demanda adotadas na pesquisa, a avaliação das diferenças entre o consumo e hábitos de consumo nos diferentes meses, dias da semana, horas do dia e influencia dos fatores climáticos no consumo de água.

O conhecimento do consumo real necessário para suprir as necessidades básicas e seus fatores de influência é o primeiro passo para minimizar desperdícios, promover medidas de uso racional e planejar a oferta de água de forma eficiente.

## **OBJETIVOS**

### **1.1. Objetivo Geral**

Com base na metodologia de setorização do consumo de água por aparelho, elaborada a partir da identificação das curvas de vazões, impressas pelo dispositivo hidráulico no instante do uso e uso de software específico, identificar o consumo de água intradomiciliar, total e por dispositivo hidráulico, para possibilitar a avaliação de fatores intervenientes nesse consumo.

### **1.2. Objetivos Específicos**

- Adequar os parâmetros do software de tratamento de dados para as particularidades dos locais de estudo.
- Obter os perfis de vazões dos dispositivos hidráulicos das residências e avaliar o resultado obtido.
- Avaliar o consumo de água total das residências, durante todo o período estudado.
- Comparar os parâmetros de consumo de água observados nas residências estudadas, com trabalhos revisados e norma brasileira.
- Avaliar o consumo de água setorizado das residências, por ponto de utilização, durante todo o período estudado.
- Relacionar o consumo de água total e setorizado com possíveis fatores de influência como, medidas de gestão da demanda, diferentes meses do ano, dias da semana, horas do dia e fatores climáticos.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.3. Conservação da água no Brasil

No Brasil, país reconhecido mundialmente pela abundância em suas reservas naturais de água, o estudo do consumo de água em residências pode parecer, a princípio, de importância secundária. Porém, sabe-se que devido à degradação sofrida principalmente no processo de urbanização, à falta de serviços adequados de tratamento e disposição do esgoto sanitário, bem como aos agravamentos dos episódios de seca que ocorrem principalmente na região Nordeste do Brasil, região onde se insere o presente estudo, a prioridade em estudar e prover subsídios para a melhor gestão desse recurso, de caráter essencial, fica evidente.

Genz e Tanajura (2012) descreveram, baseado na simulação do modelo Eta/CPTEC Chou *et al.*(2011) *apud* Genz e Tanajura (2012), um modelo para simular a precipitação e temperatura futuras na cidade de Salvador, Bahia. A projeção simulada indica que para o ano de 2040 a precipitação estimada está na ordem de 1100mm/ano, sendo que a precipitação média atual é da ordem de 1871 mm/ano, a avaliação dos números mostra uma tendência à redução no volume de precipitação. Para a temperatura média anual, que segundo as Normais Climatológicas, é de 25,3°C, a projeção é chegar ao final de 2040 com um acréscimo de 1,1°C. Esses resultados indicam que a tendência é o aumento nos episódios de seca nessa região, devido aos indicativos de aumento da temperatura e redução no volume das chuvas.

Vairavamoorthy, Gorantiwar e Pathirana (2008) apontam o fortalecimento institucional como um dos instrumentos para alcançar a aplicação da gestão da demanda. A gestão da demanda, resumidamente, seria um modelo de gestão mais eficiente, utilizando os recursos hídricos de uma forma mais sustentável. No Brasil, diversos projetos e leis têm surgido para atender a necessidade da elaboração de diretrizes para promover a conservação da água, inclusive através de investimentos em ciência e tecnologias.

A lei mais importante foi criada em 1997 (lei n.º 9433), que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos que prevê investimentos, a partir de valores arrecadados

através da cobrança pelo uso da água, na elaboração de “estudos, programas, projetos e obras incluídos nos Planos de Recursos Hídricos” (BRASIL, 1997).

No ano 2000 foi criado o fundo de recursos hídricos–CT-Hidro que tem por objetivo fomentar pesquisas direcionadas para os recursos hídricos a fim de promover a gestão adequada visando a sustentabilidade (TUCCI; CORDEIRO, 2004). Mesmo antes da criação da lei e do fundo de recursos hídricos, as instituições de pesquisa já se dedicavam ao estudo dessa temática.

Como exemplo pode ser citado o Programa de Pesquisa em Saneamento Básico – PROSAB um dos programas elaborados por instituições brasileiras de pesquisa que buscam o aperfeiçoamento de tecnologias na área de saneamento básico, visando entre outros objetivos, o uso racional da água. Desde 1996 é o principal programa de pesquisa e desenvolvimento de tecnologia com a meta de solucionar problemas sanitários das populações menos favorecidas.

Com relação ao estudo do uso racional de água em edificações, os trabalhos pioneiros no Brasil foram realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. Um dos trabalhos publicados, Montenegro (1987), aplicou instrumentação desenvolvida pelo próprio IPT, para medir as vazões em instalações hidráulicas prediais e o consumo domiciliar em 403 ligações de água na cidade de São Paulo.

Atualmente, esse Instituto continua ativo em suas pesquisas nessa temática, por exemplo, com estudos sobre a parametrização do consumo de água por atividade econômica e em áreas residenciais. Alguns resultados desse trabalho foram agrupados na Norma técnica da Sabesp 181, utilizada para o dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro – Primeira ligação (NBS 181, 2012). A norma traz em seu Anexo B fórmulas que qualificam o consumo de água em diversos “consumos especiais”, baseado em parâmetros como, área construída, número de banheiros, número de dormitórios e número de vagas de garagem.

Ainda na temática do consumo de água em edificações a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP criou o PURA - Programa de Uso Racional da Água. Esse programa ao ser contratado avalia a possibilidade de reduções no consumo de água em instituições/empresas através de elaboração de diagnósticos e apresentação de soluções que promovem o consumo racional

(GONÇALVES, 2006). Os casos de sucesso obtidos pela implantação do PURA podem ser encontrados no site da SABESP.

Outro programa de promoção da conservação do uso da água é o ÁGUAPURA - Programa de uso racional da Água e Energia da Universidade Federal da Bahia (UFBA), criado em 1998. Diferente do anterior, esse programa é gratuito e a redução no consumo de água baseia-se no monitoramento do consumo. O programa tem uma interface online, na qual o usuário cadastra a sua residência/instituição, e o mesmo lança os dados de consumo registrados pelo hidrômetro da concessionária. O programa retorna para o usuário uma série histórica de consumo, através de gráficos de barras. Com o acompanhamento do consumo histórico, é possível identificar quando ocorre um aumento inesperado no consumo e atuar de forma rápida para sanar a causa desse aumento, geralmente um vazamento. Os resultados do acompanhamento do consumo de água das unidades monitoradas podem ser encontrados no site do programa: [teclim.ufba.br/aguapura/](http://teclim.ufba.br/aguapura/).

Voltando aos programas e ações do governo, se destaca um programa com objetivo de conservar a água. No site do Ministério das Cidades, observa-se o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), elaborado pela Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental tem por objetivo “promover o uso racional da água de abastecimento público nas cidades brasileiras”. Entre 1999 e 2003 foram publicados Documentos Técnicos de Apoio (DTA), os quais apresentam resultados de estudos nas áreas de: indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água, micromedição, caracterização e monitoramento do consumo predial de água.

Craciun (2007) constatou, através de aplicação de questionários a 50 profissionais da área de instalações hidráulicas e prediais da Bahia, que 84% destes não tinham conhecimento do PNCDA. Esse resultado mostra a importância da ampla divulgação bem como do envolvimento, desde a formação, dos profissionais com a questão da conservação da água.

Segundo o site do Ministério das Cidades (MCIDADES, 2012), o PNCDA também elaborou novos DTAs na forma de “Guias Práticos” para as equipes operacionais das prestadoras de serviços de saneamento. Além disso, também desenvolveu um Curso de Ensino a Distância visando capacitar profissionais da área de saneamento no sentido da gestão de perdas e uso da energia elétrica.

No mesmo site (MCIDADES, 2012) observa-se também outro programa, cujo intuito é a conservação, o Com + Água, projeto do Programa de Modernização do Setor de Saneamento (PMSS), que visa fazer uma parceria com as prestadoras de serviços de saneamento para combater as perdas na distribuição que, segundo o site, representam em torno de 40% da água de abastecimento segundo uma média nacional.

Outro programa do governo, implementado pela Agência Nacional de Águas (ANA), é o Programa Nacional de Desenvolvimento dos Recursos Hídricos (PROÁGUA), criado em 1998, e que tinha inicialmente abrangência apenas do semiárido, mas desde 2006 passou a ter abrangência nacional. O programa tem ênfase na viabilização de implantação de infraestruturas para abastecimento de água nas regiões de clima semiárido e aplicação de medidas de gestão dos recursos hídricos no restante do país. Mais informações podem ser encontradas no site da ANA.

A partir dessa análise, foi possível observar alguns dos esforços na esfera governamental e das instituições de pesquisa brasileiras na implantação de medidas no sentido da conservação dos recursos hídricos. Sejam em edificações, exemplos do IPT, SABESP, UFBA, nos sistemas de abastecimento de água, como o PROÁGUA, bem como nas demais esferas incluídas nas diretrizes abrangidas pela Política Nacional de Recursos Hídricos.

#### **1.4. Conservação da água em Salvador**

Apesar do aparente desenvolvimento institucional, o modelo de gestão vigente no Brasil ainda é a gestão da oferta. Vide o exemplo de Salvador que apesar de ter, segundo Santos et al. (2010), em seu território 12 bacias hidrográficas, 9 bacias de drenagem natural, água em seu subsolo e elevado índice pluviométrico, tem baixo índice de qualidade das suas águas, causada por processos como ocupação de áreas de drenagem natural, o aterramento de leitos dos rios, degradação de áreas de nascentes, assoreamento de rios, entre outros (SANTOS et al., 2010).

Considerando a definição de Tambo (2003) para a gestão da oferta, já citada na introdução do presente trabalho, houve, em Salvador, em primeiro lugar, a degradação da qualidade dos recursos hídricos e depois a busca por outras fontes mais próximas, para suprir suas necessidades. Atualmente Salvador é abastecida

principalmente pela barragem Pedra do Cavalo, no rio Paraguaçu, que segundo o site da ANA, é responsável por 70% da vazão tratada. Essa barragem encontra-se a aproximadamente 120 quilômetros da cidade, sendo necessários altos investimentos em infraestrutura e energia elétrica para o traslado da água.

Para desenvolver programas efetivos de gestão da demanda, no campo do consumo de água residencial, primeiro é necessário entender de forma detalhada os fatores que influenciam esse consumo (JORGENSEN, GRAYMORE E O'TOOLE 2009). Após quantificar a faixa de consumo considerada ideal, podem ser tomadas medidas para coibir desperdícios como, por exemplo, vazamentos. Ações de reparação direcionadas, por exemplo, aos aparelhos sanitários de maior consumo, medidas de uso racional direcionadas a cada “consumidor tipo”, podem ser medidas inovadoras para aplicar a gestão da demanda.

### **1.5. Consumo de água residencial**

Essa dissertação busca contribuir com o conhecimento do consumo de água no setor residencial. Sabe-se que o consumo de água para abastecimento humano urbano representa 22% da vazão retirada para abastecimento das demandas consuntivas<sup>1</sup> no Brasil (ANA, 2012). Sendo assim, uma parcela significativa do consumo de água total.

Segundo a *World Health Organization* (WHO) o consumo mínimo em situações de emergências considerando água para beber, cozinhar, fazer a higiene pessoal, lavar roupas, limpar a casa, dar descarga na bacia sanitária e cultivar alimentos é de 70 L/pessoa.dia (WHO; 2013). Considerando que nessas situações o consumo feito é o mínimo possível para manter as necessidades básicas, são excluídos dessa parcela os usos feitos para recreação, lazer, satisfação pessoal, conforto, dentre outros. Espera-se que os valores de consumo *per capita* observados nos trabalhos que

---

<sup>1</sup> As demandas consuntivas correspondem à vazão de água necessária para suprir os usos consuntivos. Usos consuntivos, por sua vez, segundo ANA (2012), são os usos os quais parte da água é consumida, sendo assim, não retornam ao curso de água anterior.

estudaram o consumo de água residencial, em condições normais, sejam maiores que o valor estabelecido pela WHO (2013) em emergências.

Em trabalhos revisados que estudaram o consumo de água em residências no Brasil, verificou-se, por exemplo, em Feira de Santana, em trabalho realizado por Araújo (2012), valores médios de consumo *per capita* em torno de 110,1L/pessoa.dia. Na mesma região, porém em amostra menor devido ao método de pesquisa, Almeida (2007) encontrou valores médios de 115 L/pessoa.dia.

Em Salvador, o trabalho realizado por Garcia (2011) estimou, com base em dados provenientes da EMBASA, o consumo de água na mesma região da presente pesquisa, Chapada do Rio Vermelho, abrangendo em seu universo amostral inclusive as residências monitoradas nesse trabalho. O consumo *per capita* mediano na região foi de 101 L/pessoa.dia, enquanto o valor médio foi de 122 L/pessoa.dia.

A diferença entre o valor médio e mediana mostra a alta variabilidade do consumo de água diário, decorrente do grande número de variáveis de influência neste consumo, tais como, permanência na residência, dias de lavagem de roupas, dias com visitas, sendo que a mediana representa melhor os valores de consumo que mais se repetem, enquanto a média sofre maior influência dessa variabilidade.

Cohim, Silva e Meireles (2011) utilizaram dados provenientes da EMBASA para estimar o consumo *per capita* em áreas de baixa renda em Salvador, o consumo *per capita* médio obtido foi de 125,8 L/pessoa.dia. Valor próximo ao encontrado por Garcia (2011).

Moraes (1995) realizou um trabalho em diversas áreas de baixa renda, também em Salvador, e obteve os dados de consumo de água baseado na medição feita pelo próprio usuário, através da utilização de recipientes graduados e informações dos moradores sobre o uso diário. Foi obtido uma média de consumo de 48L/pessoa.dia, que variou entre 33 e 87 L/pessoa.dia.

Essa diferença tão grande de resultados entre trabalhos realizados no mesmo município, feitos por Garcia (2011), Cohim, Silva e Meireles (2011) e Moraes (1995) pode estar associada às diferenças nos métodos de obtenção de dados, bem como na diferença de anos entre a realização de cada estudo. Se as diferenças forem devido ao tempo passado entre uma pesquisa e outra, isso pode ser um indicador de melhoria nas condições de saneamento nas regiões de baixa renda em Salvador.

Barreto e Medeiros (2008a) realizaram em São Paulo, com monitoramento do consumo residencial por aparelho hidráulico e no cavalete interno, o estudo do consumo de água em 7 residências incluídas em faixas de consumos típicos entre 15 a 20m<sup>3</sup> mensais. Foi obtido, entre seus resultados, faixas de consumo per capita na ordem de 263 L/pessoa.dia.

Ywashima et al. (2006), realizaram trabalho no município de Paulínea, São Paulo, em residências de interesse social. Com base no levantamento de um histórico do consumo a partir das contas de água das casas, foi observado consumo médio de 113L/pessoa.dia, embora, esse valor tenha variado, dentre as 27 residências investigadas, entre 46 a 309L/pessoa.dia.

Vieira (2012), que trabalhou em área de baixa renda na região de Florianópolis, mediu o consumo de água aproximado, por dispositivo hidráulico, em 10 habitações de interesse social. Foi obtido um valor médio de consumo na ordem de 123 L/pessoa.dia, que variou desde 70 até 195L/pessoa.dia.

Os trabalhos que apresentaram em seus resultados o intervalo de variação do consumo *per capita*, ou o valor mediano desse consumo além do valor médio, apontaram a existência de grandes variações dentro do universo daquela amostra estudada. Sendo, portanto, esses valores de intervalo, mediana e medidas de dispersão dados mais ricos, do que aqueles que apenas informaram o valor médio. Ao investigar essas diferenças, é possível avaliar fatores de influência nesse consumo.

Fora do Brasil, também vem sendo realizados trabalhos na mesma temática. Na Austrália em Gold Coast, local que sofre com problemas de seca, segundo o trabalho realizado por Willis (2010), a média do consumo *per capita* é de 157,2L/pessoa.dia. No trabalho de Mayer e DeOreo (1999), feito em localidades dos Estados Unidos e Canadá, o consumo médio per capita foi em torno de 650,3L/pessoa.dia.

O trabalho realizado pela ENVIRONMENT AGENCY (2008) analisou o consumo *per capita* em diversos países diferentes, mas com semelhanças em termos de clima e economia. Tais países e respectivos consumos *per capita* foram: Dinamarca - 137L/pessoa.dia, Finlândia - 150L/pessoa.dia, Holanda - 127L/pessoa.dia, Alemanha

- 115 L/pessoa.dia, Bélgica - 107 L/pessoa.dia, Austria - 130L/pessoa.dia e Reino Unido 150L/pessoa.dia.

Observa-se, portanto, nesses trabalhos realizados em diferentes localidades brasileiras e estrangeiras, que existe um intervalo aproximado de consumos de água médios em residências que variam entre 100 a 270L/pessoa.dia, apenas o trabalho realizado por Moraes (1995) e o realizado por Mayer e DeOreo (1999) apresentaram valores que não pertencem a esse intervalo.

Portanto, verifica-se que dentro desse intervalo estabelecido, que está coberta a faixa de consumo preconizado pela WHO (2013) para casos de emergência, de 70 L/pessoa.dia, e existe uma parcela a mais que pode está relacionado a diversos fatores de influência, objeto de estudo do presente trabalho.

### **1.6. Componentes do consumo residencial de água**

Diversos autores utilizam a divisão do consumo residencial de água em usos internos e usos externos. Usos internos são os realizados em tarefas domésticas dentro da casa, como uso do banheiro, cozinha e lavagem de roupas enquanto os usos externos, realizados fora da casa, são, por exemplo, rega de jardim e manutenção de piscina.

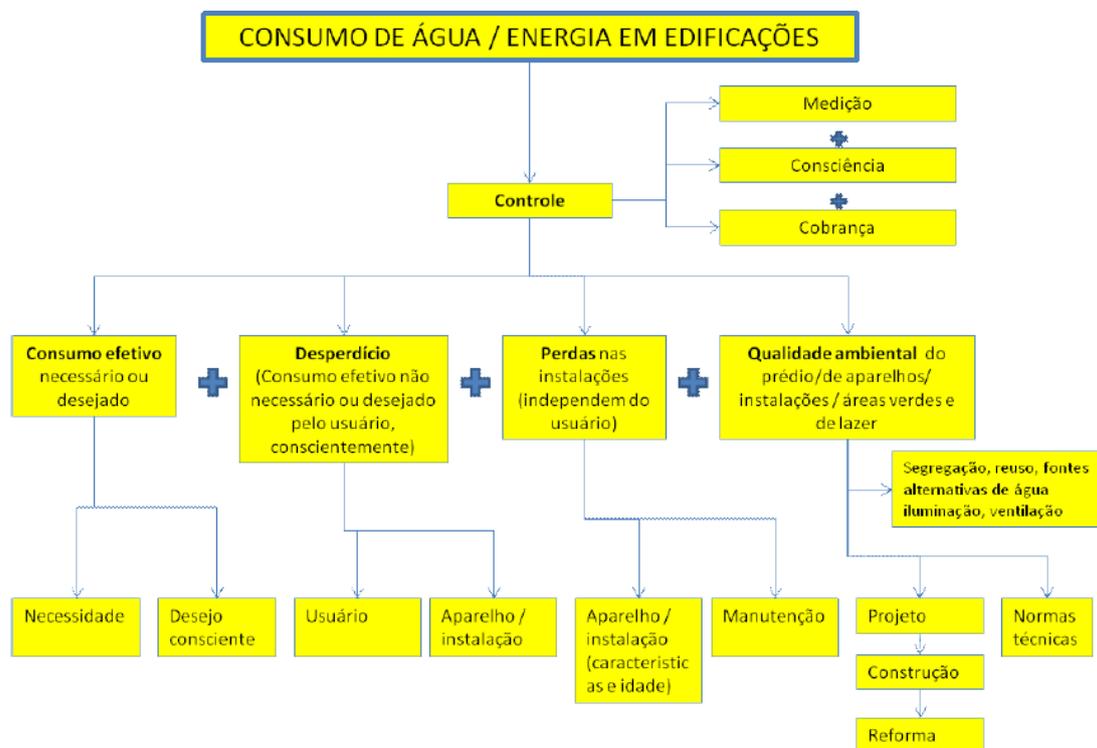
Quando submetidos a situações de emergência, a WHO (2013) estipula os seguintes fatores como intervenientes na quantidade de água requerida: o clima, o estado de saúde das pessoas, nível de condicionamento físico, a eficiência dos dispositivos hidráulicos da residência, a percepção quanto ao que seria uma quantidade adequada de água para sobrevivência, diferente para pessoas em regiões urbanas e rurais, de alta e baixa renda, de diferentes culturas e religiões, bem como o sexo do indivíduo. (WHO; 2013).

O manual de saneamento da FUNASA (2006) estabelece para áreas de baixa renda, um consumo *per capita* diário na ordem de 125 L/pessoa.dia, e em áreas de alta renda, esse consumo é na ordem de 200 L/pessoa.dia. A norma técnica da Sabesp NTS 181 (2012) estabelece para dimensionamento em áreas de rurais ou casas populares, o valor base 120 L/pessoa.dia para o consumo *per capita*, enquanto para áreas de luxo o valor estabelecido é de 300 L/pessoa.dia.

Esses valores, utilizados como referências normativas, mostram que é consolidado o reconhecimento da renda como fator de influência no consumo de água residencial.

Kiperstok (2008) elaborou um fluxograma que explica os principais fatores que motivam o consumo de água em edificações, como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma resumo dos elementos que compõe o consumo de água em edificações



Fonte: (KIPERSTOK; 2008)

Conforme a Figura 1 existem quatro blocos principais de fatores determinantes do consumo de água. São eles o consumo efetivo, o desperdício, as perdas e a qualidade ambiental da edificação. O controle incide como regulador desses blocos.

Os fatores que estimulam o controle no uso de água são: o valor da conta de água, medições periódicas (por exemplo, verificação do hidrômetro) ou a própria consciência do usuário. O controle está relacionado à intenção de regular o consumo, ou intenção de conservação, e isso é o fator que vai determinar se o consumo será menor ou maior.

O uso, ou consumo efetivo, pode ser dividido em uso por necessidade básica ou desejo. É considerado consumo desejado àquele que não supre uma necessidade

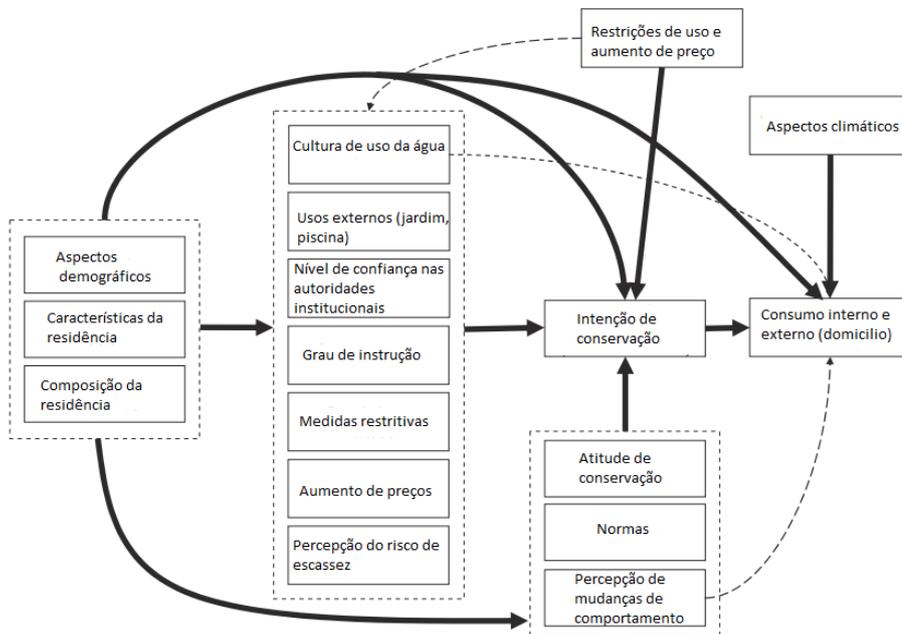
básica, mas de alguma forma satisfaz outras necessidades do usuário, como, por exemplo, o relaxamento através de banhos demorados.

Ainda segundo Kiperstok (2008), o desperdício pode estar relacionado com o dispositivo/instalações hidráulicas ou ao próprio usuário que, por exemplo, pode deixar uma torneira aberta sem uso. Jorgensen, Graymore e O’toole (2009) e Willis (2010) também observaram a questão do uso relacionado ao dispositivo/instalação hidráulica, que consiste naquele uso imposto pela programação prévia do aparelho sanitário, definido por fabricante, que, portanto não sofre influência da vontade do usuário.

As perdas, segundo o modelo de Kiperstok (2008), estão ligadas a fatores independentes da vontade do usuário, mas tem relação com os cuidados de manutenção das instalações hidráulicas prediais, que podem evitar o aparecimento de vazamentos ou equipamentos hidráulicos pouco eficientes. Por fim, outro fator que determina o consumo é a qualidade ambiental do prédio, relacionada às características da habitação, que favoreçam a aplicação de medidas de uso racional da água como, captação de água de chuva, reuso e outros.

A Figura 2 mostra o modelo conceitual de influências sociais e econômicas no consumo de água proposto por Jorgensen, Graymore e O’toole (2009).

Figura 2 - Modelo de influências sociais e econômicas no consumo de água.



Fonte: Adaptado de Jorgensen, Graymore e O’toole (2009)

Segundo observa-se na Figura 2, a intenção de conservação é o fator principal de influencia no consumo. No trabalho de Kiperstok (2008) a intenção de conservação é balizada pelo controle, que por sua vez deve ser feito através de emissão de contas, medição do consumo ou pela consciência do usuário. Jorgensen, Graymore e O'toole (2009) detalharam mais fatores de influência na intenção de conservação que gera o controle no consumo da água, esses detalhamentos, por sua vez podem ser posicionados dentro das macro categorias definidas por Kiperstok (2008).

O Quadro 1 mostra a junção do detalhamento proposto no modelo de Jorgensen, Graymore e O'toole (2009) e as definições da WHO (2013), posicionados dentro das macro categorias definidas por Kiperstok (2008).

Quadro 1- Fatores que compõe o consumo residencial de água

<b>Macro categorias</b> (KIPERSTOK; 2008)	<b>Detalhamento</b> (JORGENSEN; GRAYMORE E O'TOOLE 2009; WHO; 2013)
Controle/Intenção de conservação	Nível de confiança nas autoridades institucionais; Grau de instrução; Medidas restritivas; Aumento de preços; Atitude de conservação; Normas; Percepção de mudanças de comportamento dos vizinhos; Percepção do risco de escassez; Restrições de uso.
Consumo efetivo	Cultura de uso da água; Aspectos climáticos; Aspectos demográficos (regiões urbanas, rurais, baixa renda, alta renda); estado de saúde; condicionamento físico; sexo;
Desperdício	Perdas nas instalações, falta de cuidado por parte do usuário;
Qualidade ambiental	Composição da residência, Características da residência; Usos externos (presença de jardim, piscina); Consumo interno e externo; Eficiência dos dispositivos hidráulicos da residência.

Arbués, García-Valiñas e Martínez-Espiñeira (2003) apontaram em seu trabalho, que um dos fatores de influência no consumo de água, é o tipo de coleta de dados utilizada no estudo ou o tipo de função escolhida para explicar o fenômeno. Sendo, portanto necessário avaliar a metodologia utilizada em cada estudo para identificar até que ponto a metodologia pode ter influenciado no consumo. A verificação da

metodologia utilizada em diversos trabalhos que estudaram o tema será feita na subseção que segue.

### **1.7. Ferramentas metodológicas para identificação de fatores intervenientes no consumo de água residencial**

Ao seguir a lógica das ferramentas de obtenção de dados qualitativos e quantitativos apresentadas por Severino (2007), aplicadas em trabalhos que estudaram o consumo residencial de água, foram feitas discussões de trabalhos que realizaram o estudo baseado nessas ferramentas. As ferramentas são: pesquisa bibliográfica, pesquisa ação (visa interferir para modificar a situação pesquisada), estudo de caso, e técnicas estatísticas para estabelecer amostras representativas para o estudo. A maioria dos trabalhos observados faz uma mescla da utilização desses métodos, devido à complexidade do objeto de estudo, a fim de captar o maior número possível de fatores intervenientes no consumo de água.

Ao longo do texto das subseções seguintes, foram destacados em negrito os fatores intervenientes no consumo de água, observados nos diferentes trabalhos estudados.

#### **1.7.1. Trabalhos baseados “exclusivamente” em dados bibliográficos**

Alguns trabalhos são elaborados exclusivamente a partir de pesquisas bibliográficas. Como exemplo, pode ser citado o trabalho de Arbués, García-Valiñas e Martínez-Espiñeira (2003), que fez uma revisão do estado da arte da estimativa da demanda residencial por água, principalmente com enfoque nas tarifas praticadas. Como resultado, o trabalho aponta que a predição do consumo pode ser estimada como uma função de várias variáveis. Sendo elas: **tarifa, renda, número de banheiros, clima, número de crianças e aposentados na residência, tipo de coleta de dados utilizada no estudo** ou o **tipo de função escolhida** para explicar o fenômeno.

Arbués, García-Valiñas e Martínez-Espiñeira (2003) observaram que, em estudos longitudinais do consumo de água, aqueles que abrangem longos períodos, devem ser controlados também, periodicamente, as variações socioeconômicas ocorridas, a fim de observar variáveis influentes no consumo de água. Em estudos prolongados

as variações no consumo podem ser decorrentes de um acontecimento momentâneo ou um efeito que se repete sazonalmente.

Jorgensen, Graymore e O'toole (2009), que também desenvolveram trabalho baseado exclusivamente em revisão de literatura, apontaram que existia uma lacuna de conhecimento relacionando o consumo da água com fatores **psicossociais**. Por exemplo, não está claro se efeitos de redução de consumo de água decorrente da **variação dos preços** é devido à questão financeira ou devido a **mudanças da consciência dos usuários** diante da seriedade dos quadros de escassez da água ou outras **motivações individuais**. Em seu modelo conceitual Jorgensen, Graymore e O'toole (2009) adicionam como variável o **grau de confiança dos moradores no governo** e na forma como a questão da água vem sendo gerida, bem como a percepção do usuário com relação à **forma de utilização da água pelos seus vizinhos**.

O trabalho feito pela ENVIRONMENT AGENCY (2008), também nessa mesma linha, comparou por meio de levantamento de dados secundários obtidos em literatura, o consumo *per capita* entre países com **clima e economia** semelhantes. Mesmo com essa delimitação, verificaram-se diferenças significativas entre os consumos de água *per capita* dos países. Assim, uma investigação mais detalhada foi necessária. Alguns fatores intervenientes foram levantados como possíveis causas dessas diferenças:

- Diferenças no **tipo de medição** feita pelas concessionárias de serviços de abastecimento de água. Em alguns países o consumo residencial é estimado, em outros eram efetivamente medidos, outros não tinham medição individual por economia, outros tinham medição individualizada.
- As **perdas de água** na distribuição eram incluídas na conta de água do usuário em alguns países e em outros não.
- Diferenças quanto à natureza jurídica dos **serviços da concessionária** prestadora de abastecimento de água. Algumas visavam ter lucros com a cobrança pelos seus serviços, outras cobravam o equivalente aos seus custos.

- Se o país tem ou não investido em estratégias de gestão da demanda. Que envolvem programas destinados a promover mudanças comportamentais em relação ao uso da água.

O esforço em delimitar os países de características climatológicas e econômicas semelhantes não foi suficiente para inferir que os seus consumos seriam iguais ou na mesma ordem de grandeza. Foram verificados outros fatores de influência no consumo que dificultaram a comparação, apontados nos itens acima. Assim, a principal contribuição do trabalho foi apresentar detalhadamente as características do consumo residencial de água nos países estudados, mas com dúvidas quanto aos motivos das diferenças entre eles.

### **1.7.2. Pesquisa etnográfica**

A pesquisa etnográfica, que visa, segundo Severino (2007), compreender processos cotidianos que interferem na variável estudada, também poderia ser uma ferramenta interessante para avaliar fatores de influência no consumo de água em residências mais de perto. Nesse tipo de pesquisa, mais utilizada na área das ciências sociais, o pesquisador trabalha com diários de campo e busca se familiarizar com os processos que influenciam a variável estudada, até mesmo se integrando ao cotidiano da localidade onde ocorre a pesquisa. Não foi encontrado na literatura pesquisas que utilizaram esse método para o estudo do consumo de água em residências.

### **1.7.3. Pesquisa ação**

São aqueles trabalhos que testam a influência de intervenções no objeto de estudo. São modificadas intencionalmente a situação inicial, ou situação real, para posteriores avaliações dessas intervenções no objeto estudado na nova situação.

No caso do estudo do consumo de água residencial, podem ser avaliados os resultados de medidas de gestão da demanda no consumo de água. Algumas pesquisas como a de Vieira (2012), que testou a influencia da **substituição de aparelhos hidráulicos por modelos mais eficientes**, o **aproveitamento de águas cinzas** para descarga de bacias sanitárias e o **aproveitamento de água pluvial** para lavagem de roupas e descarga das bacias sanitárias. No trabalho de Sanchez

(2007) foi avaliado o impacto dos **consertos de vazamentos** no consumo de água em edifícios residenciais.

Outra forma de interferir na situação pesquisada ocorre ao **envolver os moradores no processo de acompanhamento do próprio consumo de água**. Tanto que o programa AGUAPURA da UFBA conta com esse instrumento para promover o uso racional de água. O trabalho realizado por Cohim *et al.* (2009), também, constatou que sua metodologia de pesquisa, que contava com a ajuda dos próprios moradores para registrar a leitura dos dados de vazão marcados no hidrômetro diariamente, poderia influenciar o consumo de água da residência.

Os principais resultados encontrados no trabalho de Vieira (2012) foram a observação de um potencial para redução do consumo de água médio em 15% com a adoção de equipamentos economizadores, a utilização de águas cinzas pode suprir 24% da demanda de água, e a utilização de água pluvial pode suprir 43% da demanda de água em residências. Sanchez (2007) verificou reduções de 40 a 50% no consumo de água após o conserto de vazamentos.

#### **1.7.4. Estudo de caso**

Trabalhos como o de Heinrich (2007), antes de expandirem sua metodologia de estudo para escalas maiores, fizeram testes em escala menor, monitorando o consumo de água em residências estudo de caso. Assim, o estudo de caso é uma boa ferramenta para avaliar custos, observar fatores inesperados, a fim de dominar a metodologia antes de ampliar sua abrangência.

#### **1.7.5. Amostragem estratificada**

Uma forma de observar fatores intervenientes no consumo de água pode ser comparar amostras de contingentes populacionais com muitas variáveis em comum, com exceção de alguma característica de interesse para investigação.

Devido a serem muitas as variáveis envolvidas na demanda residencial por água, quanto mais uniformes as características da população estudada, mais se amplia a possibilidade de atingir resultados importantes. Assim, para investigar outros possíveis fatores de interveniência, podem ser feitos, por exemplo, estudos em

localidades de características as mais homogêneas possíveis, como mesma faixa de renda, escolaridade, clima, tipos de habitação, número de moradores, e a partir daí investigar o motivo de diferenças no consumo entre residências que na teoria deveriam ter consumos semelhantes. Sendo possível identificar outras possíveis causas de diferenças na demanda como tempo de permanência em casa ou grau de preocupação da família com questões ambientais.

Aplicar apenas a técnica estatística e conhecer o consumo de água de uma amostra populacional, não irá, necessariamente, permitir o entendimento dos fatores que interferem nesse consumo. Para alcançar esse objetivo é necessário unir elementos de cada tipo de diversos métodos de pesquisa, direcionado aos objetivos específicos do trabalho. Dessa forma, a maior parte dos trabalhos, dentro desse tema, utilizam mais de uma ferramenta metodológica para chegar aos resultados requeridos. A próxima subseção traz alguns desses exemplos.

#### **1.7.6. Trabalhos que utilizaram combinação de mais de um método de pesquisa**

Os trabalhos de Garcia (2011), Magalhães *et al.* (2012) e de Keshavarzi *et al.* (2006), apontaram fatores de influência no consumo de água através de metodologia composta por obtenção de dados primários e secundários. Os primários foram obtidos com aplicação de questionários, nos quais foram levantados fatores intervenientes no consumo de água tais como: **Taxa de ocupação, tamanho da residência, número de cômodos**, e os secundários, obtidos através de informações cedidas pela concessionária de serviços de água e esgoto sobre o histórico de consumo das famílias amostradas.

Esses trabalhos restringiram a variabilidade dos seus dados através da delimitação de áreas de estudos. Keshavarzi *et al.* (2006) trabalharam com consumo de água em residências da **área rural** de um município do Irã enquanto Garcia (2011) e Magalhães *et al.* (2012) trabalharam com residências classificadas como **baixa e média renda** em Salvador. Conforme pode ser observado, a metodologia aplicada nesses trabalhos não requer grandes investimentos financeiros em equipamentos, e a extensão para aplicação em larga escala é simples. As desvantagens em pesquisas desse tipo, é que, embora seja possível identificar fatores de influência,

não possibilita o conhecimento aprofundado do consumo de água domiciliar levando em conta o uso por dispositivo hidráulico. Mas, é possível estudar fatores intervenientes dentro de uma escala mais ampla.

O trabalho de Magalhães *et al.* (2012) observou a existência de tendências de redução do consumo ao longo dos anos estudados na localidade estudada. O trabalho não utilizou dados de consumo *per capita*, pois não possuía uma fonte de dados segura sobre o número de moradores nas residências ao longo do tempo estudado, isso dificultou a análise das causas da tendência decrescente. Para obter dados desse tipo seria necessário, por exemplo, realizar um estudo longitudinal acompanhando as variações de habitantes nas famílias, bem como os hábitos de consumo de água ao longo do tempo. Esse tipo de pesquisa, apesar de ser mais dispendiosa e demorada, poderia dar mais informações relevantes sobre fatores intervenientes no consumo residencial de água.

Garcia (2011) cruzou informações sobre o consumo, obtido através de dados da EMBASA, com fatores intervenientes no consumo, obtidos através de questionário aplicado, e assim verificou associação do consumo com: **número de moradores, número de dormitórios, número de pontos internos de água e percentual da renda destinada ao pagamento da conta de água.**

Ainda no âmbito nacional, o trabalho realizado por Almeida (2007) baseou-se na avaliação do consumo em Feira de Santana, em amostra predominantemente de **baixa renda** (70% dos participantes). A metodologia consistiu em cruzar informações de consumo de água, obtidas junto à concessionária de serviços de água e esgoto, com as características deste conjunto amostral, obtidas através da aplicação de questionário. Além disso, foram monitorados mais detalhadamente o consumo de água de 5 residências voluntárias. Para tanto, foram instalados hidrômetro e *data logger*, na tubulação após o reservatório de água e foi pedido aos moradores que anotassem cada uso de água, durante uma semana em ficha apropriada. Além disso, foram feitas medições de vazão manualmente.

Como principais resultados, Almeida (2007) observou correlações entre consumo de água e o **número de moradores, número de dormitórios, tempo de permanência dos residentes** em diferentes turnos do dia, sendo a permanência no turno da noite o que apresentou maior correlação com o consumo de água. Também observou correlações do consumo com a **quantidade de vezes em que se toma banho ao**

**dia, escova dentes, frequência em fazer a barba, lavagem de roupas e lavagem de pratos.** Não verificou correlação do consumo de água com os usos externos. Possivelmente, esse resultado tem relação com a maioria dos entrevistados estarem situados em áreas de baixa renda e, portanto, não terem gastos expressivos de água na área externa. Os dispositivos hidráulicos de maior participação no consumo de água foram, em ordem decrescente, torneira da pia da cozinha, chuveiro e máquina de lavar roupas.

Foi sugerido, no trabalho de Almeida (2007), em trabalhos posteriores, o uso de um sistema automatizado para reconhecer os padrões de sinal característicos de cada equipamento. Esse método, já vinha sendo aplicado por trabalhos como o de Mayer e DeOreo (1999).

Mayer e DeOreo (1999), foram os precursores da chamada “medição inteligente”. No seu trabalho estudaram o consumo de água residencial em 1118 residências de localidades divididas entre Estados Unidos e Canadá. Utilizaram para medição do consumo destas, os hidrômetros da concessionária, visto que o sistema de distribuição é direto<sup>2</sup>, e os substituiu, quando julgou necessário, por novos. No final, os hidrômetros utilizados na pesquisa tinham resolução entre 13 e 32 pulsos a cada litro de água. O intervalo adotado para a captação de dados através do *data logger* foi a cada 10 segundos.

No trabalho de Mayer e DeOreo (1999), feito em localidades dos Estados Unidos e Canadá, foi observado que os usos internos são os menos variáveis com o preço da água. Enquanto os usos externos são os primeiros a sofrerem reduções quando ocorre algum aumento na **tarifa de água**. Considerando que os usos externos são usos como irrigação de jardins ou enchimento de piscinas, é esperado que durante um aumento de tarifas, para diminuição de despesas, a população reduza o uso de piscinas, por exemplo, mas mantenha o padrão de uso de chuveiros, descargas de bacias sanitárias, ou outros usos de necessidade básica.

---

<sup>2</sup> No sistema de distribuição direto a água de abastecimento público não é armazenada em reservatórios, é distribuída diretamente para as residências, isso é possível pela alta pressão a qual a rede fica submetida.

A metodologia de Mayer e DeOreo (1999) também previu a aplicação de um questionário para levantar informações técnicas sobre os **equipamentos hidráulicos** de cada uma das residências monitoradas, essas informações possibilitaram a identificação das curvas de vazões e horários de utilização dos aparelhos hidráulicos, elementos necessários para a utilização do programa de tratamento de dados utilizado, elaborado pelo mesmo grupo de pesquisa, chamado Trace Wizard®.

Willis (2010) realizou um trabalho semelhante na cidade de Gold Coast na Austrália, que também possui sistema de distribuição direto. Willis (2010) substituiu os hidrômetros padrão da concessionária por outros que emitem um pulso a cada 14 mL de água utilizada. O intervalo de coleta de dados também foi de 10 segundos. Nesse trabalho, para separar os consumos de água entre os dispositivos hidráulicos das residências, também foi utilizado o programa Trace Wizard®.

Para delimitar a análise do consumo de água residencial, Willis (2010), selecionou amostras estratificadas de quatro localidades da cidade de Gold Coast, que abrangeram quatro faixas de renda diferentes, ao todo foram estudadas 151 residências. Dessas quatro amostras, três estavam situadas em áreas com residências que possuíam sistema de uso racional da água, através de instalações hidráulicas duplas, que possuíam uma tubulação para água potável e outra para água de reúso, enquanto a quarta amostra possuía instalações hidráulicas convencionais, somente abastecidas por água potável.

A metodologia da pesquisa adotou a medição feita durante duas semanas divididas em períodos de verão e inverno. Segundo Willis (2010) nas residências que possuem sistema duplo, a água de reúso é responsável por 20% do abastecimento das residências, sendo que o uso majoritário é para o acionamento da descarga da bacia sanitária. Também se delimitou a faixa de idade da infraestrutura das residências, uma vez que as quatro regiões foram construídas em épocas similares. Com a análise de amostras homogêneas em determinados aspectos, partiu-se para a busca por outras variáveis no consumo de água, através de aplicação de questionários. A partir dessa metodologia adotada, originaram-se diversos trabalhos dentro desse grupo de pesquisa.

Um dos trabalhos desse grupo, feito por Willis *et al.* (2009) consistiu na caracterização do consumo de água no município de Gold Coast na Austrália. Entre

os resultados alcançados, verificou-se que as residências com maior **renda per capita** possuem **máquinas de lavar mais eficientes** e consomem menos através desse dispositivo hidráulico. Os chuveiros apresentam tendência contrária, ainda que não significativa estatisticamente, que os residentes de menor renda consumiram menos.

Outra abordagem do mesmo grupo da Austrália levou em consideração **fatores psicológicos** ao consumo residencial por água. Willis *et al.* (2011) após revisão de literatura, levantaram indicadores para medir o grau de interferência no consumo de água quando o **morador assume ter preocupação com a problemática ambiental** ou quando o mesmo, além de ter essa preocupação já **prática e tem conhecimento de métodos de conservação da água**. A pesquisa confirmou que as residências que possuem maior consciência ambiental e praticam economia de água possuem consumo mais baixo.

O que diferiu o trabalho realizado por Heinrich (2007), realizado na Nova Zelândia, dos trabalhos realizados por Willis (2010) e Mayer e DeOreo (1999), foi que o primeiro testou a metodologia aplicada em menor escala, 12 residências. Dessas, 3 residências possuíam tipologia diferente, sistemas de **baixa pressão** e com **presença de reservatório** superior (sistema de distribuição indireto). Apesar dessa diferença entre algumas das residências, Heinrich (2007) resolveu por uma questão de facilidade na montagem do sistema de monitoramento, adotar a instalação de hidrômetros de alta resolução, associados a *data logger* na tubulação de alimentação residencial, antes do reservatório, em todos os casos. Esse tipo de instalação pode afetar o valor registrado devido ao reservatório amortecer as vazões de utilização dos equipamentos hidráulicos.

Como, no distrito estudado por Heinrich (2007), na Costa Kapiti, a concessionária não mede o consumo de água, sendo que os usuários pagam uma taxa única, foi necessário instalar hidrômetros em todas as residências.

Heinrich (2007) observou que existem equipamentos hidráulicos que possuem vazões típicas semelhantes, como a banheira e a torneira externa, o que no momento do tratamento de dados com o Trace Wizard® passa despercebido, levando a classificações equivocadas. Assim, observa-se que esse trabalho, apesar de não ter sido feito numa amostra significativa, levanta questões a serem

consideradas acerca da metodologia utilizada nos trabalhos que utilizam esse programa.

O nível de dificuldade dos trabalhos que utilizam a “medição inteligente” no Brasil é maior, devido ao sistema de abastecimento de água indireto<sup>3</sup>. Quando o sistema é do tipo indireto, a utilização do próprio hidrômetro da concessionária é impossibilitada, visto que, este irá sofrer influencia do amortecimento das vazões (a cada uso dos dispositivos hidráulicos) devido ao reservatório, além do que o tipo de hidrômetro utilizado pela concessionária nem sempre tem as especificações adequadas para estudos dessa natureza.

Desta forma, torna-se necessário a instalação de um sistema de medição novo. Esse sistema, a ser instalado após o reservatório superior de água, é composto de equipamento de medição de vazão (hidrômetro) e registro dos dados. A necessidade de hidrômetros novos implica em maiores investimentos, além da necessidade de interferir na instalação hidráulica da residência.

Apesar do investimento, esse tipo de estudo é vantajoso, pois possibilita conhecer o consumo residencial de água por equipamento hidráulico, sem a necessidade de instalar um medidor de vazão em cada ponto. Uma desvantagem é que se trata de uma medição aproximada, quando existem equipamentos com perfis de utilização semelhantes é possível que haja confusão na classificação do software.

Uma metodologia diferente foi utilizada por Fox, McIntosh e Jeffrey (2009), que selecionaram como estudo de caso a cidade de Stevenage do Reino Unido, Inglaterra, que possui características semelhantes ao restante do país. A coleta de dados foi feita por registradores automáticos, instalados nos medidores de vazão de cada propriedade, para coletar e enviar diariamente, os dados de consumo de água a serem processados. Essa metodologia foi adotada com objetivo de permitir a modelagem da demanda residencial por água, a partir do conhecimento das características físicas das residências. Inicialmente foram instalados registradores

---

<sup>3</sup> O sistema utilizado no Brasil é o indireto, aquele que precisa de reservatórios para armazenamento da água de abastecimento.

em 1555 residências, mas, devido a perda de dados durante os dois anos da pesquisa, a amostra final foi de 566 residências.

Fox, McIntosh, e Jeffrey (2009) obtiveram como principais resultados, aumento da demanda total de água com o aumento do **número de quartos** e com a **presença ou não de jardim**, que foi o que mais influenciou na demanda por água. Quanto a relação do consumo de água com a presença ou não de jardim, os autores recomendam cautela ao utilizar esse resultado uma vez que este não foi encontrado de forma “isolada”, por exemplo, as residências com jardim, poderiam ser as que possuíam também maior tamanho e maior número de moradores e por esse motivo terem sido as com maior consumo de água. Os autores recomendam novas pesquisas levando em consideração as variáveis sócio demográficas.

Por fim, a metodologia que envolve maiores custos financeiros é aquela que prevê a instalação de equipamentos medidores em cada ponto de consumo. Devido aos custos e a alta interferência nas instalações hidráulicas e na rotina dos moradores, é também maior a dificuldade para replicação em larga escala, embora seja a metodologia que possui os melhores resultados por medir o consumo de água exato em cada ponto de utilização. Trabalhos anteriores como, Barreto e Medeiros (2008) e Cohim *et al.* (2009) utilizaram esse método de captação de dados.

Esses autores, além de monitorarem os pontos de consumo interno, também captaram o consumo total no hidrômetro de entrada de água das residências. O primeiro utilizou *data loggers* para a leitura dos dados enquanto o segundo treinou os próprios moradores para anotarem as informações do hidrômetro diariamente, o que reduz os custos. Assim com a diferença entre as medições, na tubulação de entrada de água da residência e em cada ponto de utilização, foi possível verificar perdas no sistema. Os principais resultados encontrados por Barreto(2008) foram com relação aos equipamentos de maior participação no consumo total das residências que foram: chuveiros, pia da cozinha e máquina de lavar roupas. Para Cohim *et al.* (2009) os pontos de maior participação no consumo total das residências estudadas foram torneira da pia da cozinha, bacia sanitária e chuveiro.

Essa seleção de trabalhos mostra que quando combinados instrumentos metodológicos quantitativos e qualitativos, mais informações podem ser obtidas tornando o estudo mais rico para identificar os fatores intervenientes no consumo de água.

Esses fatores podem ser agrupados por categorias:

- Socio-demográficas
- Psicossociais
- Educacionais
- Culturais (relacionadas aos hábitos diários)
- Econômicas
- Climáticas
- Estruturais (relacionados a questões construtivas da residência)

Uma descrição sucinta dos trabalhos que abordaram esses fatores, baseada em pesquisa bibliográfica, é apresentada na Tabela 1 a seguir.

Tabela 1- Resumo das principais variáveis que influenciam no consumo de água

	Tipo de variável estudada	Autores
Sociodemografia	Taxa de ocupação	(MORAES, 1995; ALMEIDA, 2007; WILLIS et al., 2009; COHIM; SILVA; MEIRELES, 2011; MAGALHÃES et al., 2012)
	Faixa etária	( ARBUÉS; GARCÍA-VALIÑAS; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, 2003;; ALMEIDA, 2007)
	Zona rural	(KESHAVARZI et al., 2006)
	Zona urbana	(MORAES, 1995; MAYER; DEOREO, 1999; YWASHIMA et al., 2006; ALMEIDA, 2007; FOX; MCINTOSH; JEFFREY, 2009; WILLIS, 2010; COHIM et al., 2011; GARCIA, 2011; MAGALHÃES et al., 2012)
Fatores psicossociais	Mudanças da consciência dos usuários	( JORGENSEN; GRAYMORE; O'TOOLE, 2009)
	Confiança no governo	( JORGENSEN; GRAYMORE; O'TOOLE, 2009)
	Percepção do comportamento dos vizinhos	( JORGENSEN; GRAYMORE; O'TOOLE, 2009)
	Preocupação com a problemática ambiental	(WILLIS et al., 2011)
	Conhecimento e prática de métodos de conservação de água	(WILLIS et al., 2011)
Educação	Envolvimento dos moradores no processo de acompanhamento do próprio consumo de água	(MORAES, 1995; COHIM et al., 2009)
Clima	Influencia das estações do ano	(MAYER; DEOREO, 1999; ARBUÉS; GARCÍA-VALIÑAS; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, 2003; WILLIS, 2010)

continua

	Tipo de variável estudada	Autores
Hábitos (culturais)	Frequência de escovações de dentes, banhos, lavagem de mãos, refeições preparadas na residência diariamente, fazer a barba, lavar roupas e pratos.	(YWASHIMA et al., 2006; ALMEIDA, 2007)
	Tempo médio de banho, Hábito de fechar a torneira nos intervalos de duração dos usos e Tempo de permanência em casa.	(YWASHIMA et al., 2006; ALMEIDA, 2007)
Econômicas	Tarifa de água	(MORAES, 1995; MAYER; DEOREO, 1999; ARBUÉS; GARCÍA-VALIÑAS; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, 2003; JORGENSEN; GRAYMORE; O'TOOLE, 2009)
	Renda	(MORAES, 1995; ARBUÉS; GARCÍA-VALIÑAS; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, 2003; ALMEIDA, 2007; WILLIS et al., 2009; WILLIS, 2010; COHIM; SILVA; MEIRELES, 2011; GARCIA, 2011; ARAÚJO, 2012; MAGALHÃES et al., 2012; VIEIRA, 2012)
	Número de quartos	(ALMEIDA, 2007; FOX; MCINTOSH; JEFFREY, 2009; MAGALHÃES et al., 2012)
	Número de banheiros	(ARBUÉS; GARCÍA-VALIÑAS; MARTINEZ-ESPIÑEIRA, 2003; ALMEIDA, 2007, MAGALHÃES et al., 2012)
Estruturais	Tipologia construtiva	(MORAES, 1995; ALMEIDA, 2007; FOX; MCINTOSH; JEFFREY, 2009;)
	Número de dispositivos hidráulicos	(ALMEIDA, 2007; MAYER; DEOREO, 1999; WILLIS et al., 2009)
	Presença de jardim	(MAYER; DEOREO, 1999; WILLIS et al., 2009; FOX et al., 2009),
	pressão no sistema e presença de reservatório superior	(HEINRICH, 2007)
	Tipo de ligação de água	(MORAES, 1995)
	<i>Retrofit</i>	(MAYER; DEOREO, 1999; WILLIS, 2010, VIEIRA, 2012)
	Idade da infraestrutura hidráulica	(MAYER; DEOREO, 1999; WILLIS, 2010)
	Aproveitamento da água de chuva	(HEINRICH, 2007; VIEIRA, 2012)
Instalações para reuso	(HEINRICH, 2007; WILLIS, 2010)	

### **1.7.7. Obtenção de dados primários**

Conforme os exemplos estudados, a medição do consumo de água residencial envolve coleta e armazenamento dos dados de vazão de água consumida na residência. A coleta de dados na maior parte dos estudos é feita através dos hidrômetros, equipamentos medidores de vazão. O armazenamento dos dados coletados no hidrômetro pode ser feito utilizando desde o método mais simples, pelo registro manual dos números gravados no hidrômetro até o método mais sofisticado, que envolve a utilização de *data loggers*, equipamentos que registram o sinal emitido pelo hidrômetro (GIURCO et al., 2008).

#### **1.7.7.1. Hidrômetros:**

O PNCDA (2004) que fala sobre micromedição, fez um apanhado sobre os principais tipos de medidores de vazão para Sistemas de Abastecimento de Água e explica como se dá o seu funcionamento. Os principais tipos são o volumétrico e o velocimétrico (também conhecidos como do tipo turbina ou ainda taquimétrico).

- **Hidrômetro Volumétrico:**

São aqueles fabricados com dispositivos de compartimentos de volumes bem definidos, que são deslocados com o passar do fluido e registrados pelo dispositivo de indicação do volume. Os tipos de hidrômetros volumétricos mais utilizados são os de pistões rotativos e os de discos nutantes. Mais utilizados nos Estados Unidos e Grã Bretanha, são medidores mais caros que o do tipo velocimétrico, além do que muitas vezes não funcionam bem quando a água possui muitos sólidos em suspensão. O hidrômetro volumétrico é muito eficiente para medir pequenas vazões. (PNCDA, 2004)

Segundo o PNCDA (2004) o hidrômetro volumétrico permite a instalação de dispositivos eletrônicos acessórios para emissão de pulsos de forma a permitir a leitura dos dados remotamente.

- **Hidrômetro Velocimétrico:**

Segundo a definição da Norma Brasileira Norma Mercosul – NBR NM 212/1999 os hidrômetros velocimétricos, a serem instalados em condutos fechados, são aqueles cujo princípio de funcionamento é baseado na velocidade do fluxo. A velocidade do

fluido aciona um elemento móvel que, posteriormente, são transmitidos para o dispositivo de indicação do volume. Segundo o PNCDA (2004) esse tipo de medidor é amplamente utilizado no Brasil.

Segundo a mesma norma, os medidores velocimétricos se diferem em dois tipos quanto ao seu mecanismo de medição que podem ser monojato ou multijato.

Medidor monojato: O mecanismo de medição é acionado por um único jato de água tangente ao componente móvel. Segundo o PNCDA (2004) o medidor monojato é mais barato e possui vazão mínima mais baixa.

Medidor multijato: O mecanismo de medição é acionado por vários jatos de água que tangenciam o componente móvel.

Ainda existe segundo o PNCDA (2004) o Medidor velocimétrico do tipo Woltman.

Medidor tipo Woltman: Não necessitam de jatos tangencias nem câmara de medição. É provido de turbinas com pás helicoidais. Esse tipo de medidor é mais utilizado em indústrias e comércio por serem de porte maior. (PNCDA, 2004)

Quanto à forma de transmissão do sinal que traduz a velocidade da água que atravessa o medidor em variações equivalentes nos valores de vazão indicados na relojoaria do hidrômetro, esses podem ser dispositivos mecânicos, magnéticos ou ópticos.

No trabalho de Rozas e Prado (2002) é explicado o funcionamento dos dispositivos magnéticos e ópticos com saída de sinal pulsado:

Magnético: Através de um sensor com ímã e dois contatos magnéticos são detectados o fluxo de água.

Optoeletrônico: Sensor composto de um emissor de raio infravermelho e dois receptores, nesse caso é necessária alimentação para o circuito eletrônico do sistema. (ROZAS; PRADO, 2002).

O sistema mecânico funciona a partir de engrenagens e não emite sinal do tipo pulso como os anteriores fazem.

- Classe metrológica:

As classes metrológicas são as características da vazão mínima ( $q_{\min}$ ) que o medidor deve registrar e da vazão de transição ( $q_t$ ). A vazão de transição situa-se

entre a vazão mínima e a vazão de sobrecarga ( $q_s$ ) que é a vazão limite na qual o medidor pode funcionar por um curto período sem ter danos (NBR NM 212:1999).

As classes metrológicas previstas pela norma são: Classe A, que admite  $q_t = 0,10N^4$  e  $q_{min} = 0,04N$ , Classe B que admite  $q_t = 0,08N$  e  $q_{min} = 0,02N$  e Classe C que admite  $q_t = 0,015N$  e  $q_{min} = 0,01N$ . A norma ISO (*International Organization for Standardization*) ISO 4064:2005 criou a classe metrológica D, mas a NBR NM 212:1999 que é a utilizada no MERCOSUL (Mercado Comum do Sul) não considera a essa classe metrológica visto que seus países normalmente não utilizam os hidrômetros volumétricos que são os que medem essas vazões menores.

#### 1.7.7.2. *Registro das informações medidas:*

A depender do tipo de sistema do dispositivo totalizador que indica a vazão medida pelo hidrômetro é possível utilizar equipamentos de leitura remota desses dados. Se o sistema for do tipo que emite pulsos a partir da passagem de determinados volumes de água é possível utilizar equipamentos concentradores desses pulsos para registro das informações. Caso o sistema seja mecânico a leitura das informações apenas pode ser feita visualmente lendo o que está marcado na relojoaria do hidrômetro.

#### 1.7.7.3. *Exemplos na literatura:*

Conforme visto na revisão de literatura outros tipos de medidores de vazão foram utilizados em trabalhos sobre a verificação do consumo de água residencial. No trabalho de Sanchez (2007), por exemplo, foi utilizado o medidor ultrassônico. Foi escolhido esse tipo devido à impossibilidade de intervir de forma direta, fazendo cortes na tubulação, então foi utilizado esse equipamento que pode ser instalado envolvendo a tubulação. O princípio de funcionamento deste equipamento baseia-se

---

<sup>4</sup> N significa a designação do medidor, “valor numérico, precedido da letra N, que designa o medidor com relação a vazão permanente  $q_p$ .” (NBR NM 212:1999). A vazão permanente  $q_p$ , ainda segundo a norma, é a vazão sob a qual o medidor pode funcionar de forma satisfatória nas condições normais de uso, para o tipo de medidor estudado essa vazão deve ser igual ou inferior a  $1,5m^3/h$ .

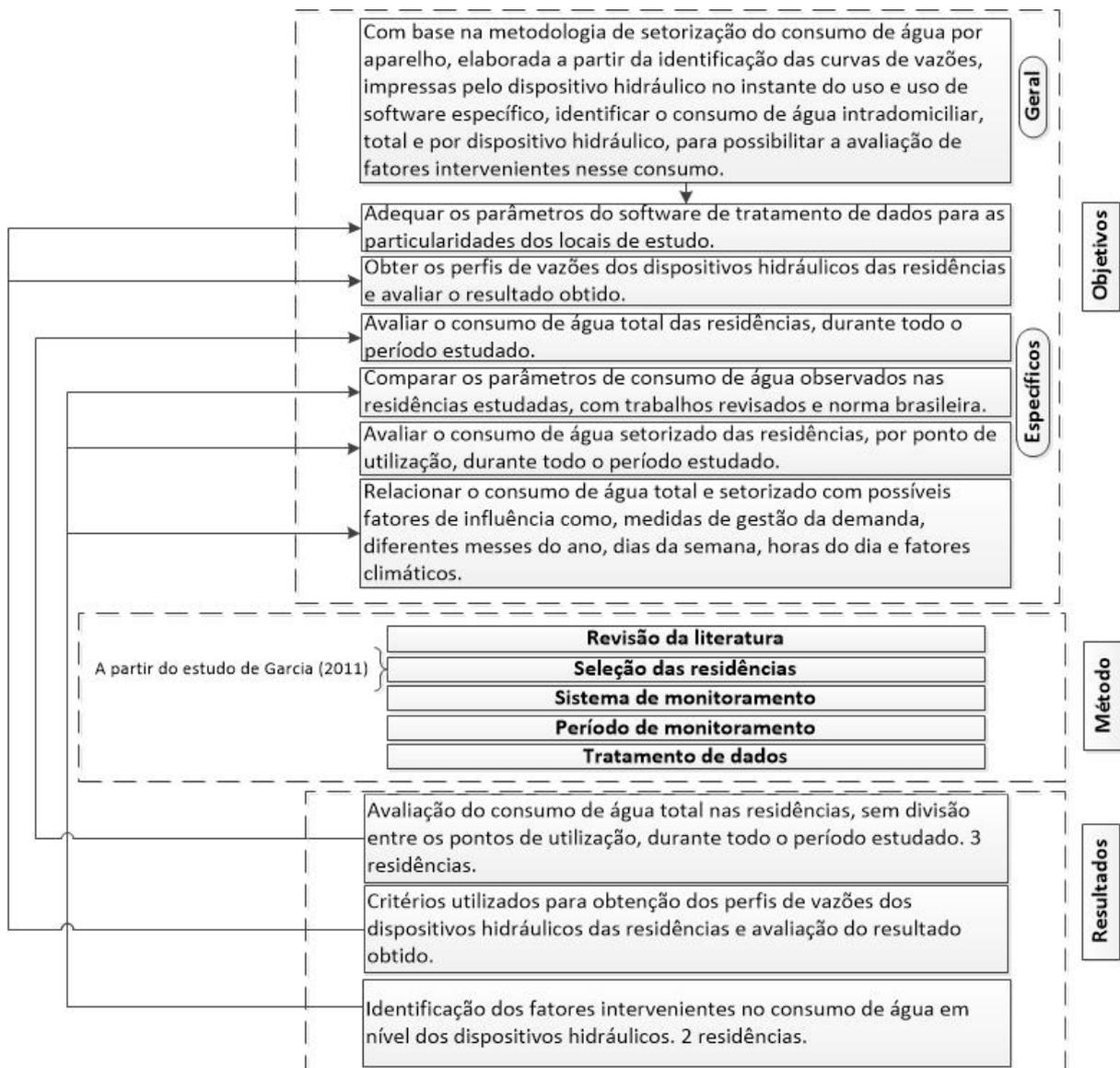
na tecnologia de tempo de trânsito que permite o cálculo da vazão baseado na velocidade média do fluído e a seção transversal da tubulação. O próprio medidor ultrassônico pode ter embutido um registrador de dados (SANCHEZ, 2007).

Heinrich (2007) em seu trabalho, antes de decidir qual equipamento utilizaria para medir o consumo de água nas residências, fez um apanhado de alguns tipos existentes. Um deles foi o Kent PSM® (20 mm) que é um medidor de água do tipo volumétrico, mas que, segundo o autor, apresentou problemas para utilização no seu trabalho, devido à queda de pressão ocasionada quando instalado nas residências e baixa resolução para permitir a utilização do programa de tratamento de dados escolhido. Outro medidor testado foi o Badger M25® (20 mm), também volumétrico do tipo com disco nutante, que segundo o catálogo do fabricante (BADGER METER, 2011), funciona com base no movimento desse disco que se move conforme a passagem da água. Esse movimento é captado por sensores magnéticos ligados a engrenagens que registram a vazão consumida. Também foi testada a medição de fluxo através de uma turbina, mas essa também não preencheu os pré-requisitos para o trabalho de Heinrich (2007).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Baseado no estudo das metodologias implantadas nos trabalhos mais recentes na área do estudo do consumo de água intradomiciliar, foi definido a metodologia do presente trabalho. Conforme mostra a Figura 3, os três macros resultados encontrados visaram atender cada objetivo específico, derivados do objetivo geral. Cada etapa da metodologia será detalhada nos tópicos subsequentes.

Figura 3- Fluxograma da metodologia baseada nos objetivos específicos e resultados esperados



Fonte: a autora.

## **2.1. Revisão da literatura**

Inicialmente foi feita uma revisão da literatura acerca do consumo residencial por água. Nessa revisão foram levantados os fatores intervenientes nesse consumo e as diferentes metodologias de estudos realizados sobre o tema.

## **2.2. Seleção das residências**

A seleção foi baseada na pesquisa realizada por Garcia (2011), que consistiu em levantar as características, através da aplicação de questionário, vide Anexo A, de domicílios de uma Rua na Chapada do Rio Vermelho.

Havia, no questionário de Garcia (2011), uma pergunta sobre a intenção em continuar a participar da pesquisa durante a etapa de monitoramento do consumo (Anexo A). Além disso, foram investigadas, com base no sistema de monitoramento pretendido, as características do sistema hidráulico das residências. Devido à característica de verticalização da região, na qual mais de uma família habita o mesmo espaço, foi então necessário buscar residências que possuíssem reservatório superior e instalações independentes para cada família.

A instalação dos instrumentos de medição e armazenamento de dados de vazão, foi feita após o reservatório, para abranger todo e qualquer movimento de consumo de água da residência unifamiliar, sem interferência do amortecimento das vazões devido ao reservatório.

Assim, foram selecionadas para a participação na pesquisa três residências, mas somente foi utilizado o sistema de monitoramento adequado em duas delas.

### **2.2.1. Características das residências estudadas**

#### *2.2.1.1. Características gerais*

As características gerais da região estudada foram levantadas através do questionário aplicado por Garcia (2011), em trabalho precursor. Foi observado que 78% dos domicílios são próprios, 78% apresentam renda familiar de até 2 salários mínimos, em média são 3 moradores por residência e mais da metade dos adultos

não concluíram o ensino médio, sendo que 40% dos chefes da família não concluíram o ensino fundamental (GARCIA, 2011).

A média do número de pontos de consumo de água verificado nos domicílios foram de 5 pontos, que correspondem aos pontos básicos de uma residência: chuveiro, bacia sanitária, lavatório, pia da cozinha, e torneira externa (GARCIA, 2011). Sobre o consumo de água, 55% consomem menos de 10m<sup>3</sup>/mês, quantidade correspondente à tarifa mínima cobrada pela concessionária de água e esgoto, e mesmo consumindo abaixo do valor estabelecido, devido ao sistema de cobrança que fixa o valor mínimo, os moradores não tem benefícios na redução da conta. E a mediana do consumo de água per capita é de 100,8L/pessoa.dia (GARCIA, 2011).

#### *2.2.1.2. Características específicas do estudo*

No presente estudo, as três residências selecionadas foram denominadas, residência 1, 2 e 3.

Foi verificado que a residência 1 é habitada por 2 moradores. Um dos moradores passa o dia todo em casa e o outro trabalha em dias alternados no período da noite. Essa residência possui 7 cômodos e 7 pontos de consumo de água.

A família da residência 2, no início do estudo, era composta por 3 moradores, uma criança e um casal de adultos. Após 10 meses de acompanhamento, a família inicial mudou-se da casa e outra família passou a habitar a residência monitorada.

Esta nova família, composta por dois irmãos adultos, consentiu a continuidade da pesquisa na sua residência.

Essa mudança, ocorrida no meio de uma pesquisa que objetiva entender os fatores de influência no consumo residencial de água, foi uma oportunidade de analisar a influência direta dos fatores comportamentais do usuário, no consumo de água. Uma família com diferente grau de comprometimento com a pesquisa, com diferente relação com a água, diferentes formas de utilizar os mesmos dispositivos hidráulicos, diferentes hábitos de permanência na residência, entre outros aspectos, possibilitou a investigação do objeto de estudo sobre novas perspectivas.

A residência 2 possui 6 cômodos e 12 pontos de consumo de água, dos quais 2 não estão ligados ao reservatório superior da residência, mas segundo os moradores são pontos de pouca utilização.

A residência 3 é composta por 7 moradores, sendo que 2 deles passam o dia inteiro na residência. Essa residência possui 10 cômodos e 13 pontos de consumo de água.

### 2.3. Sistema de monitoramento

A escolha dos instrumentos foi norteadada pela experiência observada em trabalhos anteriores na literatura (MAYER; DEOREO, 1999; ALMEIDA, 2007; WILLIS, 2010) e pela forma de tratamento de dados pretendida.

Para o monitoramento do consumo de água, foram utilizados hidrômetro associados ao *data logger*, conforme mostra a Figura 4. Os hidrômetros e *data loggers* foram comprados com certificado de calibração de fábrica.

Figura 4 - Ilustração do sistema de monitoramento utilizado. Seta vermelha indica o *data logger*, seta amarela indica o hidrômetro



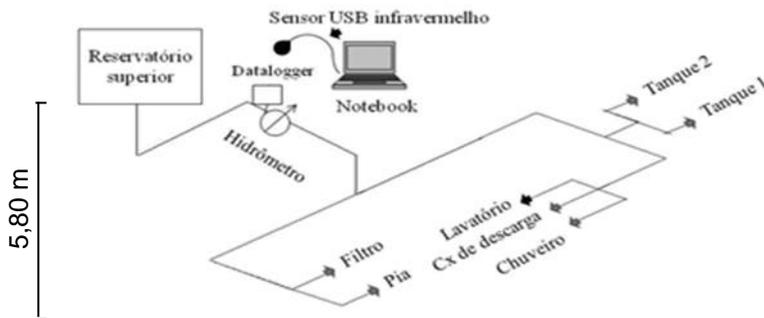
Fonte: a autora

Nas residências 1 e 2 foi utilizado hidrômetro velocimétrico, de classe metrológica B da marca LAO (Liceu de Artes e Ofício de São Paulo) com vazão nominal de 1,5 m<sup>3</sup>/h, vazão mínima de 0,030 m<sup>3</sup>/h, que emite pulsos, a partir de sensores optoeletrônicos, com fator K=0,1L/pulso, ou seja, emite um pulso a cada 100mL de fluido que atravessa o hidrômetro.

O hidrômetro foi associado a um *data logger*, da marca NOVUS® produtos eletrônicos Ltda, modelo LogBox-DA-64k IP65, configurado para armazenar os pulsos emitidos pelo hidrômetro a cada 10s.

A definição da captação de dados a cada 10 segundos, pelo *data logger*, foi imposta pelo método de tratamento de dados adotado. O esquema do sistema de monitoramento e os dispositivos hidráulicos da residência 1, podem ser observados na Figura 5.

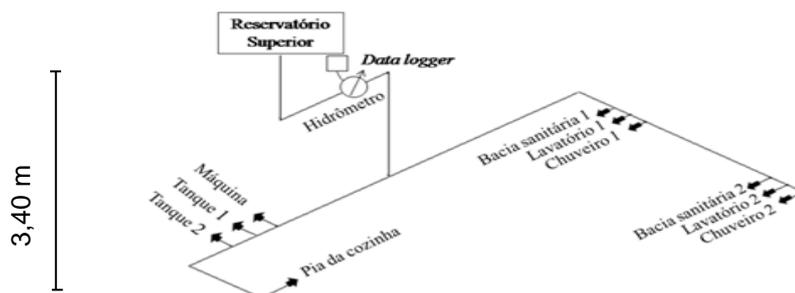
Figura 5 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 1



Fonte: a autora

Conforme pode ser visto na Figura 5, verifica-se que os usos finais de água, nesta residência (do tipo conjugada), porém com instalações hidráulicas independentes, são divididos entre usos de Filtro, Pia, Lavatório, Bacia Sanitária, Chuveiro, Tanque 2 e Tanque 1. O reservatório distava aproximadamente 5,80m dos pontos de utilização de água, e havia suspiro na saída de água do reservatório para auxiliar na regulação de pressões do sistema. A Figura 6 mostra o desenho esquemático do sistema de monitoramento instalado e os pontos de consumo de água na Residência 2, que é uma residência unifamiliar.

Figura 6 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 2



Fonte: a autora

Os dispositivos hidráulicos cujos volumes serão definidos são: Pia, Lavatório 1, Bacia Sanitária 1, Chuveiro 1, Lavatório 2, Bacia Sanitária 2, Chuveiro 2, Tanque 1 e Tanque 2 e Máquina de lavar. A altura do reservatório em relação aos pontos de utilização de água é de aproximadamente 3,40m. A instalação hidráulica do reservatório possui suspiro.

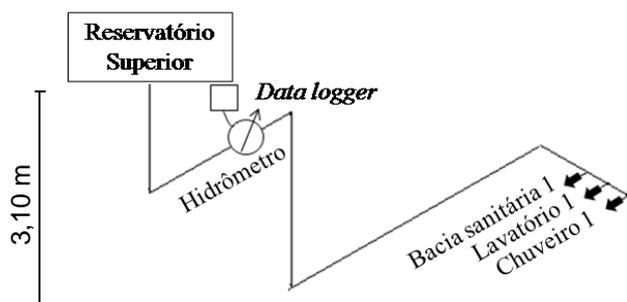
Para a residência 3, também unifamiliar, foi utilizado hidrômetro Actaris® multijato com saída de sinal pulsado e classe metrológica B. Este possui fator  $K = 1\text{L/pulso}$ , ou seja, a cada 1 litro de água que atravessa o medidor é emitido um pulso, e possui vazão nominal de  $1,5\text{m}^3/\text{h}$ .

O hidrômetro foi associado ao *data logger* da mesma marca e modelo das residências anteriores e com o mesmo intervalo de coleta de dados, a cada 10 segundos.

Devido ao reservatório a que se teve acesso da Residência 3 abastecer apenas um dos banheiros, esse foi o único cômodo monitorado. Para essa residência será possível avaliar a influência de ações de incentivos ao uso racional de água, observando os valores totais de consumo antes e após a mudança por equipamentos economizadores.

A Figura 7 mostra o desenho esquemático da instalação hidráulica da Residência 3. O banheiro monitorado apresenta: Pia, Lavatório e Bacia Sanitária.

Figura 7 - Esquema da instalação hidráulica e sistema de monitoramento de dados da Residência 3



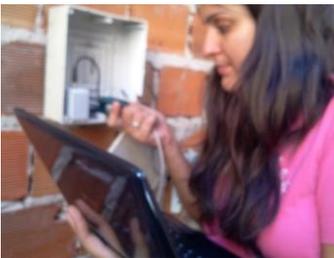
Fonte: a autora

A altura do reservatório em relação aos pontos de utilização de água é de aproximadamente 3,10m. Também foi observado suspiro na saída de água do reservatório para auxiliar na regulação de pressões do sistema.

### 2.3.1. Coleta de dados

A coleta de dados ficou a cargo de bolsista de ensino médio moradora da região. A memória interna do equipamento de armazenamento tem capacidade de 64kb de memória que suporta 65.532 aquisições. Logo, os dados foram coletados a cada sete dias para que a memória do equipamento fosse restituída. A coleta periódica, por pessoal habilitado, foi feita através de sensor infravermelho com saída USB (*Universal Serial Bus*) conectado a computador portátil com o software LogChart II®, fornecido pelo fabricante do *data logger*, conforme pode ser observado na Figura 8.

Figura 8 - Coleta de dados

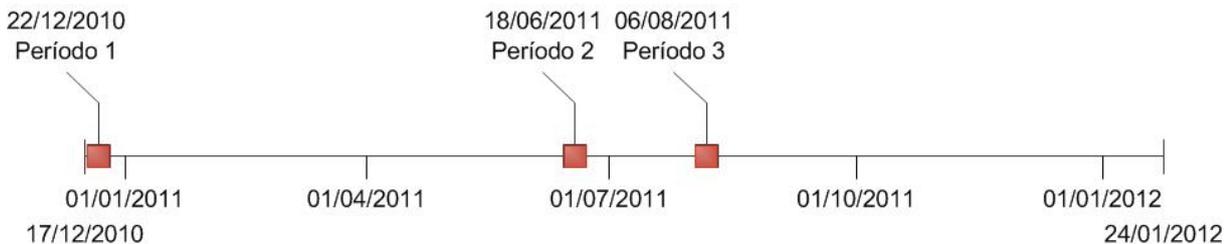


Fonte: a autora

### 2.4. Período de monitoramento

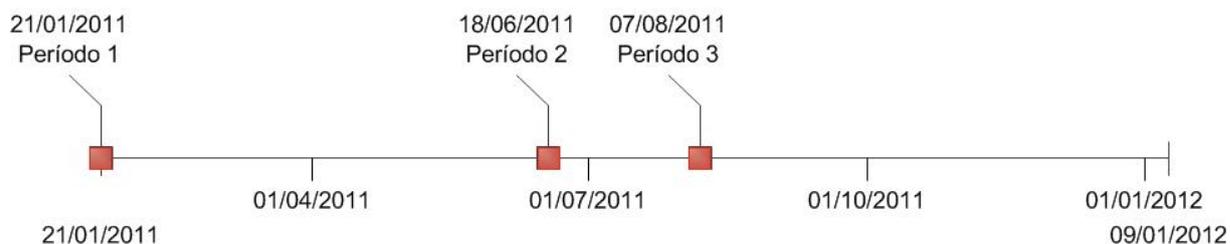
O período de monitoramento de dados foi definido com objetivo de abranger as diferentes fases da metodologia aplicada, dividida em 3 períodos. As Figura 9 e Figura 10 indicam as datas em que ocorreram os 3 períodos da pesquisa para as residências 1 e 3, que foram divididas em três períodos.

Figura 9 - Período da pesquisa para a Residência 1



Fonte: a autora

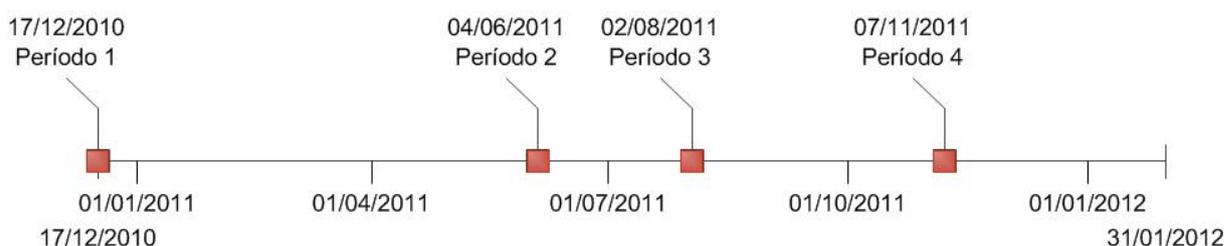
Figura 10 - Períodos da pesquisa para a Residência 3



Fonte: a autora

A Figura 11 mostra os marcos para cada período delimitado para a residência 2, nesta a pesquisa foi dividida em 4 períodos.

Figura 11 - Períodos da pesquisa para a Residência 2



Fonte: a autora

Ressalta-se que existe uma diferença entre o número de dias efetivamente monitorados e os dias de toda a pesquisa. Devido a fatores como quebra de equipamentos, ausência de moradores impossibilitando a coleta de dados, ou dias com dados considerados espúrios que foram excluídos das análises finais.

### **2.4.1. Período 1**

No primeiro período, com o sistema de monitoramento instalado e funcionando, houve um esforço em interferir minimamente na rotina das famílias com objetivo de observar o seu consumo habitual. As únicas interferências foram o contato no momento da instalação dos equipamentos e no trabalho semanal de coleta de dados.

### **2.4.2. Período 2**

O segundo período consistiu no início de um processo de gestão da demanda. Nesse segundo momento, os moradores foram incentivados a adotar medidas de conservação da água no seu cotidiano.

Para tanto, além de informar os moradores sobre a importância do uso consciente e da necessidade de evitar desperdícios, semanalmente, passou a ser entregue aos moradores um resumo ilustrado do seu consumo de água por dia da semana, vide Apêndice A. Também foram efetuadas ligações telefônicas semanais para explicar o conteúdo das planilhas e entender possíveis variações no consumo de água da família durante aquela semana.

As informações contidas no resumo ilustrado do consumo de água da família são: o consumo total e médio per capita da semana, uma simulação da conta de água da família, a comparação do consumo de água semanal da família com a mediana na região estudada e a diferença de consumo da semana vigente e da semana anterior, além disso, foi apontado o dia de menor e maior consumo.

Para facilitar o entendimento, foram colocadas, imagens de quantos “garrafões” de água envasada de 20L teriam sido consumidos por pessoa, por dia, em média naquela semana. A simulação da conta de água foi feita por estimativa. Se 4 semanas equivalem aproximadamente a um mês, ao multiplicar o valor de água consumida obtido naquela semana por 4, foi estimado o valor mensal desse consumo. Sabendo o valor da tarifa praticado pela concessionária, foi possível fazer uma estimativa do valor da conta de água. O valor da tarifa pode ser encontrado no site da Empresa Baiana de Águas e Saneamento- EMBASA ([www.embasa.ba.gov.br](http://www.embasa.ba.gov.br)).

Outra informação observada na planilha mostra o consumo de água total, em gráfico de barra, por dia da semana. Com essa informação o morador pode lembrar-se do dia em que utilizou mais água, por exemplo: lavou roupa na terça feira, e como isso fez o consumo naquele dia maior que os demais dias. No canto inferior esquerdo tem-se uma comparação entre os 3 períodos da pesquisa e o consumo médio per capita diário a cada período.

No final do documento, é feito um resumo em que se compara o consumo de água semanal da família com a mediana na região estudada, de aproximadamente 100 L/pessoa.dia (GARCIA, 2011). Também se verifica a diferença de consumo da semana vigente e da semana anterior. Além disso, é apontado o dia de menor e maior consumo.

Com esse acompanhamento, esperou-se uma redução no consumo de água dos moradores durante esse período da pesquisa.

### **2.4.3. Período 3**

No terceiro período, continuaram-se as medidas de gestão da demanda, que dessa vez consistiu na troca de determinados equipamentos hidráulicos das residências estudadas por equipamentos economizadores de água.

A definição dos aparelhos a serem substituídos, foi feita através da análise de dados de vazão captados em etapas anteriores e pesquisa no mercado local sobre os equipamentos economizadores disponíveis.

Foram instaladas nas três residências monitoradas, bacias sanitárias com acionamento dual, torneiras para lavatório com arejador embutido e torneiras para pia da cozinha também com arejador embutido, as fotos do antes e depois da instalação desses equipamentos estão disponíveis no Apêndice B.

### **2.4.4. Período 4**

O quarto período foi definido apenas para a Residência 2, para identificar a fase da pesquisa em que a nova família passou a morar nessa residência.

## **2.5. Tratamento de dados**

O tratamento de dados se deu em diversas etapas. Aqui foi desenvolvida uma metodologia para utilização do software escolhido para o tratamento de dados, o Trace Wizard®. Para alcançar a execução da metodologia, foram feitos contatos com o desenvolvedor do software, além de revisão da literatura sobre trabalhos que já o utilizaram.

Além da viabilização da utilização do *software* de tratamento de dados, também foram produtos da dissertação, alguns resultados de possíveis fatores intervenientes no consumo de água das residências monitoradas, com objetivo de mostrar as possibilidades de análises identificadas a partir do uso desse método de tratamento de dados. Outros softwares foram utilizados para auxílio no trabalho de tratamento de dados como o Microsoft Excel®, Microsoft Access® e o Minitab14®.

### **2.5.1. Remoção de outliers**

Nas residências em que foram utilizados os hidrômetros da marca LAO, ocorreram, aleatoriamente, em alguns dias monitorados, dados aberrantes. Constatou-se, um erro esporádico na leitura do hidrômetro. De acordo com informações do setor técnico do fabricante da LAO, esse erro tem relação com a transmissão do sinal do tipo óptico e com a escala de captação dos dados do hidrômetro. Quando ocorre alguma vibração no sistema, devido ao golpe de aríete ou outras interferências, o sistema de leitura confunde essa vibração com pulsos e esses são registrados pelo equipamento de leitura dos dados, registrando, portanto, valores aberrantes de consumo de água. Assim, foi estabelecido um critério para exclusão desses valores com base na vazão máxima observada para cada dispositivo hidráulico.

A explicação dada pelo fabricante faz sentido, visto que esse problema só aconteceu com o hidrômetro que possuía emissor de sinal óptico que transmitia dados em escala menor, 1 pulso a cada 100mL. O outro hidrômetro que emitia 1 pulso a cada litro, não apresentou esse problema.

Para a Residência 1, verificou-se que valores próximos de 20 pulsos em 10 segundos (12L/min) eram as maiores vazões observadas para um dispositivo hidráulico, este seria a torneira do tanque de lavar roupas. Para a Residência 2, a vazão máxima era ainda menor equivalente a 12 pulsos (0,12L/s) referente a um dos vasos sanitários.

Assim para remoção dos *outliers*, foi utilizada a observação da probabilidade de usos simultâneos e a observação das vazões dos dispositivos hidráulicos. Observando esses fatores, admitiu-se que a vazão máxima possível, em ambas as residências, seria de 50 pulsos em 10 segundos (0,5L/s) valores acima deste foram considerados *outliers* e removidos da análise.

## 2.6. Trace Wizard®

### 2.6.1. Definição

O *Trace Wizard*® é um software supervisor, proprietário da empresa de engenharia e gerenciamento Aquacraft® localizada em Bolder, Colorado nos Estados Unidos.

A finalidade do software é reconhecer os usos dos equipamentos hidráulicos numa residência, ao longo de um dia, com base nos seus padrões de fluxo.

Saber qual dispositivo hidráulico foi acionado através da informação do seu padrão de fluxo, é útil quando não é possível fazer a medição das vazões de forma direta. Nem sempre é prático ou possível instalar medidores a cada ponto de utilização de água. Assim, as análises com utilização do *software* auxiliam a isolar, quantificar e categorizar os usos de água residenciais.

### 2.6.2. Entrada de dados

A entrada de dados no programa é feita através de um arquivo em .txt (aplicativo bloco de notas), em que devem ser organizadas, de acordo com o formato padrão estabelecido, as informações coletadas pelo *data logger* em conjunto com a informação sobre o intervalo de tempo de coleta de dados adotado.

Deve ser feito um arquivo de entrada de dados por dia de coleta e para cada residência. A Figura 12 ilustra um arquivo de entrada de dados.

Figura 12 - Trecho do arquivo de entrada de dados do dia 07/10/2011 da Residência 1

1	,	7/10/2011	00:00:08	,	10	,	0
2	,	7/10/2011	00:00:18	,	10	,	0
3	,	7/10/2011	00:00:28	,	10	,	0
4	,	7/10/2011	00:00:38	,	10	,	0
5	,	7/10/2011	00:00:48	,	10	,	0
6	,	7/10/2011	00:00:58	,	10	,	0
7	,	7/10/2011	00:01:08	,	10	,	0

Fonte: a autora

A primeira coluna, da Figura 12, se refere à ordem das aquisições de informações do dia, estão ilustradas nessa as sete primeiras aquisições do dia sete de outubro de dois mil e onze.

A segunda coluna se refere à data, a terceira ao horário e a quarta coluna, que não é padrão de informações do *data logger*, foi inserida por imposição do formato de

entrada de dados no programa, mostra o intervalo de coleta de dados adotado, dez segundos.

A última coluna é referente ao número de pulsos emitidos pelo hidrômetro. As vírgulas e espaços vazios foram colocados para atender as normas de formatação para entrada de dados no programa.

### ***2.6.3. Metodologia utilizada para tratamento de dados com o software***

A biblioteca original do programa traz padrões de usos específicos da região em que foi criado, baseado em um estudo realizado nos Estados Unidos e Canadá (MAYER; DEOREO, 1999).

Os próprios autores do programa não aconselham o uso do mesmo padrão para generalizar a qualquer família estudada, devido à singularidade do perfil de consumo em cada residência. Assim, o programa foi concebido com a possibilidade de personalizar essas informações.

Um exemplo simples que ilustra a necessidade do estudo individual de cada caso, é o número de aparelhos hidráulicos numa residência. A depender do número de banheiros, uso ou não de filtro para água de beber, dentre outros, o número de dispositivos hidráulicos da residência varia.

Assim, para fazer o reconhecimento dos dispositivos hidráulicos residenciais a partir do programa Trace Wizard®, devem ser delimitadas as informações básicas sobre os seus usos, por residência.

Dentre essas informações estão: listagem dos equipamentos hidráulicos existentes na residência, os picos de vazões, durações e volumes máximos e mínimos alcançados pelo dispositivo hidráulico durante o uso, as vazões que mais se repetem chamadas de moda, mínimas e máximas, e o número de vezes em que essas modas se repetem.

Existem dois métodos diferentes para determinar essas informações básicas. O método 1, pode ser observado no fluxograma da Figura 13.

Figura 13 - Método 1, utilizado em trabalhos anteriores



Fonte: a autora

O método 1, utilizado em trabalhos como o de (MAYER; DEOREO, 1999; WILLIS, 2010), ilustrado na Figura 13, consiste em identificar as características de cada equipamento hidráulico das residências, através da aplicação de questionários que identificam os modelos e marcas dos dispositivos hidráulicos bem como os hábitos de uso dos moradores.

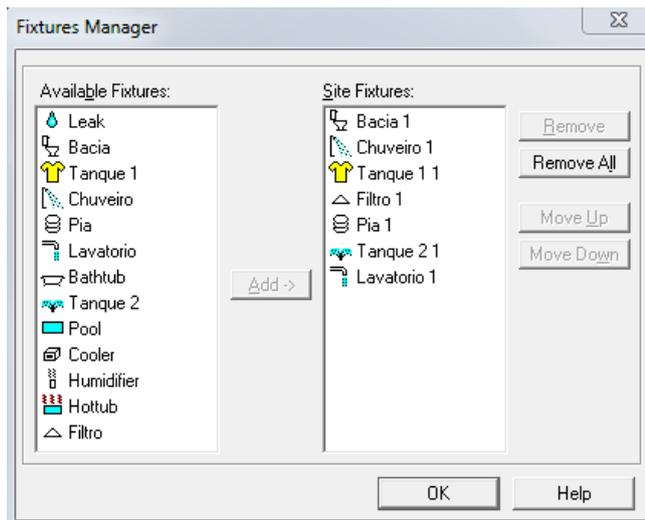
Sabendo o hábito de horários e a duração dos usos é possível reconhecer aquele uso específico no programa. Por exemplo, ao usar o chuveiro, observando as especificações técnicas de vazão deste equipamento e os horários habituais de uso, o evento de uso do chuveiro pode ser isolado e identificado.

Para este método, os padrões de uso dos equipamentos hidráulicos são definidos a partir da opção “*adopt*”, função do programa que estima as informações sobre as vazões típicas, picos e duração do evento dentro de um intervalo estabelecido pelo programa com base em usos conhecidos específicos de cada dispositivo hidráulico.

No caso do trabalho de Willis (2010) para auxiliar na identificação das vazões típicas dos aparelhos foram utilizados, durante as duas semanas de monitoramento, diários de uso de água que são semelhantes às anotações dos moradores utilizadas no presente trabalho.

Após a definição dos padrões de vazões é necessário organizar a ordem de classificação dos dispositivos hidráulicos no *software*. A Figura 14 mostra a interface do programa/usuário e como é definida a ordem de classificação.

Figura 14 - Processo para seleção dos equipamentos hidráulicos presentes na Residência 1



Fonte: a autora

Os dispositivos hidráulicos que aparecem na janela da esquerda, Figura 14, fazem parte da relação de dispositivos disponíveis na biblioteca do programa, nesse campo, é possível mudar os nomes dos equipamentos hidráulicos originalmente escritos na língua inglesa.

Na janela da direita, da Figura 14, aparecem os dispositivos selecionados pelo pesquisador, que fazem parte da residência estudada e que devem ter seus padrões de uso definidos. A ordem dos equipamentos não é escolhida de forma aleatória. Os dispositivos hidráulicos devem ser alocados de forma a evitar a possibilidade de ser confundidos com outros, uma vez que o programa interpreta os sinais obtidos pelo hidrômetro/*data logger* e categoriza os dispositivos obedecendo à ordem estabelecida hierarquicamente, de cima para baixo.

Por exemplo, no caso da Residência 1, ilustrada na Figura 14, o programa vai classificar primeiro todos os usos que se enquadrem nas características definidas para a bacia sanitária, o uso que vier depois, caso tenha algum intervalo de vazões, durações ou volumes coincidentes com a bacia sanitária, não vai mudar o que já foi categorizado anteriormente apesar da intersecção.

Assim, recomenda-se, que sejam priorizados os eventos mais independentes da influência do usuário, por exemplo: máquinas de lavar ou certos tipos de bacias sanitárias, visto que a variação de vazões, durações e volumes de utilização são menores e conseqüentemente a identificação desses eventos é mais simples.

No caso da presente pesquisa, foi necessário desenvolver para a mesma residência dois perfis de consumos diferentes, um para o período 1, em que os dispositivos hidráulicos das residências eram convencionais e o outro no período 3, em que esses foram substituídos por modelo economizador de água.

Verificou-se que é muito importante manter a mesma ordem dos equipamentos na lista do programa, ilustrada na janela da direita da Figura 14, pois sem estarem na mesma ordem os resultados de comparação entre os períodos da pesquisa poderiam ser comprometidos. Foi observado que uma simples alteração na ordem de dois equipamentos muda a dinâmica de classificação do software e assim uma redução de uso de certo dispositivo hidráulico, por exemplo, pode ser devido a essa diferença na ordenação dos usos e não devido às interferências da pesquisa.

Após a definição dos padrões de vazões através do software, a definição da ordem e a classificação preliminar do programa, as análises com o software ainda não terminaram. É necessário fazer uma “varredura”, visualmente, passando por todos os usos daquele dia e verificando se a classificação observada é coerente com os perfis de vazões identificados. Caso seja encontrado algum uso “mal classificado”, pode ser feita uma correção pontual manualmente.

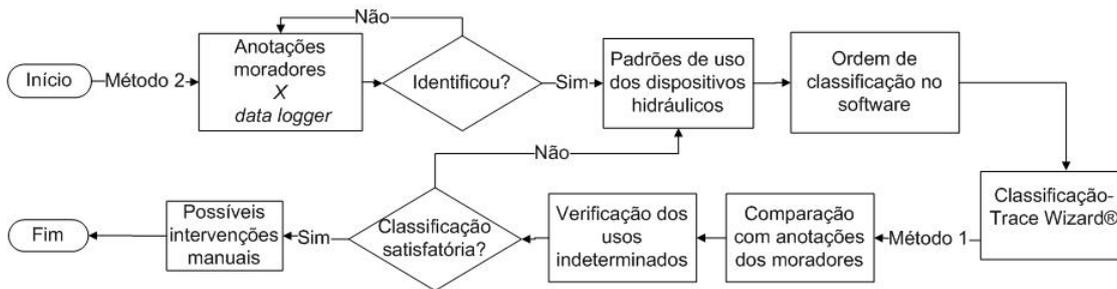
Esse método funciona melhor em localidades onde a maior parte dos dispositivos hidráulicos apresenta perfil de vazões independente da influência do usuário. Por exemplo, equipamentos hidráulicos em que as vazões e volumes de água são definidos por programação prévia, tais como máquinas de lavar roupas, pratos, etc.

Essa não é a realidade da localidade estudada no presente estudo. Em uma região de baixa renda, o uso de equipamentos modernos como máquinas de lavar pratos ou mesmo de lavar roupas são exceções.

Logo, observou-se que a maioria dos usos nas residências estudadas depende da interferência do usuário, seja ao regular o registro de pressão (chuveiro ou pias) ou na força aplicada ao acionar a descarga da bacia sanitária.

Assim, observou-se a necessidade de adaptar o método adotado em literatura, para a realidade estudada. O fluxograma apresentado na Figura 15 ilustra o método desenvolvido.

Figura 15 - Método 2, desenvolvido para adequar o uso do programa de tratamento de dados à realidade estudada



Fonte: a autora

Conforme observado no fluxograma da Figura 15, o método desenvolvido precisou de um estudo mais detalhado dos padrões de uso desses dispositivos hidráulicos devido a maior complexidade.

Não foi possível utilizar a função *adopt* devido à grande quantidade de vazões, volumes e durações possíveis para a maioria dos dispositivos hidráulicos.

O levantamento das características dos equipamentos hidráulicos das residências para entrada de dados no programa foi feito com a participação dos moradores. Foi pedido aos moradores que anotassem em fichas apropriadas o horário de utilização de cada aparelho sanitário. Um modelo da ficha de anotações adotada pode ser encontrado no Apêndice F. Ao sobrepor o horário anotado com as informações captadas pelo *data logger*, foi possível conhecer os perfis de utilização daqueles equipamentos.

O estudo do comportamento do usuário teve duração de uma semana, assim como fez Almeida (2007) em estudo semelhante, mas que não utilizou o mesmo programa de tratamento de dados. A limitação para uma semana se deu devido ao reconhecimento da dificuldade prática em fazer anotações a cada utilização de água na residência, além de tornar a metodologia de mais fácil replicação. Esse processo foi denominado “Anotações dos moradores”. Para essas anotações, foram disponibilizadas pranchetas com fichas personalizadas (Apêndice F), de acordo com os equipamentos hidráulicos presentes em cada cômodo das residências estudadas, dispostas em local visível, com relógio digital e caneta afixados, onde os moradores anotaram, durante uma semana, os horários de início da utilização dos equipamentos.

A dificuldade dessa metodologia consistiu em algumas falhas nas anotações, por parte dos moradores, como o esquecimento de anotar algum uso de água ou anotação errada. Quando essas falhas impossibilitaram o reconhecimento de determinado dispositivo hidráulico foi solicitado à família que realizasse mais uma semana de anotações, até que fosse possível a identificação de todos os aparelhos sanitários.

A identificação dos perfis de uso dos equipamentos foi repetida durante o terceiro período da pesquisa, devido à substituição de alguns equipamentos da residência por modelo economizador de água e sendo assim, o perfil típico de vazões muda.

Após identificar os perfis de utilização, puderam ser preenchidas as informações sobre todos os perfis de vazões, volumes e duração de uso dos dispositivos hidráulicos das residências. O preenchimento dessas informações tornou o programa apto a classificar os pontos de água utilizados durante um dia.

A duração, o número de vezes que a vazão modal se repete e o volume são características relacionadas ao tempo de uso de determinado dispositivo hidráulico, tempo este, que pode variar a depender da intenção do morador, não sendo, portanto, o fator crítico para definir “identidade” de cada evento de uso de água. Assim, as informações mais importantes, foram relacionadas aos intervalos de vazões típicas e picos.

Por esse motivo, muitas vezes as informações sobre intervalos de duração, volume ou contagem da repetição da moda foram omitidas na elaboração do padrão de classificação do programa, sem prejuízos à classificação do *software*.

Uma vez definidos os padrões de uso e a ordem de classificação, o conjunto de dados foi processado e rapidamente o programa classificou e categorizou os eventos registrados. Eventos cujas características não se enquadrassem em nenhum dos padrões definidos, foram classificados como indeterminados.

São reconhecidos pelo programa até dois usos simultâneos que frequentemente ocorrem em residências. Por exemplo, é comum utilizar a bacia sanitária e logo em seguida lavar as mãos.

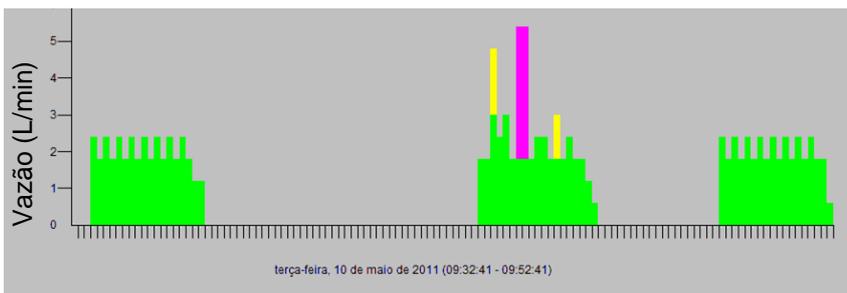
Como a maioria dos mecanismos de funcionamento de descargas de bacias sanitárias, consistem na restituição da água que fica armazenada na caixa de

descarga, após o acionamento da válvula, existe a possibilidade do uso simultâneo desse equipamento com qualquer outro da residência, mesmo que nesta resida apenas uma pessoa.

Para auxiliar na classificação dos usos simultâneos o programa possui uma funcionalidade de “cortar” ou “mesclar” os eventos de usos de água. Por exemplo, caso ocorra um uso de bacia sanitária e lavatório simultaneamente, o programa poderia classificar tudo como bacia sanitária, mas ao fazer a “varredura” observando a classificação do software, erros dessa natureza podem ser corrigidos ao utilizar a função de “cortar” e assim separar os dois usos.

É importante salientar que a função de “corte” e “mescla” do programa não está funcionando de forma plena na versão atual. Essa versão também não suporta todos os tipos de cortes horizontais. Para conseguir fazer um corte, deve ser obedecida à regra de cortar horizontalmente apenas vazões em números inteiros. A Figura 16 lustra um caso dessa ocorrência.

Figura 16 - Três exemplos de usos de descarga da bacia sanitária (verde). No centro, uma bacia sanitária com usos simultâneos de lavatório (amarelo) e pia da cozinha (rosa)



Fonte: a autora

Ao observar a Figura 16 verifica-se que a vazão modal da bacia sanitária, quando seu uso ocorre isoladamente (eventos das extremidades), oscila em valores acima e abaixo de 2L/min. No caso da bacia sanitária utilizada simultaneamente com outro dispositivo hidráulico, verifica-se que essa vazão modal atinge valores de 3L/min, isso decorre da deficiência da função de corte do programa, não sendo possível delimitar corretamente onde finaliza o uso da bacia sanitária e começa o uso do outro dispositivo hidráulico. A posição correta do corte seria 2,4L/min, vazão típica da bacia sanitária, mas devido à impossibilidade de cortar em valores fracionários a vazão foi majorada ao número inteiro subsequente.

Após a primeira classificação geral do software, caso uma porcentagem de usos classificados como indeterminados fosse muito grande, era necessário reavaliar a etapa de definição dos padrões de uso (vazões típicas, durações, volumes dos dispositivos hidráulicos) até reduzir os usos indeterminados em porcentagens menores que 10%.

Para identificar a qualidade do resultado obtido com o programa comparado com o resultado da semana de anotações, foi utilizado o teste estatístico “t”, pareado, de comparação entre as médias (BARBETTA, 2005).

Os pares do teste estatístico “t” foram os volumes atribuídos a cada dispositivo hidráulico, pelos dois métodos de obtenção destes. O volume consumido calculado baseado nas anotações dos moradores a cada uso, e o volume consumido calculado com auxílio do programa de tratamento de dados. Quando era confirmada a hipótese nula de que não existia diferença estatística entre os resultados, considerava-se este satisfatório para ser aplicado no tratamento do restante dos dias de monitoramento.

No final das análises, foi feita a última “varredura” onde foi julgada a classificação do programa e, caso algum evento fosse reconhecido como equivocado, podia-se mudar manualmente. Essa técnica será explicada na seção que trata sobre o grau de eficiência da classificação do *software*.

#### **2.6.4. Reconhecimento de vazamentos**

A princípio, foi feito um teste nas residências monitoradas quanto à presença de vazamento. Verificou-se durante as primeiras semanas depois de instalado o sistema de monitoramento, que durante a madrugada, período em que não se espera a verificação de usos de água, que realmente não havia uso nessas horas do dia.

Então, no tratamento de dados com o Trace Wizard®, não foi designado o ícone de vazamento para fazer parte da lista de possibilidades de eventos de usos de água nas residências.

Mas, durante o tratamento de dados, observou-se que houve dias em que tiveram consumos de água durante a madrugada na Residência 1, no período 1 da

pesquisa, e momentos em que se observou um volume constante de água muito alto e durante várias horas do dia na Residência 2, durante o período 4 da pesquisa. Então foi adicionado o vazamento para esses períodos.

O vazamento ocorrido na Residência 1, foi devido a problemas na vedação de uma torneira do lavatório. E o vazamento na Residência 2, ocorreu justamente na bacia sanitária que não foi substituída pela pesquisa.

## **2.7. Avaliação do consumo de água diário total**

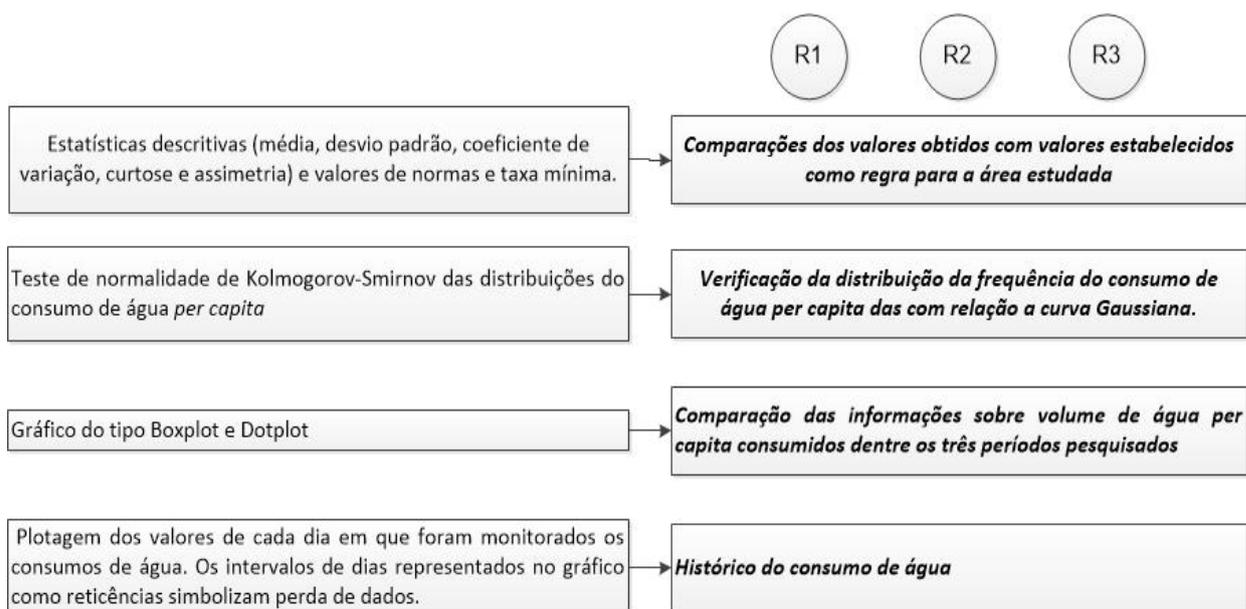
A única possibilidade de análise dos dados da residência 3 e comparações dessa com as demais, devido ao sistema de monitoramento diferente adotado para essa residência, foi a avaliação do consumo sem a setorização entre os pontos de consumo.

Além disso, como nessa residência apenas um dos banheiros foi monitorado, foi calculado, com base nas contas de água fornecidas pelos moradores, um fator de conversão para estimar o consumo de água total diário da residência, com base nos valores de consumo do banheiro monitorado.

Esse fator foi calculado, dividindo-se o valor do consumo médio obtido pelo monitoramento do banheiro, pelo valor de consumo mensal médio das contas de água cedidas pelos moradores. Foi obtido o fator de conversão  $C=0,4$ . Assim, para o cálculo do consumo per capita, o valor total monitorado foi dividido pelo número de moradores, 7, e pelo fator de conversão C.

A Figura 17, mostra a metodologia de análise de dados diários de consumo de água *per capita* utilizada para as 3 residências

Figura 17 - metodologia de análise das três residências monitoradas



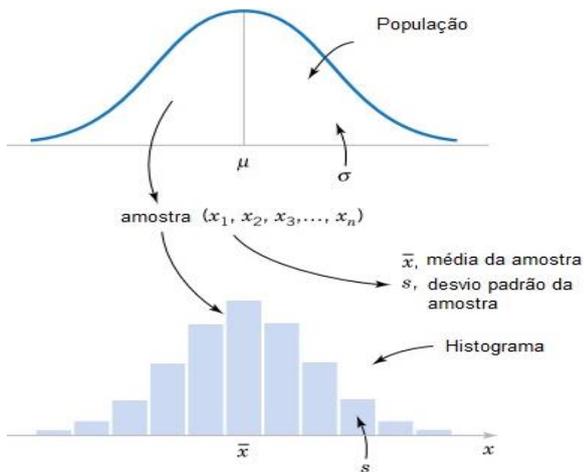
Fonte: a autora

Assim foram observadas estatísticas descritivas, a normalidade dos dados, e elaborado gráficos de dotplot, boxplot e o consumo histórico per capita das três residências. Algumas dessas ferramentas serão explicadas nas subseções a seguir.

### **2.7.1. Verificação da normalidade dos dados**

Histogramas segundo Montgomery e Runger (2002), são gráficos que se aproximam da distribuição da função de densidade da probabilidade. Antes de utilizar informações de média e desvio padrão de um conjunto amostral, é necessário verificar se este segue a distribuição normal. A distribuição normal ou Gaussiana é o modelo de distribuição de função de densidade de probabilidade mais comum na natureza. A Figura 18 faz um resumo de como o histograma de uma amostra é utilizado para representar a população.

Figura 18 - Relação entre a amostra e a distribuição Gaussiana da população.



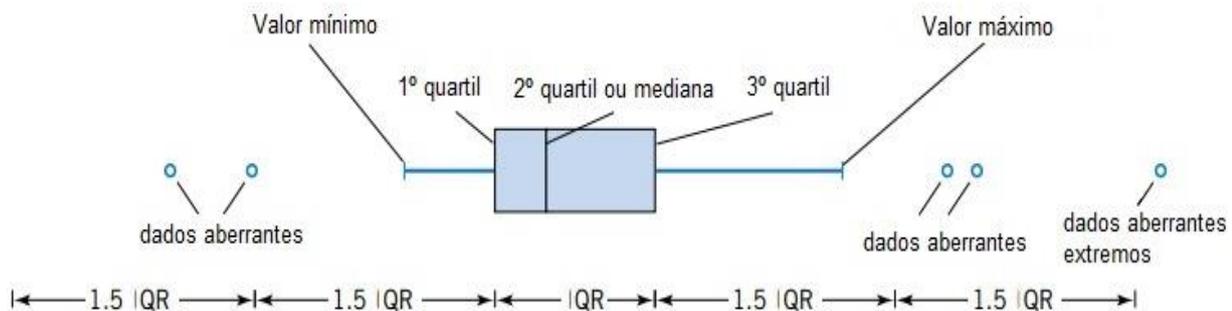
Fonte: adaptado de Montgomery e Runger (2002)

No caso do presente trabalho, foi utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov para verificar a normalidade dos dados.

### 2.7.2. Avaliação dos resultados a partir do gráfico de boxplot

Devido à alta variabilidade de dados, para melhor visualizar os resultados obtidos com o monitoramento do consumo de água, foram feitos gráficos do tipo *boxplot*, esse tipo de gráfico traz informações mais ricas do que apenas a observação da média e desvio padrão, pois o gráfico *boxplot* é análogo ao histograma. A Figura 19 mostra os principais elementos de um gráfico do tipo *boxplot*.

Figura 19 - Principais elementos do gráfico tipo *boxplot*



Fonte: adaptado de Montgomery e Runger (2002)

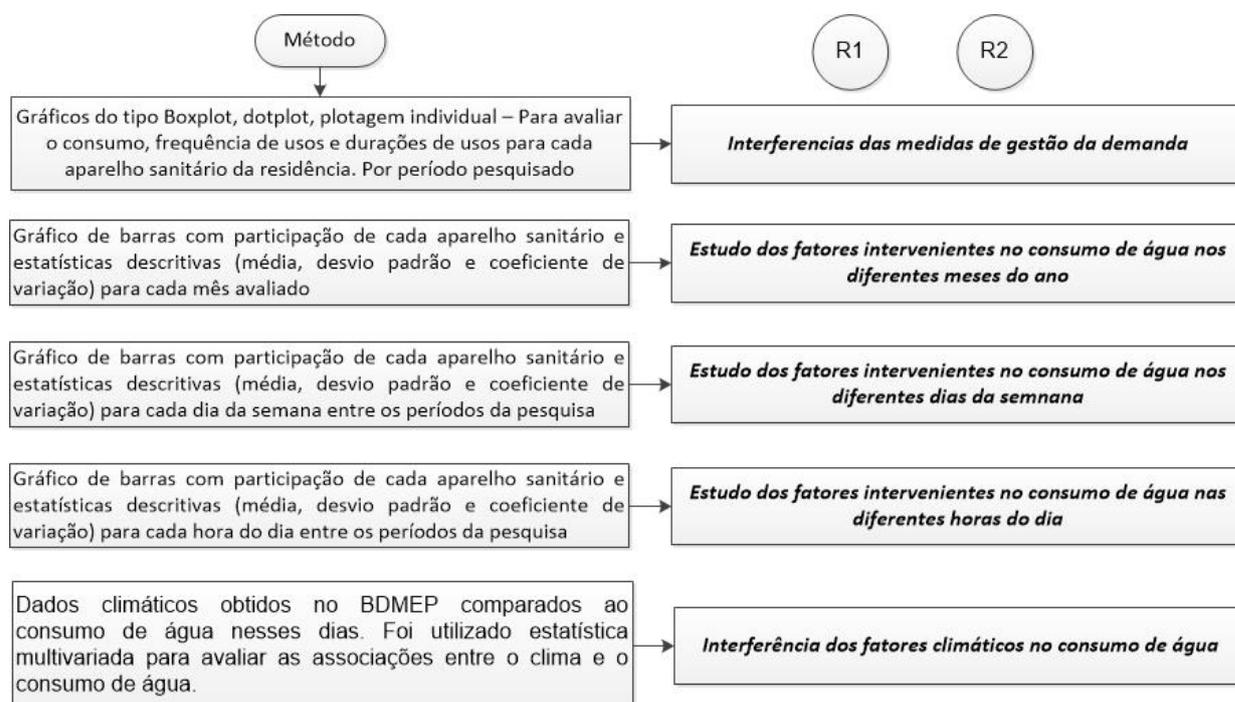
Conforme mostra a Figura 19, a análise de um gráfico tipo *boxplot* permite análises tais como, a dispersão da massa de dados: verificada a partir da análise da distância interquartis (IQR – *interquartis range*) também chamada de amplitude. A assimetria do conjunto de dados: feita a partir da análise da posição da mediana, se a mediana estiver deslocada para direita, a assimetria é negativa, se estiver deslocada para esquerda, conforme o exemplo do gráfico, a assimetria é positiva. Outra informação interessante diz respeito aos dados espúrios, que são aqueles que distam a partir dos valores mínimos e máximos 1,5 vezes a distância interquartis.

Partindo do valor mínimo até o primeiro quartil estão situadas 25% da massa de dados, do valor mínimo ao segundo quartil 50% e do mínimo ao 3º quartil 75% dos dados.

## 2.8. Avaliação do consumo de água por dispositivo hidráulico

Com relação às duas residências que possuíam sistema de monitoramento propício à setorização do consumo, as possibilidades de análise foram muito maiores. A Figura 20 ilustra as formas de análise dos dados obtidos.

Figura 20 - metodologia de análise das duas residências onde foi segregado o consumo de água entre os pontos de utilização



Fonte: a autora

Conforme mostra a Figura 20, foram várias as ferramentas de análises para alcançar os resultados requeridos, foram gráficos do tipo *boxplot*, *dotplot*, plotagem individual, gráficos de barra, estatísticas descritivas e estatística multivariada.

No Apêndice D e Apêndice E, foram anexados bancos de dados simplificados para os consumos diários de água, setorizados por aparelho, das duas residências. O banco de dados final obtido pela classificação dos eventos de usos de água foi dado em formato Microsoft Access®, padrão de saída de dados do Trace Wizard®, que continha as seguintes informações:

- Hora de início e fim de cada evento
- Vazões a cada 10 segundos durante toda a duração de cada evento
- Volume de cada evento
- Vazão máxima (pico) de cada evento
- Vazão que mais se repete (modal) de cada evento
- Quantas vezes a vazão modal se repete em cada evento
- Se o evento foi classificado pelo programa ou se foi manipulado
- Volume diário atribuído a cada dispositivo hidráulico
- Durações de uso de cada evento

Nos próximos subitens foram feitas considerações para as análises a serem feitas e o método de obtenção dos resultados

### **2.8.1. Principais considerações**

O programa utilizado trabalha com os dados a cada 10 segundos, por esse motivo, é possível observar toda a trajetória do evento de um uso de água, desde o instante inicial, onde é acionado o aparelho, até o momento final onde é desligado. Então, para registrar um uso completo, o programa considera desde o momento em que a vazão fica diferente de zero, ponto inicial do evento, passando por todo o período em que a vazão permaneça diferente de zero, até chegar ao zero novamente, contando esse como o ponto final do evento.

A partir dessa consideração, o programa fornece um banco de dados com cada uso acumulado, com informações de número de usos em cada dia, durações e volumes de cada uso.

A eq. (1), mostra como foi calculada a vazão dos usos a partir das informações obtidas.

$$\bar{Q}(L/s)_x = \frac{\bar{V}(L/uso)_x}{\bar{D}(s)_x} \quad (1)$$

Onde,

$\bar{Q}(L/s)_x$  = Vazão média em litros por segundo do aparelho x.

$\bar{V}(L/uso)_x$  = Baseado nos volumes de cada evento de uso de determinado aparelho x, foi calculado o seu volume médio.

$\bar{D}(s)_x$  = Baseado nas durações de usos de cada aparelho x, foi calculada a sua duração média.

No caso do chuveiro e máquina de lavar, esse cálculo foi feito de forma diferente. Por exemplo, se uma pessoa ao tomar banho, fechar o chuveiro, ensaboar-se e logo em seguida voltar a tomar banho, o programa conta como se fossem 2 eventos de banho. Assim, para ter uma noção do número de banhos e número de lavagens de roupas, foram recalculados para os chuveiros e máquinas de lavar as informações sobre o número de usos.

Foram feitas perguntas às donas de casa, sobre o hábito de fechar o chuveiro ao ensaboar-se, ambas responderam que tinham esse hábito. Além disso, a moradora da residência 2 relatou que utilizava o chuveiro em tempos maiores em certos dias da semana devido a fazer tratamentos no cabelo. Assim, foi adotado para a residência 1, que quando a diferença de tempo entre usos fosse menor que 5 minutos, estes seriam unidos como se fosse um único, e para a residência 2, devido a ressalva da dona de casa, o tempo utilizado foi de 15 minutos.

Para a máquina de lavar, equipamento presente apenas na residência 2, o intervalo de tempo  $\Delta t$  foi baseado na observação de seu funcionamento de acordo com as informações do *Trace Wizard*®. O tempo adotado foi de no máximo 1 hora e 40 minutos. Assim, os novos números de usos destes aparelhos sanitários foram calculados de acordo com as eq. (2), eq. (3) e eq. (4).

$$N(\text{usos})_{\text{chuv R1}} = \sum(\text{usos de chuv}) - \sum \text{usos sucessivos de chuv } (\Delta t < 5 \text{ min}) \quad (2)$$

$$N(\text{usos})_{\text{chuv R2}} = \sum(\text{usos de chuv}) - \sum \text{usos sucessivos de chuv } (\Delta t < 5 \text{ min}) \quad (3)$$

$$N(\text{usos})_{\text{máquina R2}} = \Sigma(\text{usos de maq}) - \Sigma \text{usos sucessivos de maq } (\Delta t < 5 \text{ min}) \quad (4)$$

Onde,

$N(\text{usos})_{\text{chuv R1,R2 e máquina R2}}$  = Número de usos totais corrigidos para chuveiros das duas residências e máquinas de lavar.

$\Sigma(\text{usos de chuv, máquina})$  = Número de usos totais de chuveiros ou máquinas de lavar, sem levar em conta a diferença de tempo entre os usos.

$\Sigma \text{usos sucessivos de chuv, máquina } (\Delta t < X \text{ min})$  = Número de usos totais de chuveiros ou máquinas de lavar, levando em conta a diferença de tempo entre os usos.

Com os resultados preliminares de número de usos de cada dia, vazões, durações e volumes, foram avaliados, para cada um desses parâmetros, o valor *per capita*, visto que era sabido o número de dias monitorados e o número de habitantes de cada casa. As eq. (5), eq. (6) e eq.(7). Mostram como foram feitos os cálculos.

$$\overline{\text{FR}}_x \left( \frac{\text{usos}}{\text{pessoa.dia}} \right) = \Sigma \left( \frac{N(\text{usos totais})_x}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \right) / N(\text{dias}) \quad (5)$$

$$\overline{\text{PC}}_x \left( \frac{L}{\text{pessoa.dia}} \right) = \Sigma \left( \frac{\text{Volume total consumido através do aparelho sanitário (x)}}{n^{\circ} \text{ de habitantes}} \right) / N(\text{dias}) \quad (6)$$

$$P(\%)_x = \Sigma \frac{\overline{\text{PC}}_x}{\text{Consumo } per \text{ capita total médio da residência}} \quad (7)$$

Onde,

$\overline{\text{FR}}_x$  = Frequência média *per capita* de usos do aparelho x, durante todo o período pesquisado.

$\overline{\text{PC}}_x$  = Volume *per capita* de água médio, do aparelho x, consumido durante todo o período da pesquisa.

$P(\%)_x$  = Participação do consumo de determinado aparelho hidráulico x no consumo total da residência.

$N(\text{dias})$  é relativo ao número de dias de dados registrados no período da pesquisa.

### **2.8.2. Fatores intervenientes no consumo de água: medidas de gestão da demanda**

Para verificar a influência das medidas de gestão da demanda no consumo de água, foram avaliadas, para cada aparelho onde se esperava reduções no consumo, as variações obtidas.

Essa avaliação foi feita pela verificação do consumo em cada etapa pesquisada através de gráficos do tipo *boxplot* e plotagem individual.

Da primeira para segunda etapa, as variações dependiam do esforço do usuário em tomar ações de uso racional, tais como lembrar-se de fechar os registros dos aparelhos nos intervalos de usos, reduzir desperdícios e avaliar a possibilidade de fazer usos mais eficientes.

Então, as reduções esperadas seriam principalmente para os aparelhos como chuveiros, torneiras internas e externas. Esperava-se ver reduções nas durações de usos, que seriam o fechamento dos aparelhos nos intervalos de utilização, e conseqüentemente, nos volumes destes usos. As frequências de usos poderiam aumentar quando o abrir e fechar das torneiras fossem mais constantes, mas também poderiam diminuir, caso os moradores reaproveitassem água de, por exemplo, enxágue de roupas para a limpeza da casa.

Da segunda para a terceira etapa, as reduções esperadas estavam nos volumes de uso, pois foram substituídos os aparelhos convencionais para o modelo economizador. Os aparelhos os quais se esperavam reduções foram àqueles substituídos, no caso, bacia sanitária e torneiras do lavatório e pia da cozinha.

Quanto aos hábitos aprendidos durante a segunda etapa, esperava-se que continuassem na terceira.

### **2.8.3. Fatores intervenientes no consumo de água: meses do ano, dias da semana e horas do dia**

Para a avaliação desses fatores intervenientes no consumo de água, foram elaborados gráficos de barra, para a média dos valores observados, em escala mensal, semanal e horária dividido entre os períodos da pesquisa. Para complementar também foram elaboradas tabelas, para identificar estatísticas

descritivas referentes aos valores médios de consumo de água por dispositivo hidráulico, representado nos gráficos.

Para a residência 1, as tabelas geradas não dividiram os dados semanais e horários entre os períodos da pesquisa. Mas para a residência 2, uma vez que nesta habitaram duas famílias diferentes, em momentos diferentes, para melhor visualizar as diferenças entre essas duas, foi dividido por período da pesquisa.

#### **2.8.4. Análise da interferência dos fatores climáticos no consumo de água**

Para avaliar como a dinâmica de consumo de água, por aparelho, das famílias é influenciada por fatores climáticos, foram obtidos junto ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) informações referentes à temperatura, umidade relativa do ar e pluviosidade no período da pesquisa.

A princípio, foi utilizada a técnica de análise de componentes principais (PCA), para facilitar a interpretação das análises realizadas. Para tanto, foram comparados os consumos médios de água de cada dispositivo hidráulico, nos dias pesquisados, com a temperatura correspondente daquele dia, para verificar quais aparelhos tem maior influência dessa variável no consumo de água.

Segundo Ferreira (1996) a análise de componentes principais é uma técnica de análise intermediária, necessitando de outras informações para confirmar os resultados obtidos através dela. Sendo assim, também foi utilizada a técnica de análise hierárquica de agrupamentos (HCA), para reafirmar as indicações dadas pelo primeiro método.

A técnica de PCA, segundo Lattin *et al.* (2011), é utilizada para reexpressar os dados a partir de combinações das variáveis originais em novas variáveis resultantes, chamadas de componentes principais, que explicam a maioria das informações do conjunto original a partir de quantidade de informações menores, o que torna a análise mais direta.

A técnica de HCA, segundo Ferreira (1996) e Mingoti (2007), tem por objetivo dividir os elementos da amostra em grupos de forma que os elementos similares entre si, relacionado às variáveis que representam, fiquem em grupos diferentes dos

elementos que tenham alguma heterogeneidade com relação a essas mesmas variáveis.

Como as análises pretendidas tem objetivo de identificar possíveis agrupamentos, a técnica utilizada foi a de análise hierárquica. Nessa técnica não é conhecido com antecipação o número de grupos de aglomerados que vão se formar a partir das variáveis selecionadas, para tanto o pesquisador, com o conhecimento do fenômeno, pode indicar um número ou utilizar técnicas sua para determinação (FERREIRA, 1996; MINGOTI, 2007).

Devido a este método avaliar de forma multivariada as variáveis envolvidas, cada uma destas são analisadas em forma de vetores. Assim o critério que decide se dois conjuntos de dados são semelhantes ou não se baseia nas medidas de distância entre esses vetores (FERREIRA, 1996; MINGOTI, 2007).

O gráfico dendograma indica o nível de similaridade entre as variáveis no seu eixo vertical. Assim, elementos que aparecem no gráfico em mesmos níveis de altura, demarcados por linhas verticais, significam que estão no mesmo nível de similaridade ou à mesma distância (MINGOTI, 2007).

O método de cálculo da distância entre vetores varia conforme o método de agrupamento escolhido. Para o cálculo feito no presente estudo, foi utilizado o método de Ward. Este método foi escolhido por produzir partições melhores que os métodos de ligação simples e completa, segundo Mingoti (2007), além de ser indicado para variáveis quantitativas e para conjuntos de dados com o mesmo número de informações.

A métrica da função escolhida para o uso foi aquela que leva em consideração o grau de correlação entre as variáveis, a partir do coeficiente de Pearson, esta técnica, segundo Linden, (2009) mede a força da relação entre duas variáveis, observando o grau de similaridade. O método de HCA também foi utilizado no trabalho de Willis et al. (2011), com o objetivo de separar grupos de residências que possuíam diferentes níveis de “consciência ambiental” relacionada ao uso da água.

Os resultados de consumo de água por dispositivo hidráulico foram agrupados a cada dia da pesquisa com os dados de média diária da temperatura, pluviosidade e grau de radiação, obtidos junto ao Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP) disponível no site do INMET ([www.inmet.gov.br](http://www.inmet.gov.br)).

Os dados do INMET foram provenientes da Estação Convencional Salvador Ondina – BA (OMM: 83229). Altitude 51,41m, Latitude 13°01'S e Longitude 38°31'W. Localizada em Ondina Salvador. As informações de data e hora estavam originalmente em *Universal Time Coordinated* (UTC), foram transformadas para data e hora de Brasília, para comparar com o banco de dados gerados pelo sistema de monitoramento adotado na pesquisa.

Também foi necessário calcular os valores médios da temperatura e umidade relativa do ar com base nos valores obtidos no banco de dados do INMET. A eq.(8) e a eq.(9) se referem à metodologia utilizada pelo INMET para o cálculo das temperaturas e umidades relativas médias.

Para o cálculo da temperatura média, conforme o próprio INMET, foi utilizada a eq.(8).

$$T = (T(12h) + 2 T(24h) + T(X) + T(n)) / 5 \quad (8)$$

Onde:

T= Temperatura média compensada

T(12h) = Temperatura observada às 12 horas (em UTC)

T (24) = Temperatura observada às 24 horas (em UTC)

T(X) = Temperatura máxima

T (N) = Temperatura mínima

Para o cálculo da umidade relativa média, conforme o próprio INMET, foi utilizada a eq.(9).

$$UR = (UR(12h) + UR(18h) + 2UR(24h)) / 4 \quad (9)$$

Onde:

UR= Umidade relativa compensada

UR(12h)= Umidade relativa observada às 12 horas (em UTC)

UR(18h) = Umidade relativa observada às 18 horas (em UTC)

UR(24h) = Umidade relativa observada às 24 horas (em UTC)

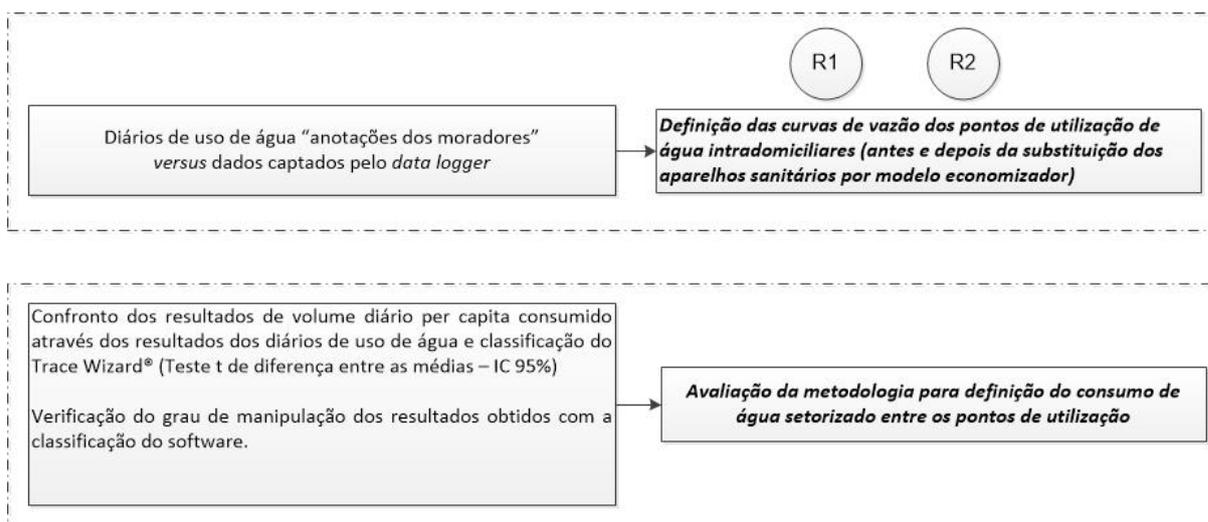
Como os dados apresentam unidades diferentes, para fins de utilização do método de análise de agrupamento, foi necessário fazer o auto escalamento das informações. Este foi feito por normalização dos dados. Cada valor encontrado na tabela foi subtraído pela média e dividido pelo desvio padrão do conjunto de dados.

### **2.8.5. Classificação do consumo de água entre os dispositivos hidráulicos da residência**

Para identificar a qualidade dos resultados obtidos com a classificação através do programa de tratamento de dados, a princípio, foi feito um confronto de metodologias para obtenção dos consumos segregados entre os pontos de utilização da residência 1 e, posteriormente, uma avaliação do grau de manipulação necessário para chegar a um resultado satisfatório com o uso do programa.

A Figura 21 mostra o esquema metodológico, empregado para o cálculo do grau de eficiência de classificação com o método de tratamento de dados utilizado.

Figura 21- metodologia utilizada para identificar o grau de eficiência de classificação dos usos de água por aparelho sanitário



Fonte: a autora.

Foram confrontadas duas metodologias de obtenção dos volumes de consumo de água. A primeira metodologia foi chamada de “anotações dos moradores” que consistiu em durante quatro dias (24/02/2011, 25/02/2011, 26/02/2011, 27/02/2011) os moradores anotarem, a cada uso de qualquer aparelho sanitário, o horário de início da utilização. O horário de início anotado foi procurado no banco de dados do

conjunto de monitoramento hidrômetro/*data logger* e assim foi possível identificar o volume consumido referente à maior parte dos usos.

A segunda metodologia de obtenção do consumo de água por ponto de utilização foi feita pela classificação com uso do Trace Wizard®.

Essa avaliação foi feita apenas para a residência 1, devido às anotações destas terem sido feitas de forma mais completa, satisfatória e durante mais tempo. Foi feito o teste de diferença entre as médias, pareado, para amostras independentes, com os valores de volumes consumidos em cada ponto de utilização do por dia.

Esse confronto de metodologias foi feito com objetivo de avaliar o funcionamento de classificação do programa utilizado, uma vez que com exceção dos quatro dias em que se tiveram as “anotações dos moradores” os consumos de água por dispositivo hidráulico na residência, foram definidos, durante todo o período da pesquisa, pela classificação obtida pelo programa Trace Wizard®.

Para comparação dos dois métodos foram avaliadas as médias dos volumes de água obtidas para cada uso de todos os aparelhos sanitários, nos quatro dias avaliados. A comparação foi feita através da utilização de testes estatísticos de inferência mais precisamente, o teste t, pareado, de diferença entre as médias. Em suma, o objetivo da comparação foi avaliar se existem diferenças significativas entre os valores médios obtidos pelas duas classificações.

Na sequência, foi avaliado o tratamento de dados com o software e a classificação deste quanto a todos os eventos registrados durante a pesquisa. Conforme mencionado em tópicos anteriores, o software permite a manipulação do resultado final caso o pesquisador julgue que determinado uso não foi classificado corretamente, assim, foi avaliado o grau de manipulação necessário para atingir o resultado adequado através do uso do software. A eq.(10) mostra como esse indicador foi mensurado.

$$M(\%)_{\text{disp hidr}} = \frac{\sum \text{Usos manipulados de certo dispositivo hidráulico}}{\sum \text{Total de usos do mesmo dispositivo hidráulico}} \quad (10)$$

M (%) significa o grau de manipulação atribuído ao resultado final da classificação com uso do software Trace Wizard®. Assim foi avaliada a utilização desse software a partir de dois referenciais diferentes.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados e discussões são apresentados na seguinte sequência:

- Avaliação do consumo de água total das residências, sem divisão entre os pontos de utilização, durante todo o período estudado. Foram avaliadas 3 residências.
- CrITÉrios utilizados para a obtenção dos perfis de vazões dos dispositivos hidráulicos das residências e avaliação do resultado obtido.
- Identificação dos fatores que influenciam no consumo de água, em nível dos dispositivos hidráulicos. Nessa etapa foram avaliadas duas residências.

Na Tabela 2 é apresentado um resumo das principais características das famílias que tiveram seu consumo de água avaliado.

Tabela 2 - Principais características das famílias estudadas

Residências	Nº de habitantes	Nº de pontos de utilização de água	Nº de cômodos na residência
1	2	7	7
2 (Família 1)	3	12	6
2 (Família 2)	2	12	6
3	7	13	10

A Tabela 3 se refere ao consumo de água nas residências.

Tabela 3 - Consumo de água por residência estudada

Residências	Média (m³/mês)	Média (L/hab.dia)	Mediana (L/hab.dia)	Nº dias	CV(%)	Curtose	Assimetria
1	7 ± 3	111 ± 51	105	311	41	1,35	0,78
2 (Família 1)	9 ± 6	96 ± 61	78	185	63	2,18	1,46
2 (Família 2)	12 ± 9	190 ± 128	150	62	75	5,39	2,19
3*	12 ± 4	58 ± 18	57	280	30	0,57	0,06

\* Para a residência 3 foi estabelecida uma proporção entre o volume consumido no banheiro (único cômodo monitorado) e o consumo total da residência. O fator de conversão para calcular o consumo médio per capita e mensal foi de  $C=0,4$ .

Na Tabela 3, foram calculadas algumas das principais estatísticas descritivas do consumo de água nas residências. Mais informações podem ser observadas no Apêndice C.

Foi feito o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov e observou-se que os dados de consumo diários da residência 1, residência 2 (família 1) e residência 2

(família 2) não seguem a distribuição normal.

Para todas as residências foram verificados valores positivos para a assimetria, o que indica que os dados estão deslocados à esquerda, e implica em valores médios maiores que os valores medianos. (FREITAS; RENNÓ; SOUZA\_JÚNIOR; 2003)

Quanto à curtose, medida que avalia o grau de achatamento da distribuição, a observação é que quanto maior o achatamento, maior a variabilidade dos dados, visto que a gaussiana estará estendida abrangendo uma grande parte do eixo das abcissas (LARSON; FARBER, 2009). Quanto maior o valor da curtose, maior o achatamento. Assim, verifica-se que em ordem decrescente as distribuições mais achatadas são a da residência 2 (família 2), residência 2 (família 1), residência 1 e residência 3. E os maiores desvios padrões observados são justamente para essas residências, devido a maior variabilidade dos dados.

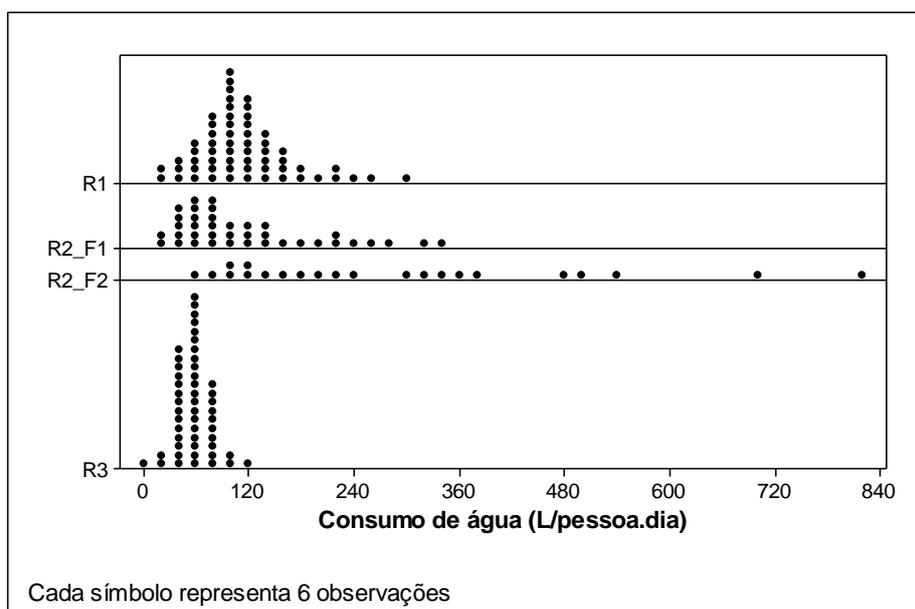
Os valores observados na Tabela 3, mostram que as residências 1 e 2 (família 1) apresentam consumo mensal médio menor que o valor de 10m<sup>3</sup>, estabelecido como consumo mínimo pela concessionária de serviços de abastecimento de água. Trabalhos anteriores como Moraes (1995), Almeida (2007) e Garcia (2011) realizados em Salvador e em Feira de Santana, também chegaram à conclusão de que famílias situadas em regiões de baixa renda apresentam em média consumo mensal menor que o valor base, para cobrança de tarifa, praticado pela EMBASA. A residência 3, apresenta valor de consumo maior que 10m<sup>3</sup> devido ao grande número de pessoas que a habitam, 7 indivíduos.

As residências 1, 2 (família 1) e 3 apresentaram um crescente consumo médio mensal, respectivamente, no entanto, o consumo *per capita* segue a ordem inversa. Esse padrão de redução de consumo relacionado ao número de moradores, também, foi observado em pesquisas anteriores, tais como Moraes (1995), Mayer *et al.* (1999), Almeida (2007), Garcia (2011), Magalhães *et al.* (2012) e outros. Isso ocorre porque quanto maior o número de moradores, os consumos feitos para uso coletivo na residência, tais como, limpar casa, lavar roupas, cozinhar, lavar louças, são divididos entre um maior número de moradores, reduzindo, portanto, o consumo final *per capita*. Além disso, numa casa com mais moradores, existe maior concorrência para o uso do banheiro, o que faz com que o tempo de banho, por exemplo, seja diminuído.

Para a residência 2 (família 2), o consumo mensal foge ao padrão observado nas demais residências. Apesar da família 2 possuir 2 moradores, ela consome maiores volumes de água do que a família anterior, que possuía 3 moradores. Essa família possui consumo per capita maior que todas as outras e valores de desvio padrão também mais altos. Isso pode ter relação com os vazamentos que começaram a ser observados durante essa fase da pesquisa. Foi proposto aos moradores o reparo do vazamento, mas os mesmos não aceitaram.

Na Figura 22, é apresentada a distribuição de frequência do consumo *per capita* de água nas residências em gráfico do tipo *dotplot*. Pode-se observar que os volumes de consumo de água *per capita* das residências 1 (R1) e residência 2 (família 1) (R2\_F1) são semelhantes, variando dentro de uma faixa de valores próximos. A residência 2 (família 2) (R2\_F2) apresentou maior dispersão dos dados, isso pode ter relação com o menor número de dias monitorados ou com o vazamento detectado no período. O consumo da residência 3 (R3) variou em intervalo menor, o que pode ter relação com o fato de somente ter sido monitorado o banheiro desta residência, o que reduz a possibilidade de variação do consumo devido ao menor número de aparelhos monitorados.

Figura 22 - Comparação do consumo per capita de água por residência estudada

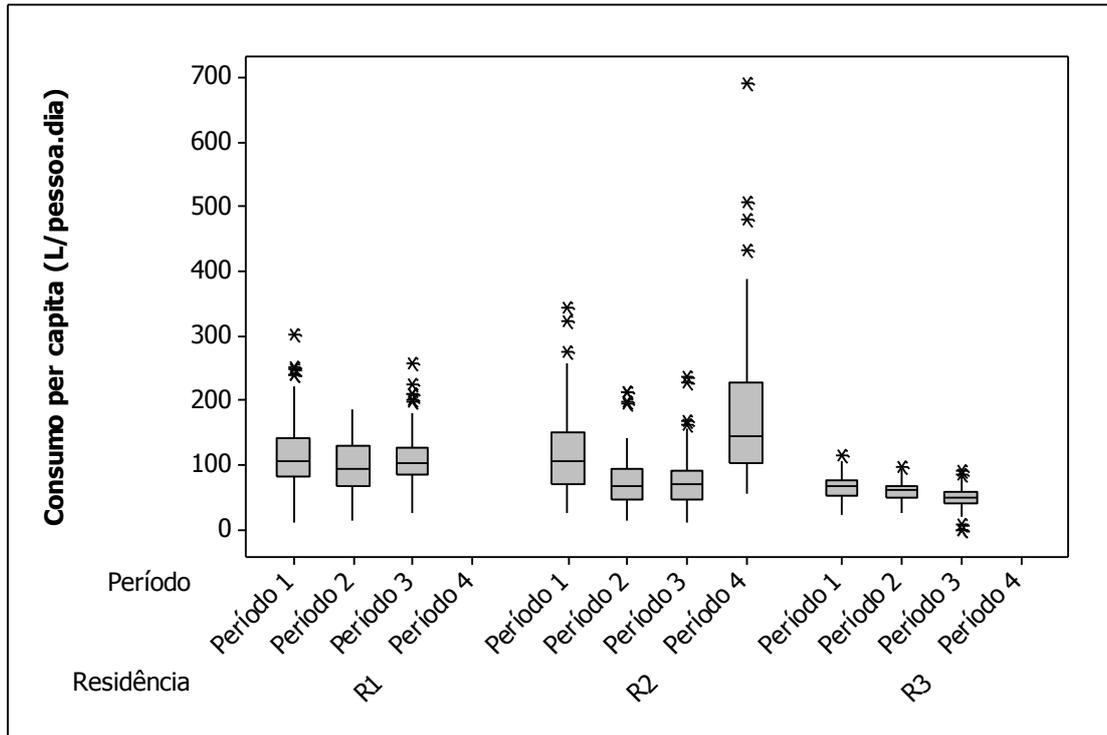


Fonte: a autora

Na Figura 23 é apresentado o consumo por residência em cada período avaliado:

período 1 (P1), período 2 (P2), período 3 (P3) e período 4 (P4).

Figura 23 - Consumo de água *per capita* nas residências por período da pesquisa (período 1 (P1), período 2 (P2), período 3 (P3) e período 4 (P4))



Fonte: a autora

A Figura 23 mostra o gráfico de *boxplot* com o consumo de cada residência, R1, R2 e R3 entre os períodos da pesquisa. Apenas para a Residência 2, foi calculado o período 4, visto que este marcou a chegada da nova família nessa residência.

A análise do gráfico mostra que a variação de consumos nas residências 1 e 3, entre os períodos da pesquisa foram pequenas se comparadas às variações ocorridas na residência 2. Serão feitas análises dos usos de cada aparelho da residência 1, entre os períodos da pesquisa, para melhor avaliar se houve alguma influência das medidas de gestão da demanda no consumo de água nessa residência.

Com relação à residência 2, a Figura 23, mostra que há uma tendência de queda no consumo de água a partir da segunda etapa da pesquisa. Conforme explicado antes, esse período foi marcado pelo início do incentivo aos moradores em fazer uso racional da água, além de serem informados periodicamente sobre o seu consumo de água. Além da redução, verifica-se que esse consumo passa a variar entre valores mais próximos e constantes, visto que a amplitude do “box” fica menor a

partir do segundo período, nessa residência.

No período 4, marcado pela mudança de família da residência 2, verifica-se uma mudança brusca no padrão de consumo. Isso pode ser explicado, por duas hipóteses, a primeira tem relação com os vazamentos que passaram a ocorrer nesse período e a segunda pela falta de preocupação da nova família em sanar o vazamento, o que mostra a falta de preocupação com a questão da água.

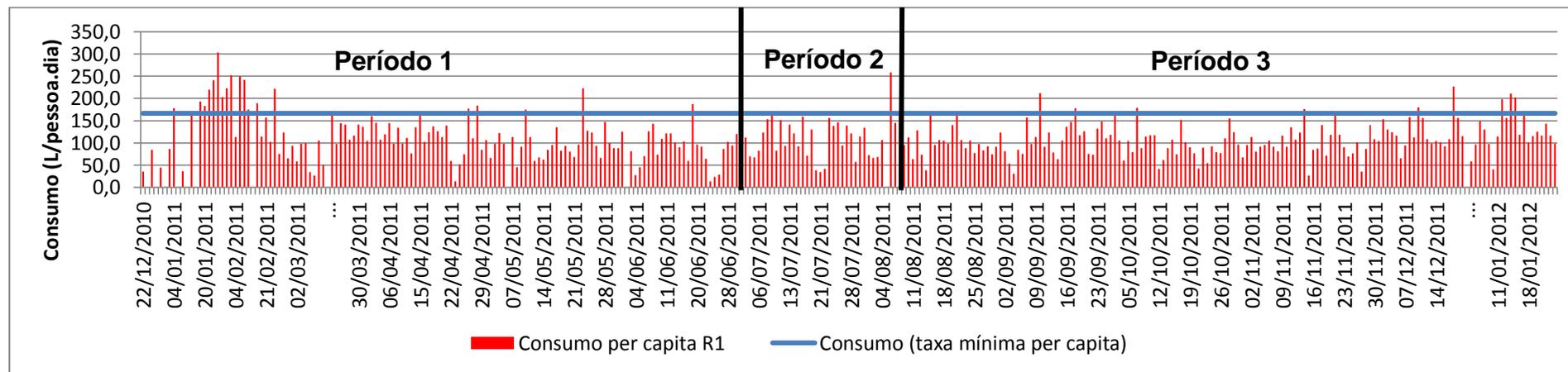
Os novos moradores permitiram que a pesquisa continuasse na sua residência, mas as medidas de gestão da demanda adotadas não foram tão efetivas. Isso pode ser explicado pelo menor tempo disponível, se comparados com os outros moradores que participaram desde o início da pesquisa, para o envolvimento e sensibilização desses para com a problemática ambiental da água.

Por fim, para a residência 3, verifica-se que houve uma tendência de diminuição gradativa do consumo mediano, entretanto, a variabilidade dos dados se manteve na mesma faixa de amplitude. Isso pode ser explicado, pois, nessa residência apenas foi monitorado o consumo de água no banheiro e com isso foi reduzido à possibilidade de variações de uso, estando estes restritos ao uso do chuveiro, bacia sanitária e lavatório.

As tendências observadas para a residência 2, também serão avaliadas com mais detalhes no tópico que estuda o consumo de água *per capita*, por dispositivo hidráulico, comparando entre os períodos da pesquisa.

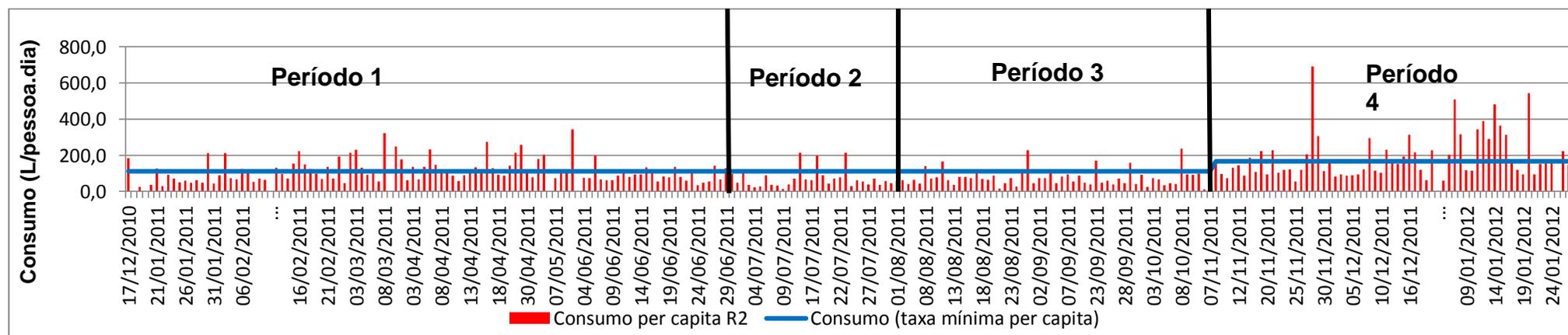
As Figuras 24, 25 e 26 mostram o histórico dos consumos de água *per capita* por dia da pesquisa. A linha azul, que corta o histórico, está relacionada ao consumo *per capita* diário máximo necessário para, no final do mês, acumular um consumo menor ou igual a 10m<sup>3</sup>. A concessionária define que consumos de até 10m<sup>3</sup> correspondem a uma taxa mínima de conta de água. Cada m<sup>3</sup> acima desse valor representa um valor adicional na taxa mínima.

Figura 24 - Consumo histórico de água da residência 1 (as reticencias indicam perda de dados entre os dias delimitados)



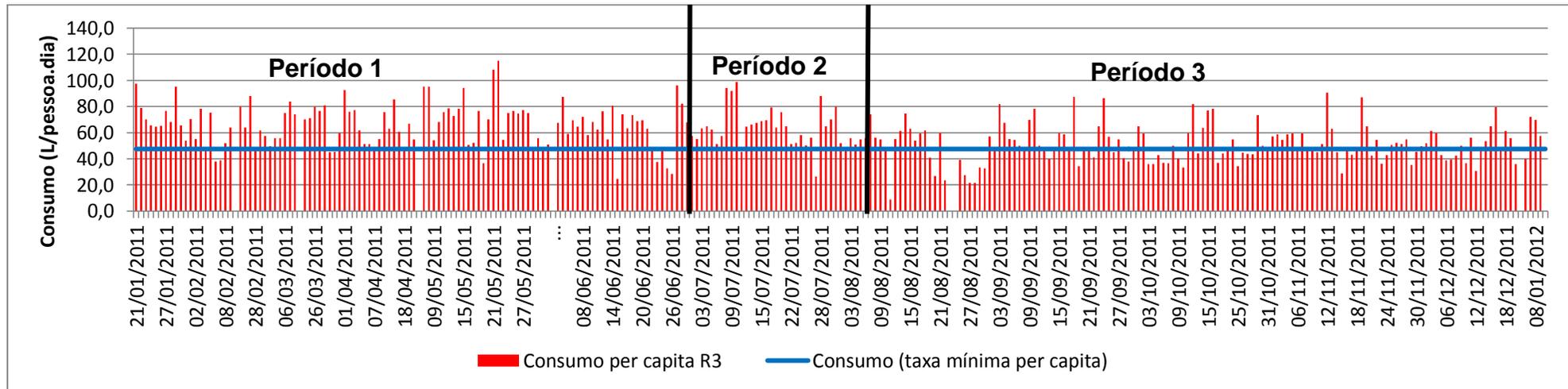
Fonte: a autora

Figura 25 - Consumo histórico de água da residência 2 (as reticencias indicam perda de dados entre os dias delimitados)



Fonte: a autora

Figura 26 - Consumo histórico de água na residência 3 (as reticências indicam perda de dados entre os dias delimitados)



Fonte: a autora

Durante o quarto período delimitado para a residência 2, observa-se eventos atípicos na Figura 26, a saber:

- dia 20/11/2011, ocorreu um uso atípico da pia da cozinha (das 21h07min às 23h16min), caracterizado como vazamento (podem ter esquecido o dispositivo hidráulico aberto) devido ao longo período de uso contínuo;
- dia 27/11/2011, ocorreram dois eventos atípicos, um (das 07h06min às 08h23min) em que o aparelho sanitário pode ter sido pia da cozinha ou tanque, classificado como vazamento, e outro evento (das 00h45min às 01h05min) também caracterizado como vazamento;
- dia 28/11/2011, ocorreu um vazamento aparentemente na bacia sanitária que teve duração de 5h24min (das 08h03min às 13h26min), vazões típicas de 4,2L/min (0,07L/s), consumiu 1120 L de água. Depois foi confirmado com os moradores um defeito em uma das bacias sanitárias.
- dia 11/12/2011, ocorreu um evento duas vezes (das 01h36min às 07h34min e das 16h21min às 17h28min). Foi classificado como vazamento, devido às longas durações de uso da mesma peça de utilização.
- dia 21/12/2011, ocorreram outros eventos atípicos duas vezes (das 06h26min às 15h10min e das 22h48min às 23h59min), foi classificado como vazamento.
- dia 14/01/2012, ocorreram eventos atípicos contínuos e (das 19h44min às 21h07min), classificado como vazamento. O evento continha vazões típicas de 4,2L/min (0,07L/s) e consumiu 348,20L de água.

Verifica-se com a análise das Figuras 24, 25 e 26 que a residência 1 foi a que possuiu consumos variando em valores mais próximos ao valor mínimo estabelecido para cobrança da água pela concessionária.

A residência 2 muitas vezes ultrapassou esse valor mínimo, principalmente nos períodos 1 e 4 da pesquisa. Os valores muito acima dessa linha e dos valores típicos observados para o período 4 tem relação com os vazamentos observados durante esse período da pesquisa.

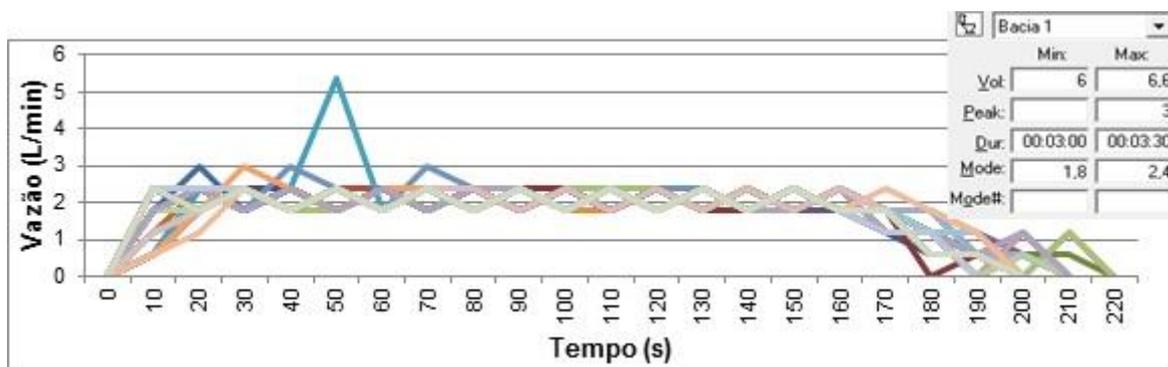
Para a residência 3, observou-se que os valores estão sempre acima da linha estabelecida como consumo mínimo. Isso pode ser explicado pelo grande número de moradores dessa residência, para que o consumo de água mensal se mantivesse

abaixo de  $10\text{m}^3$ , o *per capita* diário ficaria abaixo de  $50\text{L/pessoa.dia}$ , abaixo dos valores comuns de utilização de água na área, segundo Garcia (2011), que são de  $100\text{ L/pessoa.dia}$  e menor inclusive, do que o consumo mínimo em situações de emergência, estabelecido pela WHO de  $70\text{L/pessoa.dia}$ .

### 3.1. Definição dos perfis de vazão dos pontos de utilização de água intradomiciliares

Para distinguir a parcela de consumo em todos os pontos de utilização, foram definidas as curvas de vazões impressas pelo uso de cada dispositivo hidráulico. Para tanto, foi utilizado o tipo de gráfico ilustrado nas Figuras 27 à 32. Esses gráficos foram construídos a partir do cruzamento das informações obtidas com os diários de anotações feitos pelos moradores e as informações do sistema de monitoramento. Nos diários, foi pedido aos moradores que anotassem o horário de início do uso e o aparelho utilizado, esse horário anotado foi procurado nas planilhas do sistema de monitoramento e assim, foi possível montar as curvas de vazões de cada aparelho.

Figura 27 - Perfis de vazões da bacia sanitária da Residência 1 antes da substituição por modelo economizador e interface do programa Trace Wizard®



Fonte: a autora.

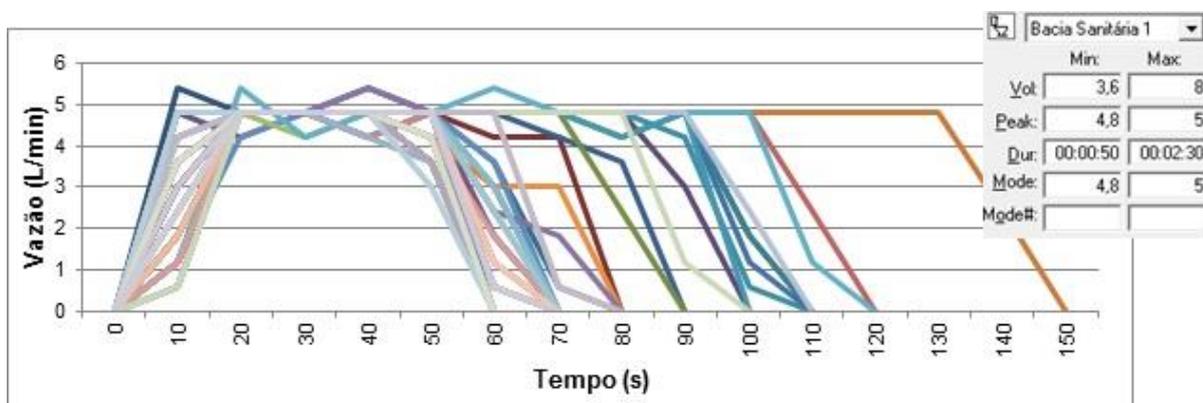
A Figura 27 mostra as curvas de vazões de vários eventos de uso de bacia sanitária da residência 1, sobrepostas. Essas curvas foram obtidas antes da mudança desse aparelho por modelo economizador. O sistema de monitoramento adotado, que captou todo movimento de uso de água em intervalos de dez segundos, permitiu a observação das vazões de uso em escala quase instantânea.

Esse grau de precisão foi necessário para a entrada de dados no programa utilizado, conforme detalhe no canto superior direito da Figura 27, as vazões modais, denominadas de *Mode* pelo software, se referem às vazões em que o aparelho oscila durante o uso, que estão, no caso dessa bacia sanitária, entre 1,8 a 2,4 litros por minuto. A duração máxima observada para o enchimento da caixa de descarga é de 220 segundos o equivalente a 3,5 minutos. Os volumes, que podem ser calculados pela integral da área do gráfico, estão entre 6,0 e 6,6 litros.

As variações de vazão em movimento zigzague a cada 10 segundos conforme mostra a Figura 27, tem relação com o fundo de escala do emissor de pulsos do hidrômetro. A escala do emissor é de 100 mL/pulso, então, quando ocorrem consumos com valores que não são múltiplos dessa escala como, 150mL, por exemplo, o sensor irá registrar apenas 100mL. Então, os 50mL restantes serão computados no próximo uso. Por exemplo, se houver um consumo de novamente, 150 mL, o registrador vai somar os 50mL anteriores a esse consumo atual e serão registrados 200mL, valor múltiplo da escala do aparelho.

A Figura 28 mostra a sobreposição das curvas de vazão de acionamentos das caixas de descargas da residência 1, após a mudança desse aparelho por modelo economizador.

Figura 28 – Curvas de vazões da bacia sanitária da Residência 1 após a substituição por modelo economizador e interface do programa Trace Wizard®



Fonte: a autora.

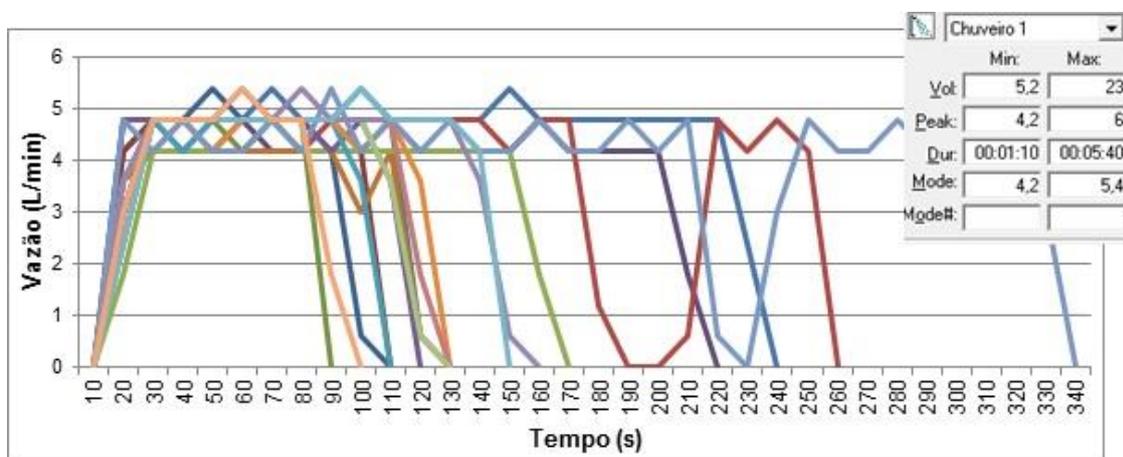
As vazões modais de acionamento da caixa de descarga após a mudança de aparelhos sanitários passaram a variar entre 4,8 e 5 litros por minuto, conforme mostra a Figura 28. A caixa de descarga anterior, vide Apêndice B, era do tipo suspensa, após a troca, a caixa de descarga utilizada foi do tipo acoplada,

posicionada sobre o vaso, então, após a mudança, aumentou a distância entre caixa de descarga e o reservatório. Essa diferença de altura causou um aumento de energia potencial gravitacional, que ocasionou o aumento na vazão. O aumento da vazão fez reduzir o tempo de enchimento da caixa de descarga, que agora tem duração de no máximo, 150 segundos ou 2,5 minutos.

Conforme observado na Figura 28, os intervalos de volumes por uso ficaram entre 3,6 e 8,0 litros. Como a nova bacia sanitária é de duplo acionamento, de 3 e 6 litros, observa-se que os volumes especificados pelo fabricante podem variar. Além disso, o volume de 8 litros é maior que o volume máximo verificado na bacia sanitária anterior, o que pode interferir negativamente no propósito da redução do consumo.

A Figura 29 mostra a sobreposição de diversos usos do chuveiro na Residência 1.

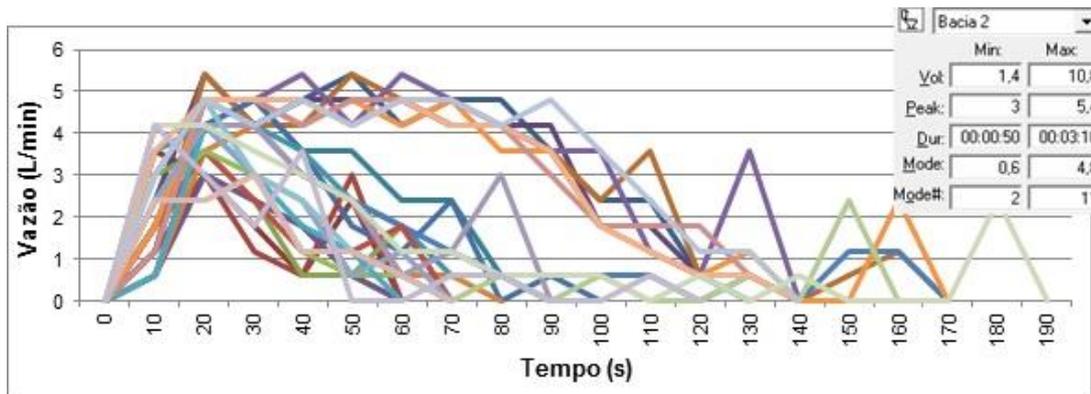
Figura 29 – Curvas de vazões de uso do chuveiro na Residência 1. Interface do programa Trace Wizard®



Fonte: a autora

Conforme mostra a Figura 29, apesar do registro do chuveiro permitir vários tipos de aberturas e assim regular diversas vazões, os moradores da Residência 1 utilizam a mesma abertura do registro nos diferentes banhos. Conforme pode ser observado o que varia é a duração do banho podendo ser de 90 a 340 segundos. A Figura 30 representa os usos de uma das bacias sanitárias da residência 2.

Figura 30 - Perfis de vazões de acionamento de uma das bacias sanitárias na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®

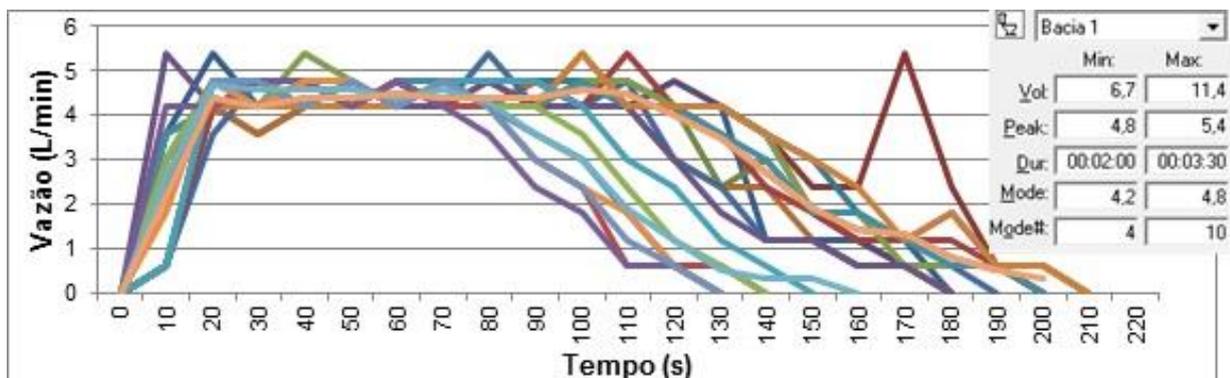


Fonte: a autora

A observação da Figura 30 mostra que a caixa de descarga dessa bacia sanitária tem dois tipos de perfis de vazão, um mais longo, que corresponde a uma descarga completa e um mais curto que corresponde a uma descarga mais leve. Verificou-se que os membros da família tinham hábito de “dosar” a força ao acionar a caixa de descarga. Embora essa bacia seja do tipo que possui caixa de descarga embutida na parede, o tipo de válvula permite o acionamento parcial da descarga. Assim, diante desse resultado, foi decidido que essa bacia sanitária não seria substituída por modelo economizador de água, pois apresentou perfis de vazão semelhantes aos modelos com “duplo acionamento”.

A Figura 31 representa os usos da outra bacia sanitária da residência 2.

Figura 31 - Perfis de vazões de acionamento da caixa de descarga da segunda bacia sanitária da Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®

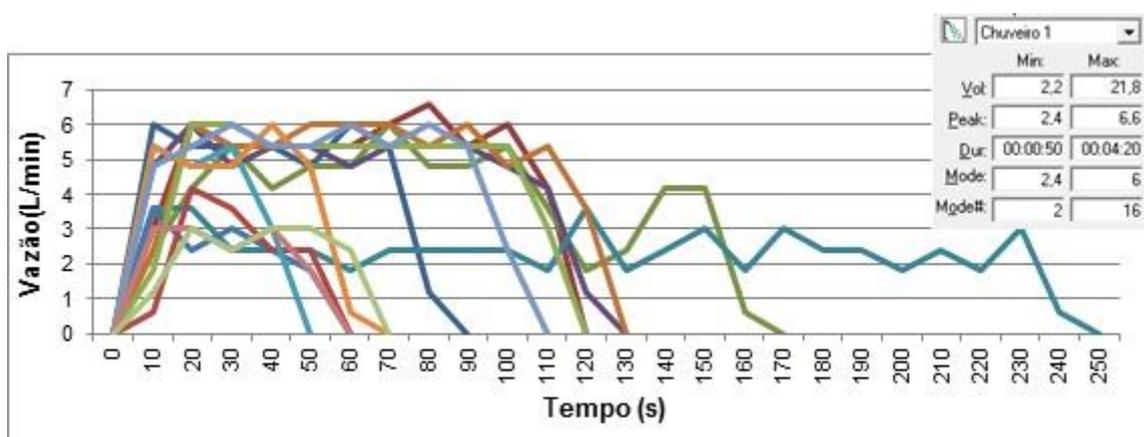


Fonte: a autora

A Figura 31 mostra que a caixa de descarga da bacia sanitária do tipo com coluna suspensa, consumia volumes mais altos de água, se comparada com a anterior, e não permitia aos usuários o acionamento parcial da caixa de descarga. Assim, avaliou-se que essa bacia sanitária deveria ser substituída por modelo economizador.

A Figura 32 mostra o comportamento dos moradores da residência 2 quanto aos usos de chuveiros. São dois chuveiros nessa residência. Assim como os outros aparelhos, os resultados foram obtidos através da análise das informações obtidas com os diários de anotações dos moradores.

Figura 32 - Perfis de vazões de uso do chuveiro 1 na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®

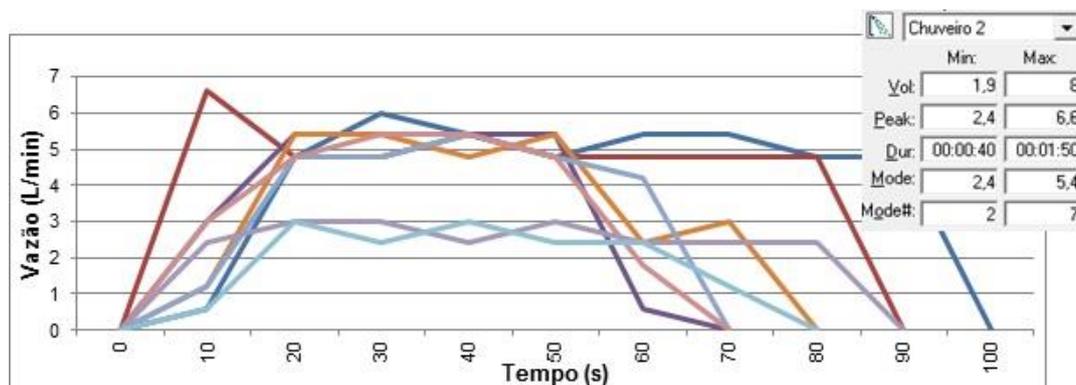


Fonte: a autora

A observação da Figura 32 mostra que nessa residência o acionamento do registro do chuveiro foi mais variável se comparados com a residência 1. Existem dois tipos principais de acionamento, um com vazões variando entre 5 e 6 L/min e outro com vazões variando entre 3 e 4 L/min.

A Figura 33 mostra as curvas de vazões do outro chuveiro da residência 2.

Figura 33 - Curvas de vazões de uso do chuveiro 2 na Residência 2 e interface do programa Trace Wizard®



Fonte: a autora

A observação da Figura 33 mostra que os tipos de acionamentos do registro desse chuveiro 2 foi muito semelhante ao anterior. A semelhança pode ser avaliada pelos valores muito próximos de vazões modais (*mode*) e vazões de pico (*peak*).

A partir das curvas de vazão descritas pelo uso de cada dispositivo hidráulico foram estabelecidas as informações necessárias para o funcionamento do programa utilizado.

### 3.2. Confronto de metodologias para obtenção dos volumes de consumo de água por dispositivo hidráulico

A Tabela 4 resume as informações sobre o volume de água consumido através dos equipamentos sanitários reconhecidos tanto pelo Trace Wizard® quanto pelas anotações dos moradores da residência 1.

Tabela 4 - Classificação do consumo de água *per capita* na residência 1, por aparelho, calculado segundo os dois métodos adotados

<b>Classificação gerada pelo Trace Wizard®</b>	<b>N(usos)</b>	<b><math>\bar{V}</math> (L/uso)</b>	<b>Desvio padrão (L/pessoa.dia)</b>	<b>CV (%)</b>
Bacia sanitária	49	5,8	1,3	22
Chuveiro	21	11,3*	5,6	49
Lavatório	194	0,2	0,2	91
Pia da cozinha	194	1,2	0,8	67
Filtro	11	1,1*	0,5	51
Tanque 1	7	26,8*	21,4	80
Tanque 2	3	9,4*	5,5	58
Indeterminado	14	1,8*	0,8	45
<b>Classificação resultante das “anotações dos moradores”</b>	<b>N(usos)</b>	<b><math>\bar{V}</math> (L/uso)</b>	<b>Desvio padrão (L/pessoa.dia)</b>	<b>CV (%)</b>
Bacia sanitária	63	4,5	3,4	77
Chuveiro	18	12,7*	5,5	44
Lavatório	57	1,0	1,0	92
Pia da cozinha	287	0,8	0,9	110
Filtro	10	1,7	2,8	168
Tanque 1	17	12,4	18,3	148
Tanque 2	4	0,6*	0,4	63
Indeterminado	21	0,6	2,2	365

\* Passaram no teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov para 95% de intervalo de confiança

Observa-se na Tabela 4, que os valores de número de usos diferem para todos os aparelhos sanitários classificados através dos diferentes métodos. O volume médio de utilização também não coincidiu em nenhum dos casos, embora variem em valores próximos, como o uso de bacia sanitária, chuveiro, pia da cozinha e filtro.

Os resultados encontrados para os coeficientes de variação foram semelhantes para o uso de chuveiro, lavatório e tanque 2, apenas. Os demais aparelhos sanitários apresentaram coeficientes de variação com ordem de grandeza diferente para cada método.

Para avaliar de forma mais precisa se existem diferenças significativas entre a classificação de um método e do outro foi utilizado o teste t de diferença entre as médias. A Tabela 5 foi construída admitindo-se o nível de confiança nos resultados para 95%, nessa tabela serão identificados os intervalos de confiança conferidos a cada aparelho sanitário.

Tabela 5 - Observação do intervalo de confiança e p-valor atribuídos ao teste de comparação entre as médias dos dois métodos de identificação dos consumos de água residenciais.

<b>Aparelhos sanitários</b>	<b>Intervalo de confiança (nível de 95%)</b>	<b>P-Valor</b>
Bacia sanitária	(-2,3 ; - 0,4)	0,005
Chuveiro	(-2,2 ; 4,9)	0,442
Lavatório	(0,6 ; 1,1)	0,000
Pia da cozinha	(-0,5 ; - 0,2)	0,000
Filtro	(-1,4 ; 2,6)	0,516
Tanque 1	(-35,2 ; 6,5)	0,154
Tanque 2	(-22,4 ; 4,7)	0,560
Indeterminado	(-2,2 ; - 0,1)	0,041

Sabe-se que, a diferença entre os resultados das duas metodologias, pode ser considerada não significativa quando, o intervalo de confiança contiver o zero e o p-valor for maior que 0,05. Com a análise dos resultados da Tabela 5, verifica-se que os aparelhos sanitários para os quais os métodos de tratamento de dados apresentaram diferenças foram: bacia sanitária, lavatório, pia da cozinha e indeterminados.

A não coincidência entre os volumes medidos para a bacia sanitária e a classificação do software, tem relação com o funcionamento do enchimento da caixa de descarga. Como já explicado antes, quando a caixa de descarga está perto do seu limite de enchimento, a boia que regula a passagem de água obstrui parte desta passagem e assim apenas baixos volumes de água continuam passando até o nível limite da caixa de descarga. Assim os pequenos volumes que ocorrem, são classificados pelo software como usos de lavatório ou pia, devido às baixas vazões e durações que se encaixam nas características estabelecidas para estes usos.

Quanto ao lavatório e pia da cozinha, a diferença de classificação do software tem relação com a possibilidade de quase todos os equipamentos da casa, terem vazões que se encaixam nos perfis definidos para esses aparelhos sanitários. Então, para esses dispositivos hidráulicos, é mais seguro fazer as análises através da junção dos dois usos, classificando como “torneiras”.

Assim para esses equipamentos cujas diferenças estatísticas entre os métodos foram comprovadas, deve-se ter um maior cuidado no momento das análises dos resultados.

Verifica-se que os resultados obtidos de consumo por aparelho, através do software de tratamento de dados, são valores estimados, dessa forma, não faz sentido trabalhar com casas decimais nas análises desses valores.

### 3.3. Avaliação do grau de manipulação da classificação do software

Um dos resultados obtidos pela classificação dos eventos de usos de água com o Trace Wizard®, compreendeu informações com relação ao grau de manipulação a que os eventos de usos de água foram submetidos. A manipulação das informações tem relação com a interferência do pesquisador, que tem o conhecimento prévio das curvas de vazões, e pode alterar informações que conflitem com essas curvas previamente conhecidas.

Foram analisadas informações a cada 10 segundos do consumo de água dos 558 dias monitorados, somadas as duas residências tratadas com o *software*. A residência 3, devido a restrição ao uso de energia elétrica da casa, não possibilitou a utilização do sistema de monitoramento necessário para utilização do *software*.

Conforme pode ser observado na Tabela 6, que se refere ao grau de manipulação da classificação inicial do *software* para a residência 1, verifica-se que os equipamentos que tiveram maior interferência manual na classificação do *software* foram: vazamentos, tanque 2, tanque 1, chuveiro e bacia sanitária, os outros foram pouco manipulados.

Tabela 6 - Grau de manipulação da classificação do software para a residência 1

		Bacia	Chuveiro	Lavatório	Pia	Filtro	Tq1	Tq2.	Vaz.	Indet.
R <sub>1</sub>	Manipulado	32%	53%	3%	6%	0%	66%	67%	77%	6%
	<i>software</i>	68%	47%	97%	94%	100%	34%	33%	23%	94%
R <sub>2</sub>	Manipulado	39%	60%	5%	15%	0%	86%	63%	0%	2%
	<i>software</i>	61%	40%	95%	85%	100%	14%	34%	0%	98%
R <sub>3</sub>	Manipulado	6%	21%	2%	1%	4,70%	52%	31%	0%	4%
	<i>software</i>	94%	79%	98%	99%	95,30%	48%	69%	0%	96%

Esse resultado tem relação com o conhecimento do perfil dos equipamentos, aqueles citados como mais manipulados, são, justamente, os que possuem perfis mais bem definidos, facilmente identificáveis visualmente.

Quando um uso é visivelmente reconhecível, mas foge ao perfil estabelecido de classificação com o software, como durações dos eventos um pouco maiores do que as estipuladas, o programa considera esse evento indeterminado, mas foi possível fazer a correção manual desses eventos.

A diferença na manipulação da bacia sanitária e chuveiro na fase 3 tem relação com a troca de equipamentos na residência. Verificou-se que o perfil de utilização da bacia sanitária ficou muito próximo ao perfil do chuveiro, não sendo mais tão facilmente identificável, sendo assim, não foi tão manipulado, deixando o software classificar mais livremente.

A Tabela 7 se refere ao grau de manipulação da classificação inicial do *software* para a residência 2. A análise da Tabela 7 mostra que os equipamentos mais corrigidos foram: máquina de lavar, chuveiros, indeterminados e bacia sanitária.

Tabela 7 - Grau de manipulação da classificação do *software* para a residência 2

		Bacia	Chuveiro	Lavatório	Pia	Máquina	Tanque	Vazam.	Indet.
P <sub>1</sub>	Manipulado	17%	45%	0%	2%	60%	10%	0%	25%
	software	83%	38%	100%	98%	40%	90%	0%	75%
P <sub>2</sub>	Manipulado	36%	46%	0%	4%	39%	7%	0%	27%
	software	64%	55%	100%	96%	61%	93%	0%	73%
P <sub>3</sub>	Manipulado	55%	53%	5%	12%	69%	26%	0%	50%
	software	45%	47%	95%	88%	31%	74%	0%	50%
P <sub>4</sub>	Manipulado	45%	64%	86%	20%	0%	16%	39%	53%
	software	55%	36%	14%	80%	0%	84%	61%	47%

Para essa residência, o reconhecimento dos perfis dos equipamentos foi mais difícil por dois motivos, as anotações dos moradores não foram tão precisas quanto às feitas pelos moradores da residência 1 e o fato dessa residência, do período 1 ao 3, possuir 3 moradores, ocasionou maior ocorrência de usos simultâneos dos aparelhos.

No período 4, com a entrada dos novos moradores, também, foi pedida uma semana de anotações para entender o perfil de consumo destes. Assim, nessa fase observou-se uma mudança nos equipamentos que foram mais manipulados, sendo esses o lavatório, os vazamentos, chuveiros, indeterminados, mudando a forma de tratamento de dados baseado nas informações adquiridas com a nova semana de anotações.

### **3.4. Consumo de água por aparelho sanitário nas residências**

Este tópico tem como objetivo avaliar o consumo de água intradomiciliar das residências estudadas.

As ferramentas de análise têm como base a Tabela 8 que reúne os principais resultados do banco de dados de classificação dos eventos de usos de água, comparadas com estudos que abordaram o mesmo tema com tipo de resultados semelhantes e a NBR 5626/2008.

Tabela 8 - Principais informações sobre o consumo de água nas residências estudadas e comparação com outros estudos

		N(usos)	$\bar{V}$ (L/uso) $\pm$ desvio pad	Duração (s) $\pm$ desvio pad	$\bar{Q}$ (L/s) $\pm$ desvio pad	N(dias)	$\overline{FR}$ (usos/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	$\overline{PC}$ (L/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	P(%)		
Bacia sanitária	R1	Período 1	1111	6,3 $\pm$ 1,0	262 $\pm$ 121	0,03 $\pm$ 0,01	114	7 $\pm$ 3	42,0 $\pm$ 15,9	36	
		Período 2	384	6,0 $\pm$ 1,0	265 $\pm$ 122	0,03 $\pm$ 0,01	45	6 $\pm$ 4	35,5 $\pm$ 19,9	36	
		Período 3	1665	4,5 $\pm$ 1,2	94 $\pm$ 52	0,07 $\pm$ 0,01	152	8 $\pm$ 2	34,9 $\pm$ 10,8**	32	
		Total	3160	5,3 $\pm$ 1,4	229 $\pm$ 130	0,05 $\pm$ 0,02	311	7 $\pm$ 3	37,6 $\pm$ 14,7	34	
		R2	Período 1	621	5,5 $\pm$ 2,6	171 $\pm$ 106	0,05 $\pm$ 0,01	74	5 $\pm$ 2**	24,1 $\pm$ 9,8**	20
		Período 2	382	6,0 $\pm$ 2,4	178 $\pm$ 97	0,05 $\pm$ 0,01	56	4 $\pm$ 1**	20,4 $\pm$ 8,2**	26	
		Período 3	427	3,7 $\pm$ 1,9	178 $\pm$ 141	0,05 $\pm$ 0,01	55	7 $\pm$ 3**	22,3 $\pm$ 9,5**	29	
		Total Fam. 1	1430	5,1 $\pm$ 2,5	175 $\pm$ 116	0,05 $\pm$ 0,01	185	5 $\pm$ 3	22,4 $\pm$ 9,3	23	
		Período 4 (Total Fam. 2)	583	4,6 $\pm$ 2,1	196 $\pm$ 152	0,05 $\pm$ 0,01	62	11 $\pm$ 7	44,6 $\pm$ 23,2	21	
		NBR 5626/1998	--	--	--	0,15	--	--	--	--	
		São Paulo <sup>1</sup>	--	--	--	0,06 $\pm$ 0,01	--	--	14,0	6	
		Florianópolis <sup>2</sup> Convencional	--	9,9 $\pm$ 2,7	--	--	--	--	--	25	
		Economizador	--	4,7 $\pm$ 0,4	--	--	--	--	--	25	
		RM de Salvador <sup>3</sup>	--	--	--	--	--	--	19,8 $\pm$ 47,7	23	
	12 localidades (EUA e Canadá) <sup>4</sup>	289000	13,2 $\pm$ 4,5	--	--	28.015	5 $\pm$ 3	70,0 $\pm$ 42,0	27		
	Gold Coast <sup>5</sup>	--	--	--	--	--	--	21,1	13		
Chuveiro	R1	Período 1	424	8,1 $\pm$ 4,2	139 $\pm$ 80	0,06 $\pm$ 0,01	114	2 $\pm$ 1**	16,6 $\pm$ 9,0	14	
		Período 2	119	6,9 $\pm$ 3,5	130 $\pm$ 87	0,06 $\pm$ 0,01	45	1 $\pm$ 1**	9,8 $\pm$ 5,8	10	
		Período 3	648	7,6 $\pm$ 4,3	142 $\pm$ 103	0,06 $\pm$ 0,01	152	2 $\pm$ 1**	18,7 $\pm$ 11,4	17	
		Total	1191	7,7 $\pm$ 4,2	139 $\pm$ 94	0,06 $\pm$ 0,01	311	2 $\pm$ 1	16,6 $\pm$ 10,3	15	
		R2	Período 1	425	10,1 $\pm$ 13,2	174 $\pm$ 192	0,06 $\pm$ 0,02	74	2 $\pm$ 1**	21,1 $\pm$ 12,5**	17
		Período 2	224	8,9 $\pm$ 5,9	149 $\pm$ 111	0,07 $\pm$ 0,01	56	1 $\pm$ 1**	13,0 $\pm$ 5,7**	16	
		Período 3	215	10,4 $\pm$ 8,2	178 $\pm$ 137	0,06 $\pm$ 0,02	55	1 $\pm$ 1**	14,8 $\pm$ 6,6**	19	
		Total Fam.1	864	9,9 $\pm$ 10,5	169 $\pm$ 162	0,06 $\pm$ 0,02	185	2 $\pm$ 1**	16,8 $\pm$ 9,9	17	
		Período 4 (Total Fam. 2)	307	21,1 $\pm$ 24,9	345 $\pm$ 342	0,07 $\pm$ 0,02	62	3 $\pm$ 1	58,9 $\pm$ 45,7	30	
		NBR 5626/1998	--	--	--	0,20	--	--	--	--	
		São Paulo <sup>1</sup>	239	--	--	0,07 $\pm$ 0,03	42	2 $\pm$ 1	--	14	
		Florianópolis <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	--	--	27	
		RM de Salvador <sup>3</sup>	--	--	--	--	--	--	18,8 $\pm$ 24,8	21	
		12 localidades (EUA e Canadá) <sup>4</sup>	--	65,1 $\pm$ 40,1	--	0,14 $\pm$ 0,06	28.015	1 $\pm$ 1	43,9 $\pm$ 28,1	17	
	Gold Coast <sup>5</sup>	--	--	--	--	--	--	49,7	33		

continua

continuação

		N(usos)	$\bar{V}$ (L/uso) $\pm$ desvio pad	Duração (s) $\pm$ desvio pad	$\bar{Q}$ (L/s) $\pm$ desvio pad	N(dias)	$\bar{FR}$ (usos/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	$\bar{PC}$ (L/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	P(%)		
Lavatório	R1	Período 1	1341	0,3 $\pm$ 0,3	53 $\pm$ 51	0,03 $\pm$ 0,01	114	26 $\pm$ 10	8,2 $\pm$ 5,2	7	
		Período 2	526	0,3 $\pm$ 0,3	54 $\pm$ 63	0,02 $\pm$ 0,01	45	24 $\pm$ 11	8,0 $\pm$ 4,4**	8	
		Período 3	2006	0,3 $\pm$ 0,2	52 $\pm$ 48	0,03 $\pm$ 0,01	152	29 $\pm$ 10	9,1 $\pm$ 3,9	8	
		Total	3873	0,3 $\pm$ 0,3	53 $\pm$ 51	0,03 $\pm$ 0,01	311	27 $\pm$ 11	8,6 $\pm$ 4,5	8	
		R2	Período 1	962	0,2 $\pm$ 0,1	59 $\pm$ 52	0,02 $\pm$ 0,00	74	16 $\pm$ 6**	4,0 $\pm$ 1,6**	3
			Período 2	557	0,2 $\pm$ 0,1	53 $\pm$ 47	0,01 $\pm$ 0,00	56	12 $\pm$ 6**	2,7 $\pm$ 1,3**	3
			Período 3	466	0,3 $\pm$ 0,2	43 $\pm$ 44	0,02 $\pm$ 0,01	55	8 $\pm$ 4	2,0 $\pm$ 1,2**	3
			Total Fam. 1	1985	0,2 $\pm$ 0,2	53 $\pm$ 49	0,02 $\pm$ 0,01	185	13 $\pm$ 6**	3,0 $\pm$ 1,6**	3
			Período 4 (Total Fam.2)	224	0,6 $\pm$ 0,4	37 $\pm$ 32	0,03 $\pm$ 0,01	62	3 $\pm$ 2	1,7 $\pm$ 1,3	1
			NBR 5626/1998 São Paulo <sup>1</sup> *	--	--	--	0,15	--	--	--	--
		Florianópolis <sup>2</sup> Convencional	--	0,8 $\pm$ 0,3	--	0,02 $\pm$ 0,02	42	6 $\pm$ 2	--	4	
		Economizador	--	0,7 $\pm$ 0,4	--	0,05 $\pm$ 0,02	--	--	--	4	
		RM de Salvador <sup>3</sup>	--	--	--	--	--	8,7 $\pm$ 27,9	--	10	
Vazamento	R1	Período 1	16	0,1 $\pm$ 0,0	93 $\pm$ 227	0,01 $\pm$ 0,01	114	1 $\pm$ 4	0,6 $\pm$ 1,6	1	
		Período 2	0	0,0 $\pm$ 0,0	--	0,00 $\pm$ 0,00	45	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0	
		Período 3	0	0,0 $\pm$ 0,0	--	0,00 $\pm$ 0,00	152	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0	
		Total	16	0,1 $\pm$ 0,0	93 $\pm$ 227	0,01 $\pm$ 0,01	114	1 $\pm$ 4	0,6 $\pm$ 1,6	1	
		R2	Período 1	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	74	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0
			Período 2	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	56	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0
			Período 3	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	55	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0
			Total Fam. 1	0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	185	0 $\pm$ 0	0 $\pm$ 0	0
			Período 4 (Total Fam. 2)	141	5,3 $\pm$ 48,3	459 $\pm$ 1745	0,01 $\pm$ 0,01	62	25 $\pm$ 108	17 $\pm$ 76	8
			12 localidades (EUA e Canadá) <sup>4</sup>	--	82,9 $\pm$ 204,7	82,9 $\pm$ 204,7	--	--	35,9 $\pm$ 77,2	--	14
		Gold Coast <sup>5</sup>	--	--	--	--	--	2,1	--	1	

continua

continuação

		N(usos)	$\bar{V}$ (L/uso) $\pm$ desvio pad	Duração (s) $\pm$ desvio pad	$\bar{Q}$ (L/s) $\pm$ desvio pad	N(dias)	$\bar{FR}$ (usos/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	$\bar{PC}$ (L/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	P(%)
R1	Período 1	1376	1,0 $\pm$ 0,4	131 $\pm$ 103	0,03 $\pm$ 0,01	114	29 $\pm$ 11	28,2 $\pm$ 12,4**	24
	Período 2	519	0,9 $\pm$ 0,4	126 $\pm$ 104	0,03 $\pm$ 0,01	45	27 $\pm$ 13	25,6 $\pm$ 11,5**	26
	Período 3	1868	1,0 $\pm$ 0,4	126 $\pm$ 98	0,04 $\pm$ 0,01	152	28 $\pm$ 13	27,2 $\pm$ 12,0	25
	Total	3763	1,0 $\pm$ 0,4	128 $\pm$ 101	0,03 $\pm$ 0,01	311	28 $\pm$ 12	27,3 $\pm$ 12,0	25
Pia da cozinha R2	Período 1	1031	0,7 $\pm$ 0,3	94 $\pm$ 94	0,04 $\pm$ 0,01	74	23 $\pm$ 9**	16,4 $\pm$ 6,2**	13
	Período 2	532	0,8 $\pm$ 0,3	91 $\pm$ 109	0,04 $\pm$ 0,01	56	13 $\pm$ 6**	10,6 $\pm$ 5,1**	13
	Período 3	447	0,7 $\pm$ 0,3	76 $\pm$ 88	0,04 $\pm$ 0,01	55	10 $\pm$ 6**	7,4 $\pm$ 4,8**	10
	Total Fam. 1	2010	0,7 $\pm$ 0,3	90 $\pm$ 97	0,04 $\pm$ 0,01	185	16 $\pm$ 9	12,0 $\pm$ 6,7	12
	Período 4 (Total Fam. 2)	603	0,4 $\pm$ 0,3	81 $\pm$ 123	0,02 $\pm$ 0,01	62	22 $\pm$ 19	9,9 $\pm$ 11,6	5
NBR 5626/1998		--	--	--	0,25	--	--	--	--
São Paulo <sup>1</sup>		3878	--	--	0,02 $\pm$ 0,02	42	31 $\pm$ 11	--	12
Florianópolis <sup>2</sup> Convencional		--	1,0 $\pm$ 0,2	--	0,06 $\pm$ 0,02	--	--	--	17
Economizador		--	0,8 $\pm$ 0,1	--	0,05 $\pm$ 0,01	--	--	--	17
RM de Salvador <sup>3</sup>		--	--	--	--	--	--	25,0 $\pm$ 29,6	29
R1	Período 1	335	0,8 $\pm$ 0,4	55 $\pm$ 32	0,02 $\pm$ 0,01	114	2 $\pm$ 1	1,5 $\pm$ 1,1	1
	Período 2	114	0,8 $\pm$ 0,3	48 $\pm$ 28	0,02 $\pm$ 0,01	45	1 $\pm$ 1	1,2 $\pm$ 1,0**	1
	Período 3	315	0,9 $\pm$ 0,4	57 $\pm$ 31	0,02 $\pm$ 0,01	152	1 $\pm$ 1	1,0 $\pm$ 1,0	1
	Total	764	0,9 $\pm$ 0,4	54 $\pm$ 31	0,02 $\pm$ 0,01	311	1 $\pm$ 1	1,2 $\pm$ 1,0	1
Filtro R2	Período 1	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 2	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 3	--	--	--	--	--	--	--	--
	Total Fam. 1	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 4 (Total Fam.2)	--	--	--	--	--	--	--	--
NBR 5626/1998		--	--	--	0,10	--	--	--	--

continua

continuação

		N(usos)	$\bar{V}$ (L/uso) $\pm$ desvio pad	Duração (s) $\pm$ desvio pad	$\bar{Q}$ (L/s) $\pm$ desvio pad	N(dias)	$\bar{FR}$ (usos/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	$\bar{PC}$ (L/pessoa.dia) $\pm$ desvio pad	P(%)	
Tanque 1	R1									
		Período 1	127	11,1 $\pm$ 11,5	130 $\pm$ 170	0,15 $\pm$ 0,04	114	1 $\pm$ 1	10,9 $\pm$ 18,6	9
		Período 2	39	11,6 $\pm$ 10,3	178 $\pm$ 215**	0,13 $\pm$ 0,04	45	1 $\pm$ 2*	11,0 $\pm$ 17,7	11
		Período 3	78	14,7 $\pm$ 14,7	190 $\pm$ 249	0,14 $\pm$ 0,03	152	1 $\pm$ 1	8,9 $\pm$ 17,4	8
		Total	244	12,3 $\pm$ 12,5	161 $\pm$ 212	0,14 $\pm$ 0,04	311	1 $\pm$ 1	10,0 $\pm$ 17,8	9
		R2								
		Período 1	606	3,1 $\pm$ 3,3	89 $\pm$ 95	0,08 $\pm$ 0,02	74	7 $\pm$ 3	20,1 $\pm$ 12,6**	16
		Período 2	309	3,4 $\pm$ 3,3	81 $\pm$ 86	0,08 $\pm$ 0,02	56	4 $\pm$ 2**	12,7 $\pm$ 7,2	16
		Período 3	234	2,8 $\pm$ 3,0	110 $\pm$ 154	0,07 $\pm$ 0,02	55	4 $\pm$ 2	11,4 $\pm$ 10,8	15
		Total Fam.1	1149	3,2 $\pm$ 3,3	91 $\pm$ 108	0,08 $\pm$ 0,02	185	5 $\pm$ 3	15,3 $\pm$ 11,4	16
	Período 4 (Total Fam.2)	541	3,7 $\pm$ 22,9	214 $\pm$ 476	0,06 $\pm$ 0,02	62	21 $\pm$ 15	54,3 $\pm$ 64,2	27	
	NBR 5626/1998	--	--	--	0,25	--	--	--	--	
	São Paulo <sup>1</sup>	203	--	--	0,06 $\pm$ 0,05	21	3 $\pm$ 2	--	14	
	Florianópolis <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	--	--	1	
	RM de Salvador <sup>3</sup>	--	--	--	--	--	--	14,6 $\pm$ 31,4	17	
Tanque 2	R1									
		Período 1	86	6,9 $\pm$ 4,2	116 $\pm$ 90	0,09 $\pm$ 0,02	114	1 $\pm$ 1	4,1 $\pm$ 7,9	3
		Período 2	20	6,5 $\pm$ 3,4	121 $\pm$ 74	0,09 $\pm$ 0,02	45	0 $\pm$ 1	2,4 $\pm$ 5,0	2
		Período 3	266	4,3 $\pm$ 2,5	63 $\pm$ 41	0,08 $\pm$ 0,02	152	1 $\pm$ 1	4,3 $\pm$ 3,8	4
		Total	372	5,0 $\pm$ 3,2	78 $\pm$ 63	0,08 $\pm$ 0,02	311	2 $\pm$ 2	4,0 $\pm$ 5,8	4
		R2								
		Período 1	--	--	--	--	--	--	--	--
		Período 2	--	--	--	--	--	--	--	--
		Período 3	--	--	--	--	--	--	--	--
		Total Fam. 1	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 4 (Total Fam.2)	--	--	--	--	--	--	--	--	

continua

		N(usos)	$\bar{V}$ (L/uso)	Duração (s)	$\bar{Q}$ (L/s)	N (dias)	$\overline{FR}$ (usos/pessoa.dia)	$\overline{PC}$ (L/pessoa.dia)	P(%)
R1	Período 1	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 2	--	--	--	--	--	--	--	--
	Período 3	--	--	--	--	--	--	--	--
	Total	--	--	--	--	--	--	--	--
Máquina de lavar	Período 1	45	166,8 ± 105,3	1978 ± 1284	0,09 ± 0,02**	74	0,2 ± 0,3**	33,8 ± 55,4	27
	Período 2	23	130,6 ± 92,4	1333 ± 890**	0,10 ± 0,02	56	0,1 ± 0,2**	17,9 ± 33,4	22
	Período 3	28	115,8 ± 63,3	1300 ± 712**	0,09 ± 0,02	55	0,2 ± 0,3**	19,7 ± 36,6	25
	Total Fam. 1	96	143,3 ± 93,7	1626 ± 1097	0,09 ± 0,02	185	0,2 ± 0,3	24,8 ± 44,7	26
	Período 4 (Total Fam. 2)	--	--	--	--	--	--	--	--
	NBR 5626/1998	--	--	--	--	--	--	--	--
	São Paulo <sup>1</sup>	141	--	--	0,02 ± 0,04	14	3 ± 2	--	11
	Florianópolis <sup>2</sup>	--	--	--	--	--	--	--	25
	12 localidades (EUA e Canadá) <sup>4</sup>	26981	154,8 ± 46,2	--	--	28015	0,4 ± 0,2	62,2	22
	Gold Coast <sup>5</sup>	--	--	--	--	--	--	30,0	19
Indeterminado	Período 1	393	1,9 ± 1,2	42 ± 57	0,09 ± 0,05	114	3 ± 4	5,4 ± 8,2	5
	Período 2	152	1,7 ± 1,9	53 ± 68	0,06 ± 0,04	45	4 ± 8	4,5 ± 5,7	5
	Período 3	493	1,8 ± 3,9	46 ± 122	0,08 ± 0,15	152	3 ± 6	5,3 ± 13,3	5
	Total	1038	1,8 ± 2,9	46 ± 95	0,08 ± 0,11	311	3 ± 5	5,3 ± 10,7	5
	Período 1	146	3,7 ± 9,6	93 ± 200	0,11 ± 0,14	74	1 ± 1	3,4 ± 8,0	3
	Período 2	88	2,9 ± 2,0	128 ± 139	0,08 ± 0,09	56	1 ± 1	2,4 ± 3,3	3
	Período 3	15	2,2 ± 1,1	63 ± 41	0,07 ± 0,06	55	0 ± 0	0,2 ± 0,5	0
	Total Fam.1	249	3,3 ± 7,4	103 ± 175	0,1 ± 0,12	185	1 ± 1	2,2 ± 5,5	2
	Período 4 (Total Fam. 2)	135	8,2 ± 51,1	107 ± 437	0,16 ± 0,59	62	2 ± 1	15,0 ± 73,4	7

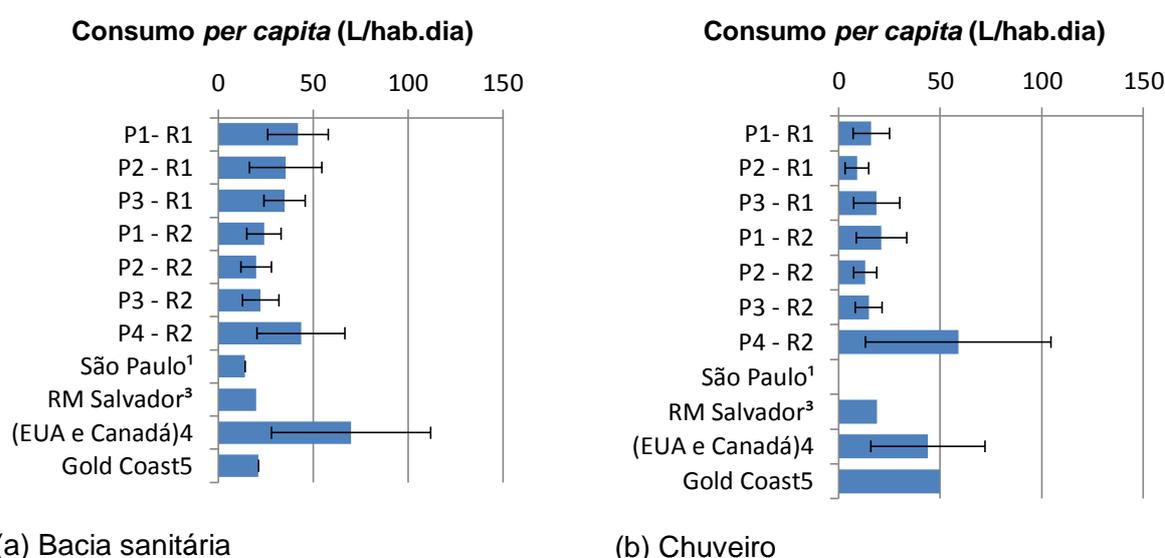
<sup>1</sup> Barreto e Medeiros (2008), <sup>2</sup> Vieira (2012), <sup>3</sup> Cohim *et al.* (2009), <sup>4</sup>Mayer e DeOereo (1999) e <sup>5</sup>Willis *et al.* (2009)). \* No cálculo foi desconsiderado o número de utilizações do lavatório de uma das residências do estudo de Barreto e Medeiros (2008) devido a ter ocorrido vazamentos deslocando a média para valores muito altos. \*\* Seguem a distribuição normal segundo o teste de Kolmogorov-Smirnov (95% de confiança).

Quanto aos trabalhos referenciados na Tabela 8, para os trabalhos de Barreto e Medeiros (2008) e Vieira (2012), foi necessário fazer cálculos baseados em informações dos próprios trabalhos para possibilitar comparações. Esses cálculos tiveram base nos valores médios e o desvio padrão das unidades estudadas. É importante salientar, que devido às diferenças nas metodologias de obtenção dos resultados das pesquisas citadas na Tabela 8, os resultados de comparação devem ser analisados levando-se em consideração esse possível fator de confundimento.

### 3.4.1. Comparações do consumo de água das duas residências com trabalhos revisados e norma brasileira

As informações da Tabela 8 mostram que, dentre os trabalhos revisados a maioria apresenta a utilização de bacia sanitária, chuveiro e máquina de lavar como os três aparelhos de maior demanda de água na residência. A Figura 34 compara dois desses principais aparelhos com alguns dos trabalhos revisados, segundo, o valor diário *per capita* consumido.

Figura 34 - Comparações do consumo de água *per capita* médio por dia em dois dos aparelhos sanitários responsáveis pelas maiores parcelas de consumo de água em residências



Fonte: a autora

<sup>1</sup> Barreto e Medeiros (2008), <sup>3</sup> Cohim *et al.* (2009), <sup>4</sup> Mayer e DeOereo (1999) e <sup>5</sup> Willis *et al.* (2009).

A Figura 34 (a) mostra o consumo diário *per capita* médio da bacia sanitária com a barra de desvio padrão (para os trabalhos que informaram o desvio) em diferentes

locais dentro e fora do Brasil. Verifica-se que os valores médios encontrados no presente trabalho para a residência 2, no segundo e terceiro períodos, são semelhantes aos valores encontrados no trabalho de Cohim *et al.* (2009), elaborado na região metropolitana de Salvador, e também ao trabalho realizado em Gold Coast na Austrália, feito por Willis *et al.* (2009).

O consumo através da bacia sanitária no trabalho feito em São Paulo, por Barreto e Medeiros (2008), foi o mais baixo, enquanto o de Mayer e DeOreo (1999) foi o maior. Isso pode estar associado ao número de residências amostradas. O primeiro estudou 7 residências enquanto o segundo estudou 1118 residências, então no segundo trabalho podem ter sido amostradas residências onde os moradores tem maior tempo de permanência em casa, e assim usam mais esse aparelho, mas também pode estar associado à aparelhos menos eficientes no segundo caso.

Quanto ao volume *per capita* de uso do chuveiro, conforme a Figura 34 (b), verifica-se que, embora esses estejam entre os equipamentos de maior participação no consumo de água total das duas residências estudadas, esses foram bem menores que os volumes consumidos nos EUA e Austrália. O que indica uma possível correlação entre a renda e o consumo de água para o banho. Essa análise está em conformidade com o resultado encontrado por Mayer e DeOreo (1999), que observaram que o uso interno mais variável com o aumento da taxa de conta de água (impacto na renda), foi o consumo através de chuveiros. O volume médio de consumo a cada uso de chuveiro conforme a Tabela 8, foi 6 vezes maior no trabalho feito nos EUA e Canadá do que os volumes encontrados neste trabalho.

Os valores encontrados para a região metropolitana de Salvador no trabalho de Cohim *et al.* (2009), estão em conformidade com os valores das residências pesquisadas nos três períodos da pesquisa. Apenas no quarto período, verifica-se que o consumo do chuveiro atingiu níveis muito maiores, devido a entrada dos novos moradores na residência 2. Essa questão será avaliada no tópico que discute os consumos de água por dispositivo hidráulico nas residências.

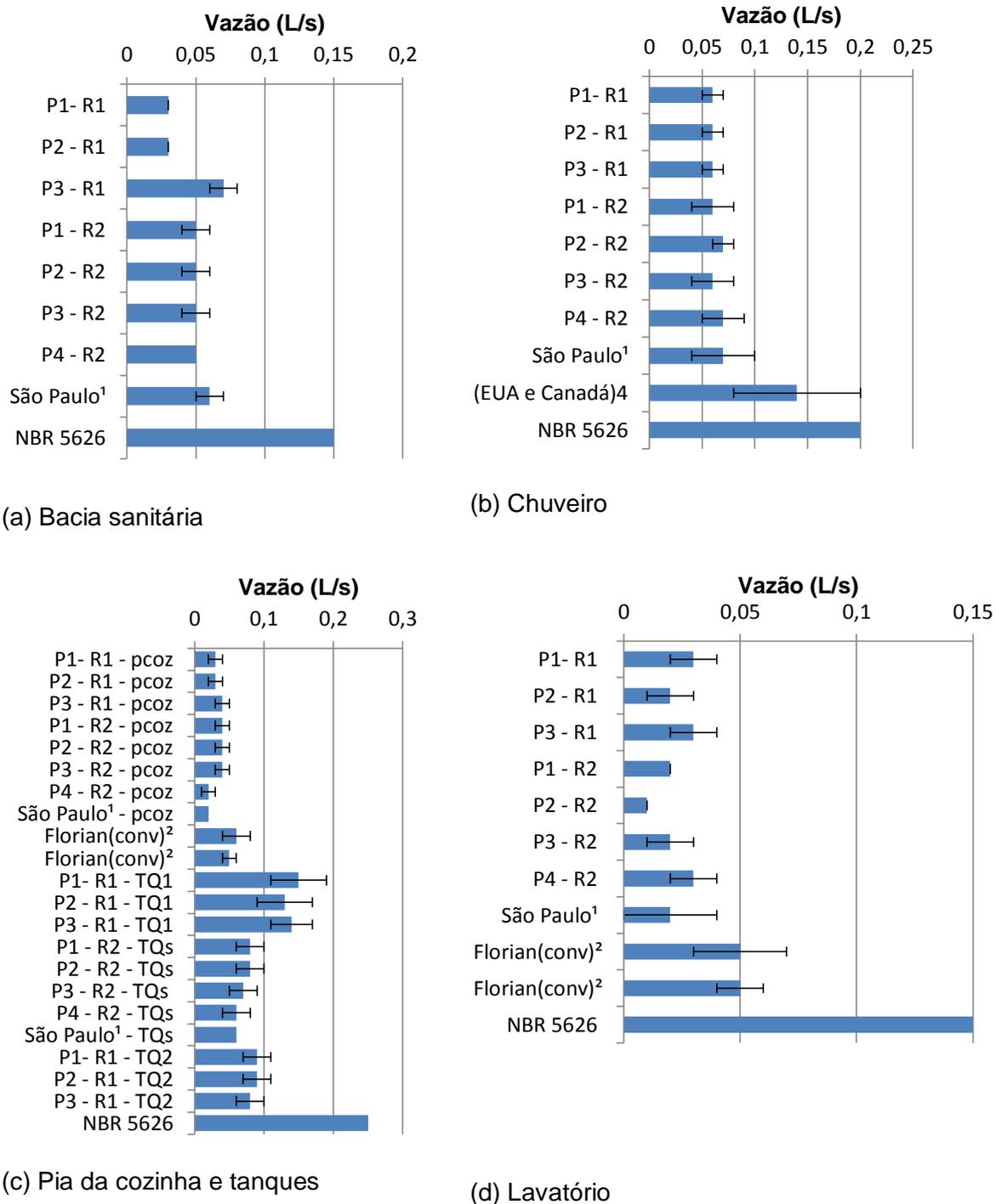
Outro consumo importante é o da lavagem de roupas. Os usos de tanque nos três primeiros períodos das duas residências tiveram valores próximos entre si, e próximos ao valor encontrado pelo trabalho realizado na região metropolitana de Salvador. Exceto no quarto período da residência 2, no qual os valores de consumo

destoaram. Isso pode estar associado ao comportamento dos novos moradores ou devido a grande dispersão dos dados observados nessa residência.

Os usos de máquina de lavar da residência 2, tiveram valores médios mais próximos do trabalho realizado na Austrália, por Willis *et al.* (2009), embora os desvios padrões tenham sido elevados. A média de valores encontrados no trabalho realizado por Mayer e DeOreo (1999) em localidades dos EUA e Canadá, foram o dobro dos valores médios observados nos dois trabalhos anteriores. Isso pode indicar que os dispositivos hidráulicos usado neste último são menos eficientes que nos primeiros.

A Tabela 8 traz informações sobre as vazões dos dispositivos hidráulicos instalados nas residências estudadas, comparando com os valores consultados em trabalhos anteriores e norma de parâmetro para dimensionamento das instalações prediais de água fria. Para melhor visualização em termos de comparação, foram elaborados os gráficos da Figura 35.

Figura 35- Comparações entre as vazões dos pontos de utilização de água das residências



<sup>1</sup>Barreto e Medeiros (2008), <sup>2</sup>Vieira (2012), <sup>3</sup>Cohim *et al.* (2009), <sup>4</sup>Mayer e DeOereo (1999) e <sup>5</sup>Willis *et al.* (2009).

Fonte: a autora

A Figura 35 (a) mostra a diferença entre a vazão real da bacia sanitária nos

diferentes trabalhos e o valor de projeto, preconizado pela norma técnica NBR 5626/1998. Observa-se que os valores da norma são cerca de 3 vezes maiores do que os valores de vazão observados nas residências estudadas. Verifica-se, também, que os valores encontrados pelo presente trabalho são semelhantes aos valores encontrados no trabalho realizado em São Paulo (BARRETO e MEDEIROS, 2008).

A Figura 35 (b) mostra que, para o chuveiro, as vazões de uso nas residências estudadas estão próximas entre si, similares aos valores encontrados no trabalho realizado na zona oeste de São Paulo, feito por Barreto e Medeiros (2008), e distintas do trabalho de Mayer e DeOreo (1999), realizado em localidades dos EUA e Canadá. O valor especificado como vazão máxima pela NBR 5626/18, que estabelece exigências e recomendações quanto ao projeto, execução e manutenção de instalações prediais de água fria, é de 0,20 L/s.

Observa-se que os valores de vazão encontrados no trabalho de Mayer e DeOreo (1999) atingem a vazão máxima estabelecida pela norma brasileira. Isso ocorre devido ao tipo de abastecimento de água adotado dos países em que se realizou o trabalho, o abastecimento direto, sem reservatórios. Assim, devido às maiores pressões na tubulação, as vazões atingem maiores valores.

As torneiras da cozinha e área de serviços, verificadas na Figura 35 (c) tem mesma vazão de projeto estabelecida pela NBR 5626 (1998) correspondente a 0,25 L/s, por isso ficaram na mesma figura. Observa-se o tanque da residência 1, identificado como aparelho sanitário de maior vazão da residência, não chega ao limite estabelecido pela norma. O lavatório foi alocado em gráfico separado, na Figura 35 (d), pois a vazão normalizada para esse é menor, de 0,15 L/s.

Foi observada, para todos os aparelhos sanitários avaliados, uma grande diferença entre a vazão real do equipamento e a vazão de projeto estabelecida pela norma. A vazão de projeto é o maior valor de vazão esperado para aquele ponto.

Sabe-se que para proceder ao dimensionamento de um trecho da tubulação predial, é preciso saber a vazão máxima de cada aparelho abastecido pelo trecho, as possibilidades de utilização simultânea dessas peças, a velocidade máxima do fluido a atravessá-lo, que não pode ultrapassar 3m/s, bem como o material da tubulação e a perda de carga correspondente. Deve ser observada também a pressão no

sistema, pois isso influencia na vazão.

Como a possibilidade de uso simultâneo em residências não é intensa, se comparado a, por exemplo, shoppings ou escolas, a norma recomenda, por razões de economia, uma demanda simultânea menor que a máxima possível e indica o método dos pesos relativos para estabelecer esse valor (NBR5626; 1998).

O motivo pelo qual as vazões encontradas, terem sido menores que as vazões preconizadas para dimensionamento, têm relação com o fato das vazões medidas serem médias de utilização, e durante o uso, normalmente o aparelho não é aberto na sua vazão máxima. O valor mais baixo também pode ter relação com perdas de carga na tubulação, com a idade da tubulação ou baixas pressões no sistema.

A partir das comparações feitas, observa-se que os valores da literatura foram compatíveis com os resultados encontrados no presente trabalho. Quanto à verificação da norma brasileira, levanta-se a hipótese de superdimensionamento, visto que as vazões observadas em um ano de usos nas residências estudadas foram de duas a três vezes menores que as vazões utilizadas pela norma. Em estudos posteriores, poderia ser avaliada a possibilidade do dimensionamento com base nos valores médios de uso ao invés dos valores máximos.

Nas próximas seções serão discutidas, primeiro para a residência 1, os resultados de consumo de água por equipamento hidráulico entre os períodos da pesquisa. Depois, o mesmo será discutido para a residência 2, para os períodos definidos para essa.

### **3.5. Residência 1 - Fatores intervenientes no consumo de água por aparelho sanitário**

#### ***3.5.1. Interferência das medidas de gestão da demanda***

As medidas de gestão da demanda adotadas foram:

- a) Incentivos aos moradores para consumir a água de forma mais sustentável a partir da segunda etapa da pesquisa.

Essa medida buscou influenciar diretamente o comportamento dos moradores, os resultados esperados são reduções principalmente nas durações de usos, principalmente para os aparelhos como chuveiros, torneiras internas e externas.

- b) Substituição de alguns aparelhos convencionais da residência por modelo economizador.

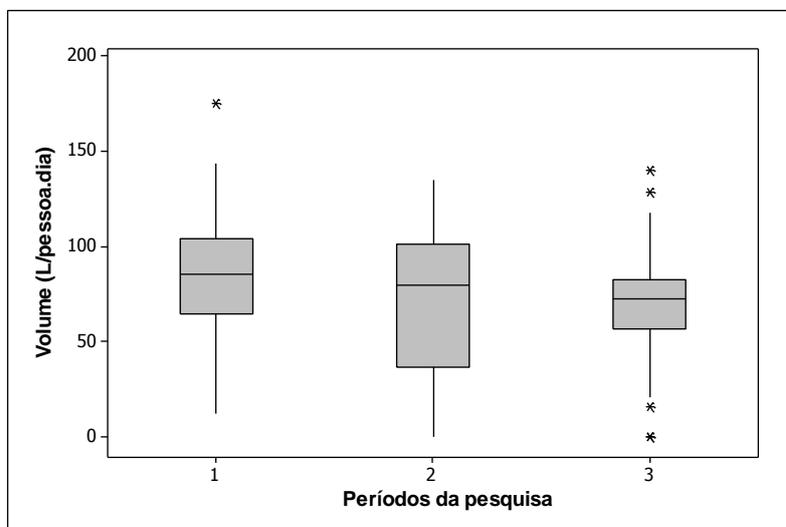
Da segunda para a terceira etapa, as reduções esperadas estavam principalmente nos volumes de uso, pois foram substituídos os aparelhos convencionais por modelo economizador. Os aparelhos os quais se esperavam reduções foram àqueles substituídos, no caso, bacia sanitária e torneiras do lavatório e pia da cozinha. O principal parâmetro a ser avaliado nesse caso, seria o volume de usos.

Os gráficos a seguir foram feitos para avaliar as reduções nos principais parâmetros que determinam o consumo de água por aparelho, são eles, durações de uso, frequências de usos, volumes por uso e consumo total per capita.

#### 3.5.1.1. Bacia sanitária

A Figura 36 mostra um gráfico elaborado para investigar as variações do consumo *per capita* de água utilizado na bacia sanitária entre os períodos da pesquisa.

Figura 36 - Consumos de água diários *per capita* realizados pelo uso da bacia sanitária nos diferentes períodos da pesquisa



Fonte: a autora

A Figura 36 mostra que houve uma leve tendência à redução de consumo do período 1 para o 2, mas o que chama mais atenção, é que no segundo período ocorreu uma maior variabilidade dos dados, visível pela maior amplitude interquartis. Isso pode ter relação com o esforço em utilizar menos água quando possível, o que deslocou os valores do primeiro quartil para baixo, e a continuidade de usos nos quais não seria possível a redução, permanecendo os valores da mediana e terceiro quartil em patamares similares aos da primeira etapa. Essa maior variabilidade também pode ter relação com a menor quantidade de dias monitorados nessa fase.

Do período 2 para o 3, em que a bacia convencional da família foi substituída por um modelo economizador, a Figura 36 mostra uma redução do consumo *per capita* através desse dispositivo hidráulico. Verifica-se que a redução nesse período foi mais consistente, pois além da redução numérica os dados passaram a variar em intervalos menores.

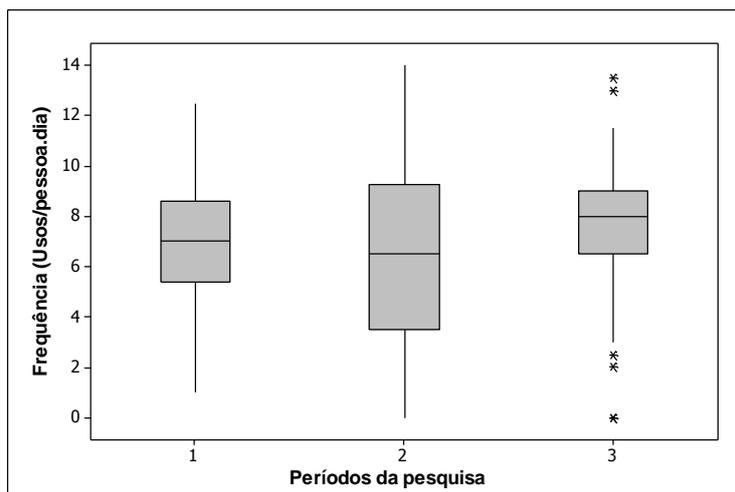
O valor atípico observado no período 1, ocorreu no dia (26/01/2011), nessa data houve muitos usos da bacia sanitária, o que causou os maiores volumes. Isso influenciou a média observada na Tabela 8. Então, nesse caso para melhor avaliar os consumos *per capita*, devem-se utilizar gráficos como o boxplot que possibilitam a verificação da dispersão dos dados.

Os valores atípicos observados no período 3 da Figura 36, tem relação com dias de domingo em que o consumo foi mais alto (18/09/2011 e 02/12/2011). E dias de consumo zerado ou muito baixo que foram: no dia da instalação dos equipamentos economizadores, 06/08/2011, e um feriado 15/11/2011, em que os moradores saíram de casa.

Como esse aparelho sanitário tem volumes e durações de usos (tempo de enchimento da caixa de descarga) praticamente iguais nos dois primeiros períodos, o que mais influencia, nesse caso, na variação do consumo é a frequência de uso.

Por isso, na Figura 37 foram construídos os mesmos tipos de gráfico para avaliar esse parâmetro.

Figura 37 - Distribuição das frequências de usos da bacia sanitárias entre os períodos da pesquisa, para a residência 1



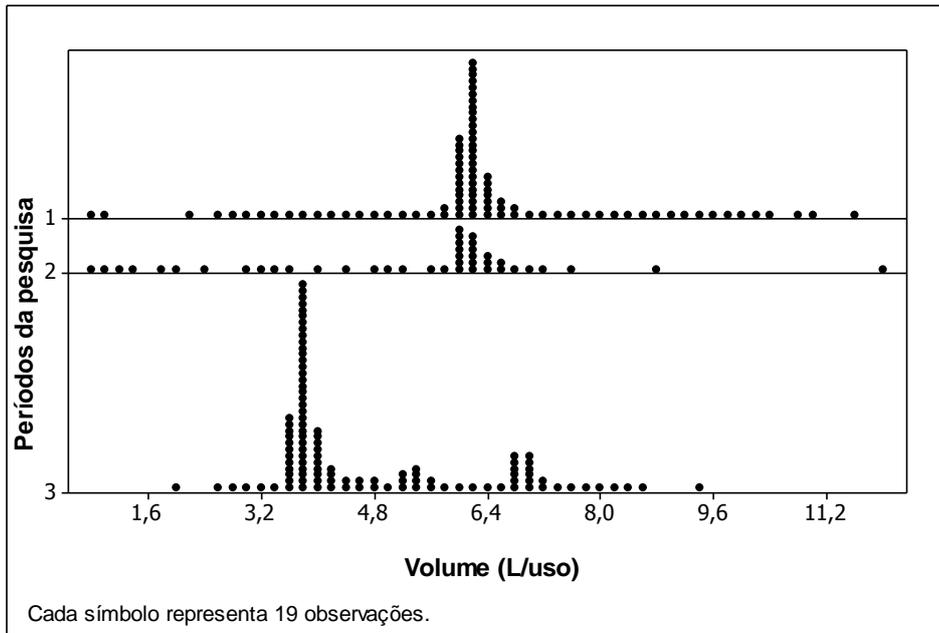
Fonte: a autora

O gráfico da frequência de uso *per capita*, retratado na Figura 37, mostra que esse parâmetro, teve o mesmo comportamento que o consumo *per capita* avaliado na Figura 36. Essa similaridade mostra que essas grandezas são diretamente proporcionais e de grande influencia mútua. Isso ocorreu, pois outros parâmetros que poderiam influenciar como durações de usos ou volumes de usos, foram pouco variáveis no caso desse aparelho nessa residência.

Quanto à vazão, observa-se na Tabela 8, que houve um aumento na vazão do enchimento da caixa de descarga, do período 2 para o 3, o valor passou de  $0,03 \pm 0,01$  L/s para  $0,07 \pm 0,01$  L/s. Foi discutido no item 7.2. “Definição dos perfis de vazão dos dispositivos hidráulicos”, os motivos desse aumento de vazão. A vazão maior apenas implica que a caixa de descarga passou a encher mais rápido, isso não influencia em aumentos ou diminuições do consumo de água.

Para avaliar as diferenças nos usos após a substituição dos aparelhos convencionais por modelo economizador foi construído o gráfico da Figura 38.

Figura 38 - Distribuição dos volumes de usos da bacia sanitária



Fonte: a autora

Conforme mostra o gráfico da Figura 38 os volumes típicos de utilização da bacia sanitária foram em torno de 6L/uso nos períodos 1 e 2. E no terceiro período, ocorrem duas concentrações de dados, uma em torno de 4L e outra em torno de 7L.

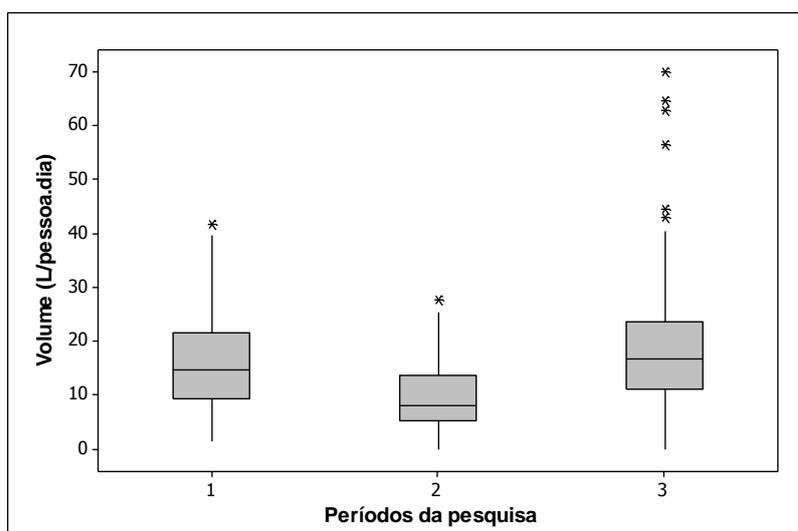
Então, o que deve ser analisado na Figura 38 são os pontos de concentração de dados. Isso mostra que a bacia comprada como sendo de acionamento *dual* de 3 e 6 litros na verdade é de 4 e 7 litros, aproximadamente. A maior concentração de dados nos menores volumes indica que os moradores entenderam o funcionamento de uso da bacia e utilizaram mais o menor volume, visto que em um dia, por exemplo, o ato de urinar é mais frequente que o ato de defecar, e o volume de água necessário para o afastamento da urina é menor.

Caso os moradores não tivessem entendido o princípio de funcionamento do aparelho sanitário ou não tivessem a atitude de manipulá-lo da forma correta o consumo de água poderia ter aumentado, visto que o volume máximo possível de armazenamento da caixa de descarga aumentou. A troca da bacia sanitária por modelo economizador nessa residência foi eficiente no sentido de reduzir o consumo através desse aparelho sanitário, mas esse resultado se deve ao empenho dos moradores em agir de forma a promover o consumo de água consciente.

### 3.5.1.2. Chuveiro

A Tabela 8 mostrou, com relação ao uso do chuveiro, tendência de redução tanto no valor médio como no desvio padrão, do período 1 para o 2 e tendência de aumento, do período 2 para o 3. Com base na Figura 39, é possível avaliar a distribuição dos dados de volume de água utilizados nesse aparelho sanitário nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 1. Ressalta-se que o chuveiro na residência 1 não possuía aquecimento.

Figura 39 - Volumes diários de água per capita utilizado para o uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 1



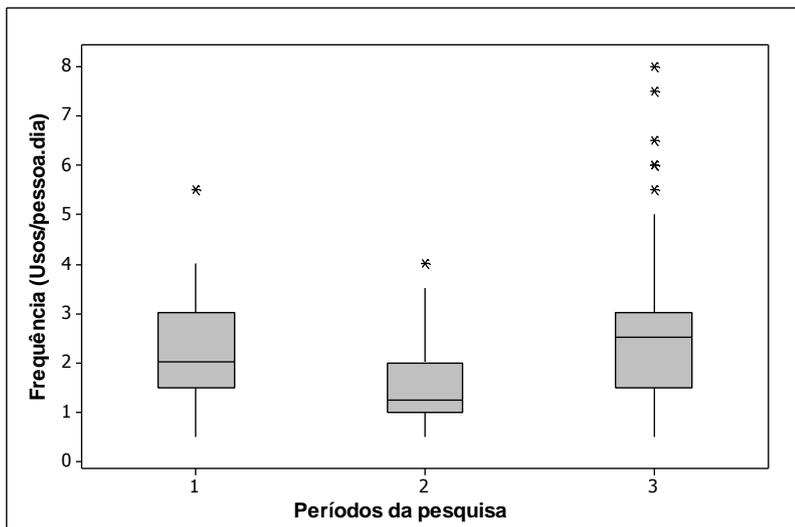
Fonte: a autora

Os resultados mostrados na Figura 39 confirmaram as tendências de reduções nos volumes *per capita* de uso do chuveiro do período 1 para o período 2 da pesquisa. Quanto ao terceiro período, verifica-se tendência de aumento do consumo, voltando aos patamares do primeiro período. A diferença é que nesse período verificou-se maior quantidade de dados atípicos. Esses dados são observados nos dias 06/08/2012, logo após a reforma no banheiro e no período de 12/1/2012, 13/1/2012, 14/1/2012 e 15/1/2012 que ocorreram nos dias da semana de quinta-feira a domingo. Recomenda-se que seja feito um controle maior de fatores de influencia como: permanência dos moradores na residência, presença de visitas, dias de lavagem de roupas, dias de faxina, dias com falta d'água, dias com usos incomuns da água, entre outros.

Os motivos que levaram a essas variações no consumo *per capita* através desse aparelho sanitário podem ser dois: variações nas durações do uso, banhos mais curtos, ou variações na frequência de usos, uma vez que as vazões do chuveiro se mantiveram constantes  $0,06 \pm 0,01$  L/s respectivamente (vide Tabela 8).

A Figura 40 fornece mais detalhes referentes a informações sobre a frequência de usos.

Figura 40 - Distribuição das frequências de uso per capita do chuveiro



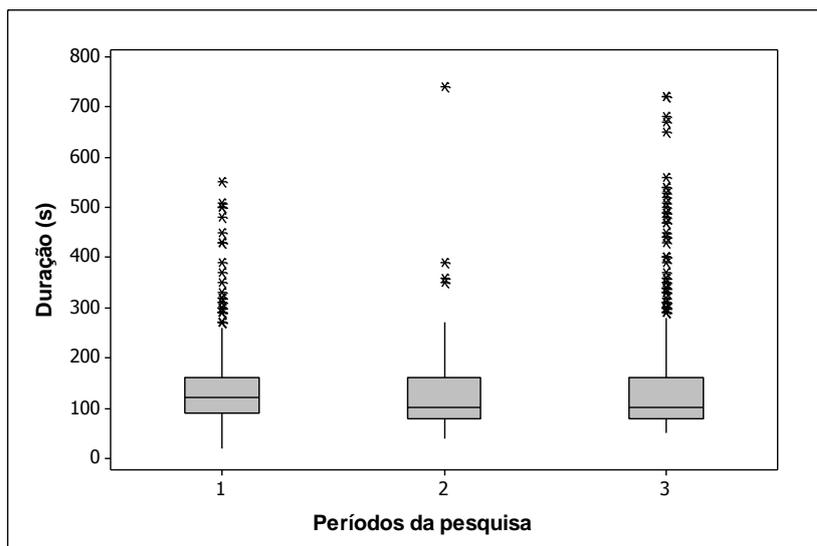
Fonte: a autora

Assim como aconteceu com a bacia sanitária, conforme análise da Figura 40, observa-se que o gráfico das frequências de uso tem o mesmo padrão de distribuições verificados no gráfico do consumo *per capita*. Isso mostra que essa variável reflete o consumo de água *per capita*. Sendo uma diretamente proporcional à outra. Esse gráfico sugere que reduções nas frequências de uso foram os principais responsáveis pela redução no consumo.

Esse resultado pode ter relação com fatores climáticos, por exemplo, ou devido à reforma no banheiro, que os moradores aproveitaram para fazer diante da substituição de alguns dos seus aparelhos sanitários, que proporcionou aumento do conforto ao utilizar esse cômodo e isso ter influenciado no aumento do número de banhos.

Para avaliar a influência das variações das durações de uso no consumo final foi elaborada a Figura 41.

Figura 41 - Diferença do tempo de uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 1



Fonte: a autora

As durações de uso não variaram consideravelmente ao longo dos períodos da pesquisa. Houve uma variação apenas no comportamento dos *outliers*, mas isso pode ter relação com o menor número de dias do segundo período em relação aos outros.

### 3.5.1.3. Lavatório e pia da cozinha

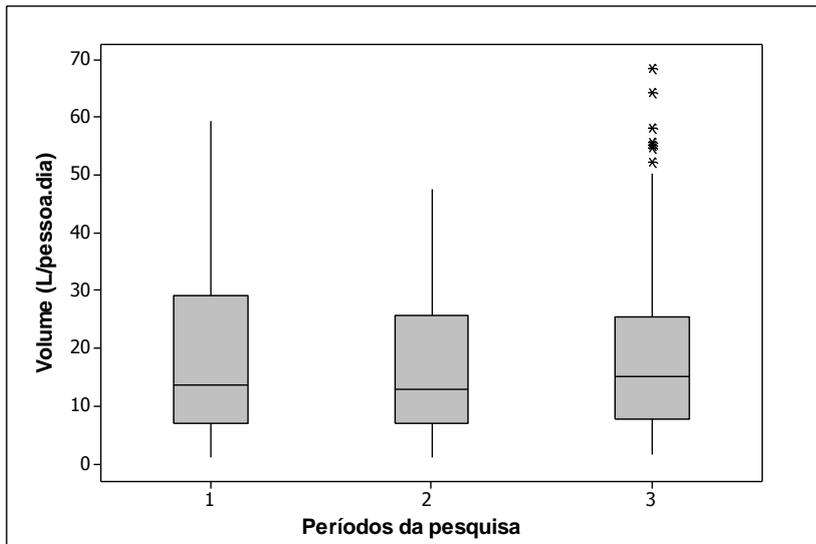
Esses dois usos foram colocados no mesmo tópico por terem sido equipamentos substituídos por modelo economizador e por serem equipamentos cujos perfis de vazão são muito semelhantes.

Os parâmetros de classificação que diferenciaram esses usos no *software* utilizado foram: a ordem estabelecida para classificação, a pia da cozinha ficou em posição acima do lavatório, e as durações de uso, as durações estabelecidas para a pia foram maiores do que para o lavatório, essa classificação teve base na análise dos consumos de água observados na semana de anotações dos moradores.

A semelhança entre os equipamentos a qual se refere o parágrafo anterior é confirmada na Tabela 8. O lavatório variou numa faixa de vazões de  $0,03 \pm 0,01$  L/s e a pia da cozinha entre  $0,04 \pm 0,01$  L/s. Assim, os resultados dos dois aparelhos sanitários foram colocados no mesmo banco de dados e os resultados obtidos tem

relação com esses dois usos juntos. A Figura 42 mostra como foi o consumo por meio dessas torneiras.

Figura 42 - Distribuição do consumo de água consumido por lavatórios e pia da cozinha



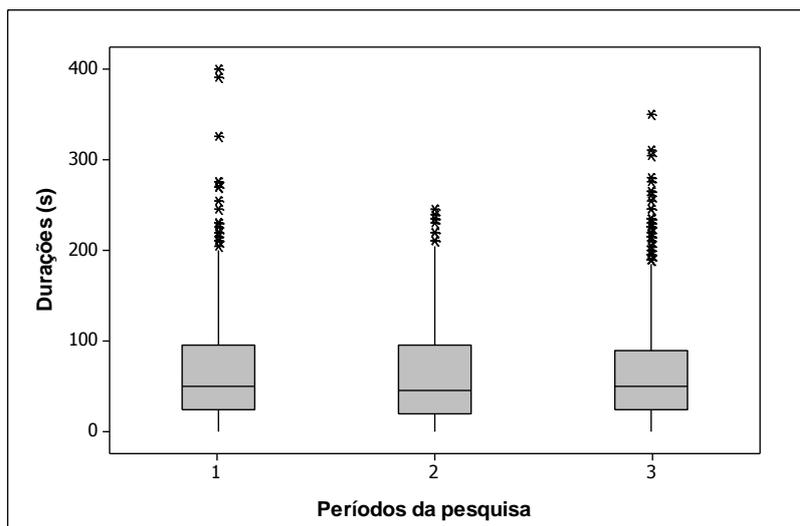
Fonte: a autora

A análise da Figura 42 mostra que o gráfico se manteve quase igual nos três períodos pesquisados. Houve uma leve tendência de redução na mediana observada, que apresentou 14L no período 1 para 12L no período 2. Houve também uma leve redução na amplitude interquartil, mas as variações foram muito pequenas para afirmar que essas mudanças foram em decorrência das medidas de gestão da demanda.

Do período 2 para o 3, verifica-se que houve manutenção do valor da mediana, estando em torno de 12L e mais uma leve redução na amplitude interquartis. Foram observados *outliers* no período 3, estes ocorreram no dia 17/09/2011, um dia de sábado, e também nos dias 12/1/2012, 13/1/2012, 14/1/2012 e 15/1/2012, mesmos dias em que foram observados *outliers* para o chuveiro. Logo, com relação ao consumo *per capita*, não foi observada diferenças significativas entre os períodos da pesquisa para os usos das torneiras da pia e lavatório.

Para melhor avaliar a influencia das medidas de gestão da demanda no comportamento do usuário foi elaborado o gráfico da Figura 43 que avalia as durações de cada uso.

Figura 43 - Distribuição das durações de usos de água utilizados na pia da cozinha e lavatório



Fonte: a autora

Verificou-se, na Figura 43, que as durações de usos medianas se mantiveram em intervalos semelhantes, mas houve, no segundo período uma tendência à redução dos valores extremos de duração dos usos.

Apesar de no segundo período, aparentemente, terem sido evitados usos mais longos desses dispositivos hidráulicos, nota-se que essa redução nas durações dos usos foi discreta a ponto de não reduzir significativamente o consumo de água *per capita* final no período 2. Assim, verifica-se que aparentemente não houve alterações nos usos desses dispositivos hidráulicos a partir das medidas adotadas entre os períodos da pesquisa.

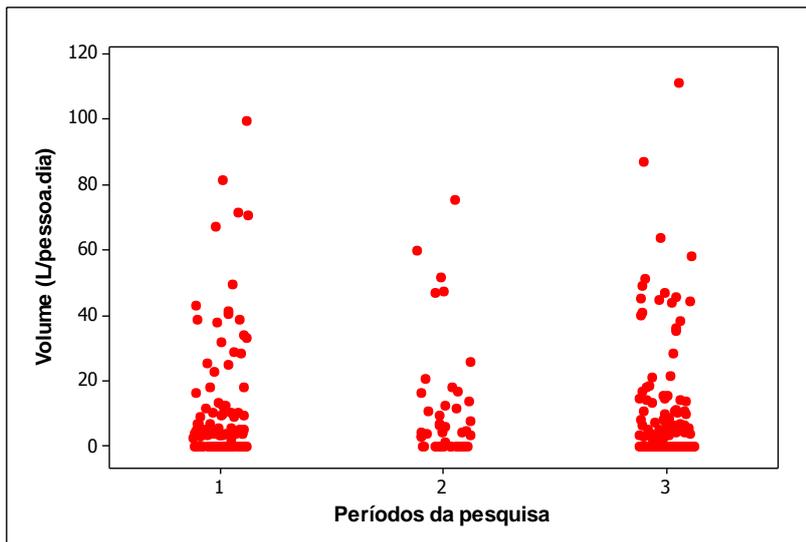
#### 3.5.1.4. Tanque 1

Os tanques da área de serviço foram analisados separadamente nessa residência, devido a cada um desses dois aparelhos sanitários terem vazões de utilização características.

Segundo os valores apresentados na Tabela 8, o consumo foi o mesmo do primeiro para o segundo período e houve leve redução do segundo para o terceiro. A Tabela 8, ainda mostra que o tanque 1 é o que possui maior vazão entre todos os dispositivos hidráulicos da residência 1.

O tanque 1 é utilizado com uma mangueira acoplada com objetivo principal de encher o tanquinho de lavar roupas, uma vez que essa residência não possui máquina automática para esse fim. Para avaliar as variações de consumo de água através do tanque 1, nos períodos da pesquisa, foram construídos os gráficos das Figuras 44, 45 e 46.

Figura 44 - Consumo de água *per capita* através do uso do tanque 1

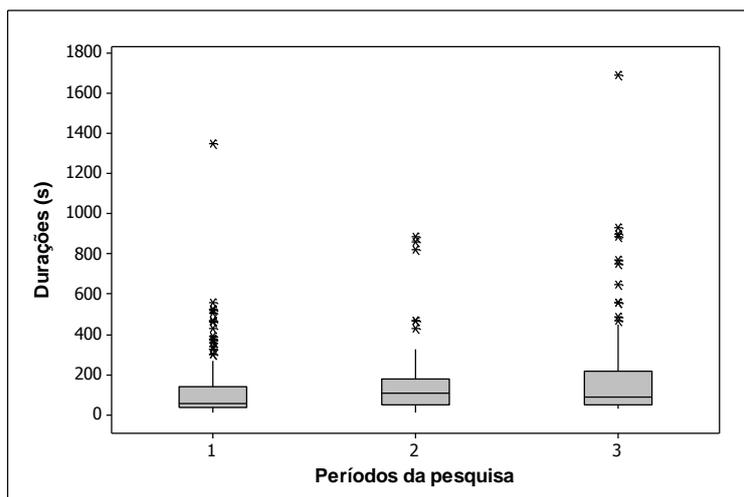


Fonte: a autora

Como, nessa residência, os tanques são aparelhos que não são utilizados todos os dias, o número de consumos zerados é o maior, assim foi escolhido o tipo de gráfico da Figura 44, que mostra os valores individualmente. Observa-se que os perfis de utilização foram parecidos no primeiro e terceiro períodos e no segundo período aparentemente a concentração de dados ocorre em valores menores.

A Figura 45 foi elaborada para verificar as variações das durações de usos.

Figura 45 - Distribuição das durações (de cada uso) do tanque 1

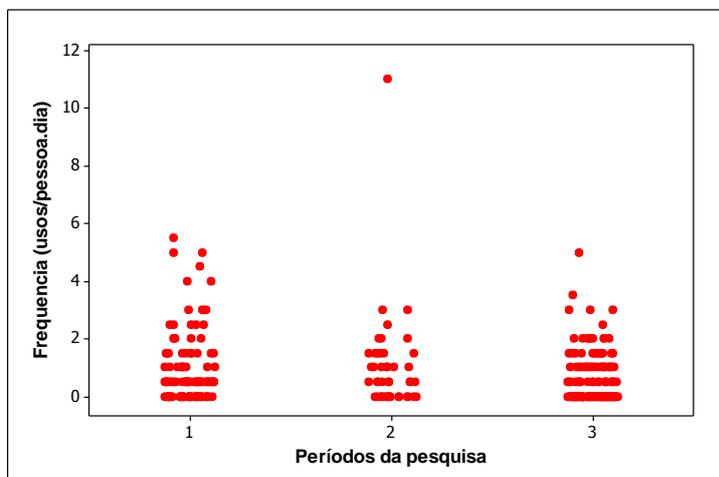


Fonte: a autora

As durações de usos do tanque 1, indicados na Figura 45, são calculadas apenas quando há uso, então não há a necessidade de utilizar o mesmo tipo de gráfico da figura anterior.

A análise da Figura 45, mostra que em todos os períodos ocorreram *outliers*, esses, podem ser interpretados como sendo usos mais demorados da torneira do tanque 1. No primeiro período as durações de usos dos dispositivos hidráulicos foram menores que nos períodos posteriores, apesar disso, o consumo não foi o menor.

A Figura 46 avaliou as variações nas frequências de usos do tanque 1.

Figura 46 - Distribuições das frequências de usos *per capita* do tanque 1

Fonte: a autora

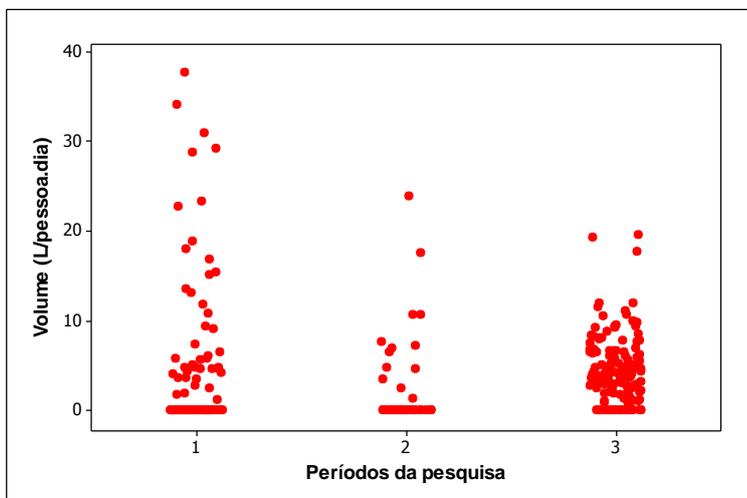
A Figura 46 mostra que as frequências de uso estiveram no mesmo patamar nas três etapas da pesquisa. Com alguns pontos mais altos no primeiro período. Quanto ao segundo e terceiro períodos, verifica-se que houve tendência à redução de frequência desses usos mais altos e leve aumento nas durações de uso, conforme a Figura 45.

Isso mostra um método de tentativa de redução do consumo de água adotado pela família. Foi confirmado pela moradora, que como tentativa de redução do consumo, ela passou a acumular mais roupas para lavar em tempos maiores (durações maiores) e reduzir a frequência das lavagens. Verifica-se que esse método adotado pela família não resultou em significativas reduções no consumo de água através deste dispositivo hidráulico.

#### 3.5.1.5. Tanque 2

O tanque 2 possui vazões menores. É menos utilizado que o primeiro e serve para auxiliar nas lavagens de roupas, calçados, e outros. Para avaliar o consumo de água através desse aparelho sanitário foram elaboradas os gráficos da Figura 47, Figura 48 e Figura 49.

Figura 47 - Distribuições dos consumos *per capita* de água através do tanque 2



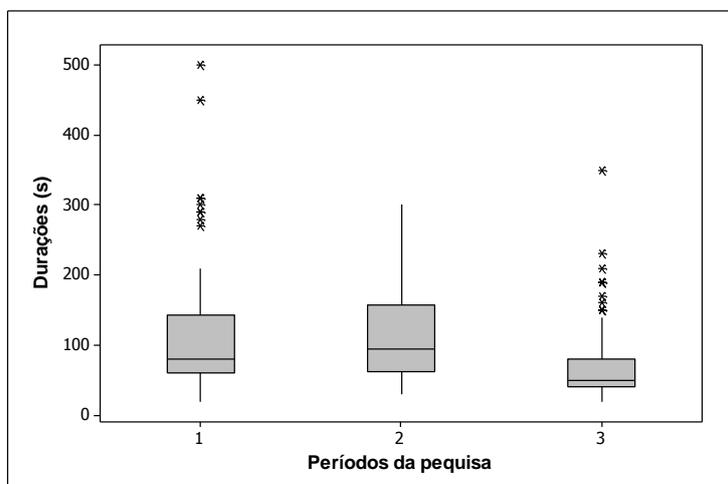
Fonte: a autora

A Figura 47 mostra que ao comparar o período 1 com os períodos 2 e 3, verifica-se que houve uma leve tendência à redução dos valores mais elevados de consumo diário *per capita*. Esses aparelhos não foram substituídos por modelo economizador

então a leve redução verificada, pode ser decorrente de uso mais cuidadoso dos moradores depois dos incentivos ao uso racional.

A Figura 48 mostra as variações nas durações de uso entre os períodos.

Figura 48 - Distribuição das durações de cada utilização do tanque 2 nos diferentes períodos

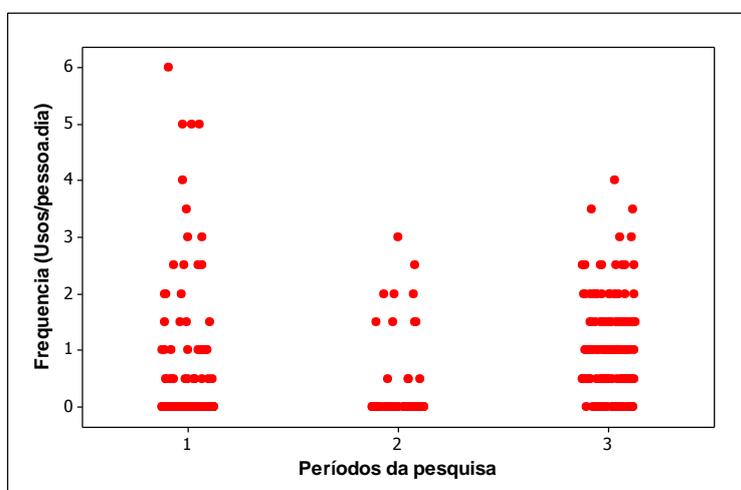


Fonte: a autora

As durações medianas de uso, segundo dados da Figura 48, tiveram uma tendência de aumento do primeiro para o segundo período da pesquisa e de redução do segundo para o terceiro.

A Figura 49 mostra como foi a influência da frequência de utilização do tanque.

Figura 49 - Distribuições das frequências de usos *per capita* do tanque 2



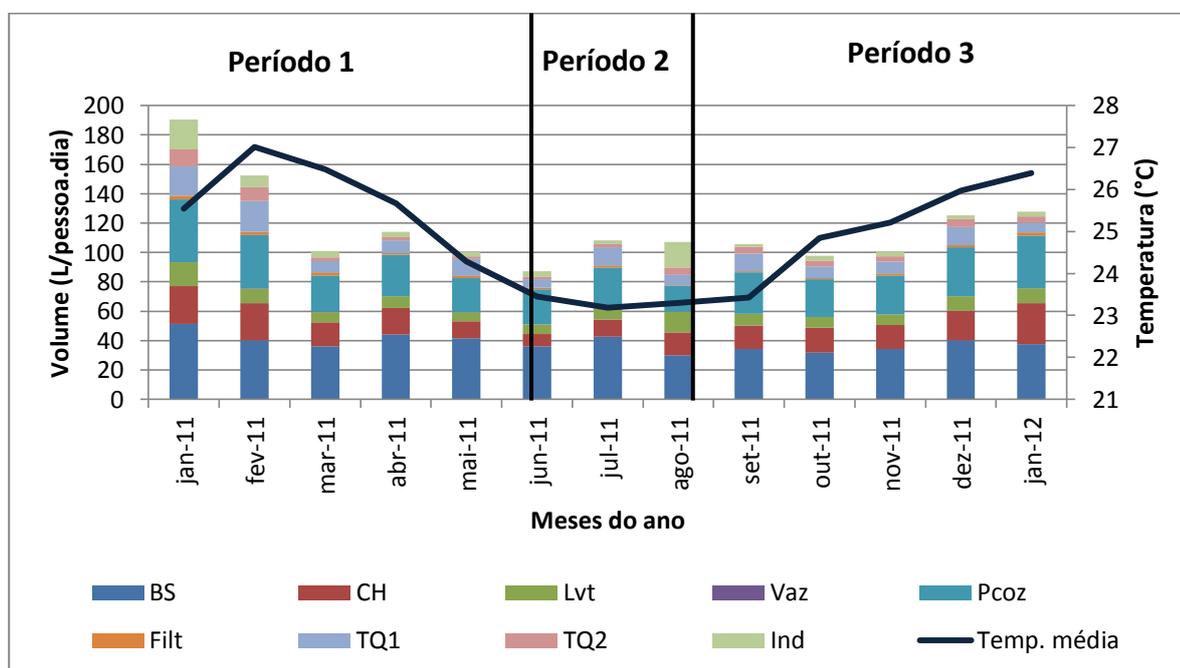
Fonte: a autora

Ao fazer uma comparação entre a Figura 49 e a Figura 47, verifica-se que a frequência de usos tem mesma distribuição do consumo de água *per capita* através do tanque 2, isso mostra que as durações do uso não foram significativas para determinar o consumo de água total, mas sim as frequências de uso.

### 3.5.2. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes meses do ano

A Figura 50 mostra as médias de consumo *per capita* de todos os dispositivos da residência 1, o eixo da esquerda corresponde a essa informação. A linha horizontal corresponde à temperatura média em cada mês estudado, valor calculado com base no banco de dados do INMET, o eixo da direita corresponde às variações de temperatura.

Figura 50 - Resultado do consumo de água por equipamentos na residência 1, médias mensais (Janeiro de 2011 a Janeiro de 2012)



Fonte: a autora

BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados

Conforme a análise da Figura 50 observa-se que o uso de bacia sanitária representa o principal consumo na residência, seguida da pia da cozinha e do chuveiro.

Verifica-se, que a faixa vermelha, correspondente ao consumo *per capita* pelo chuveiro, apresenta reduções durante o segundo período da pesquisa, essas reduções coincidem com os meses que apresentaram menores temperaturas. Essas correlações serão mais bem avaliadas em tópicos posteriores.

A Tabela 9 mostra um resumo com as médias mostradas no gráfico e as informações do desvio padrão e coeficiente de variação do consumo *per capita* dos dispositivos hidráulicos por mês monitorado.

Tabela 9 - Informações sobre o consumo de água *per capita* nos dias de cada mês monitorado para a Residência 1

	Jan. 2011	Fev. 2011	Mar. 2011	Abr. 2011	Mai. 2011	Jun. 2011	Jul. 2011	Ago. 2011	Set. 2011	Out. 2011	Nov. 2011	Dez. 2011	Jan. 2012
Nº de dias	12	12	16	28	29	25	30	29	25	31	30	20	20
BS média	51	40	36	44	42	36	43	30	34	32	34	40	38
BS $\delta$ pad	18	11	19	17	11	19	16	16	13	8	8	11	11
BS CV(%)	36	28	53	39	26	52	37	53	39	24	24	27	30
CH média	26	26	16	18	12	8	11	16	16	17	16	20	28
CH $\delta$ pad	9	9	6	8	6	4	6	11	10	9	8	10	18
CH CV(%)	37	37	39	43	52	50	51	72	60	50	47	48	66
Lvt média	16	10	7	8	6	6	8	14	8	7	7	10	10
Lvt $\delta$ pad	10	6	3	3	2	3	4	4	3	2	3	4	3
Lvt CV(%)	59	60	40	37	35	45	46	31	35	31	38	38	32
Vaz média	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaz $\delta$ pad	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaz CV(%)	*	346	400	*	539	*	*	*	*	*	*	*	*
Pcoz média	43	37	25	28	23	24	28	18	28	26	27	34	36
Pcoz $\delta$ pad	15	14	12	10	7	10	12	6	12	10	9	12	15
Pcoz CV(%)	36	39	47	35	29	44	42	32	42	38	34	37	41
Filt média	3	2	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	2
Filt $\delta$ pad	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filt CV(%)	60	45	49	83	47	76	81	156	82	81	55	77	67
TQ1 média	20	21	8	9	12	6	13	7	12	8	8	12	7
TQ1 $\delta$ pad	28	27	17	14	17	16	17	14	24	14	15	23	11
TQ1 CV(%)	142	126	222	165	150	258	134	212	202	181	189	189	163
TQ2 média	12	9	3	2	2	2	2	5	5	4	4	5	4
TQ2 $\delta$ pad	10	12	9	5	6	4	4	6	4	3	3	5	3
TQ2 CV(%)	83	124	343	215	327	234	207	107	92	77	78	89	77
IND média	20	8	4	4	3	4	3	17	2	3	3	3	3
IND $\delta$ pad	16	9	3	2	2	6	3	27	2	3	5	2	3
IND CV (%)	79	114	70	66	84	177	94	154	103	97	134	76	95
Total média	190	152	101	114	100	87	108	107	106	98	101	125	128
Total $\delta$ pad	72	63	41	38	37	41	38	42	44	33	32	37	44
Total CV(%)	19	21	20	17	18	23	17	20	21	17	16	15	17

(BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados, T. – Total,  $\delta$ pad – Desvio padrão) em L/pessoa.dia e CV – coeficiente de variação em porcentagem.

A análise da Tabela 9 permite a avaliação mais detalhada das tendências observadas na Figura 50. Por exemplo, os consumos do uso de bacia sanitária, tiveram um pico no mês de Janeiro de 2011, ficando em torno de 51L/pessoa.dia. Nos meses seguintes esse valor se estabilizou entre 33 e 44L/pessoa.dia. No mesmo mês da troca de aparelhos sanitários por modelo economizador, agosto, houve uma redução nas faixas de consumo, ficando estas em torno de 30 a 34L/pessoa.dia. Esses valores indicam que a medida de substituição desse aparelho por modelo economizador, nessa residência, contribuiu para uma redução no consumo final.

Em dezembro e janeiro de 2012 houve um novo aumento, esse aumento aparentemente é cíclico, visto que no mesmo período do ano de 2011 ocorreram consumos altos desse aparelho sanitário. Esses aumentos podem ser atribuídos ao período de férias escolares dos netos dos donos da casa, o aumento do consumo pode ser devido ao aumento da frequência destes na residência.

Para uso de chuveiro, os resultados da Tabela 9 indicam três faixas de consumo ao longo do ano. Nos dois primeiros meses, verificam-se os maiores consumos *per capita*, que se repetiram no último mês de monitoramento. O consumo de água pelo chuveiro variou entre faixas entre 25 e 28L/pessoa.dia. Esses valores podem ter relação com as maiores temperaturas desses meses, que implicam em maior número de banhos.

A segunda faixa teve consumos entre 16 e 20L/pessoa.dia e ocorreram nos meses de março, abril e de agosto a dezembro, foi a faixa de consumo que mais se repetiu entre os meses da pesquisa. A terceira faixa de consumo ocorreu nos meses de maio a julho, que engloba o período de início do processo de incentivo aos moradores em utilizar a água de forma racional e também os meses mais frios. Verificou-se que este foi o período de menores usos, que variaram entre 8 a 12L/pessoa.dia.

Verifica-se que a retomada da segunda faixa de consumos de água pelo uso do chuveiro coincide com as instalações dos aparelhos sanitários economizadores na residência, esse acréscimo pode ter ocorrido pelo aumento do conforto de uso do cômodo, devido à reforma feita pela família, aproveitando a substituição de alguns aparelhos.

O mês de maior coeficiente de variação do chuveiro foi o de agosto, o mesmo da bacia, isso pode ter relação com os dias que o banheiro ficou sem uso devido à reforma. Houve grande aumento no mês de janeiro de 2012 que pode ter relação com o período de férias escolares dos netos dos moradores.

Os tanques são os aparelhos sanitários que apresentam maiores coeficientes de variação isso ocorre devido ao seu uso não ser frequente, sendo que na maior parte dos dias o consumo de água é zero e quando ocorre um uso o consumo é elevado, elevando assim o consumo e as medidas de dispersão indicadas pelo desvio padrão e coeficiente de variação.

Observa-se um maior número de usos indeterminados no mês de Janeiro, o que pode ter relação com mais usos provocados pela maior temperatura desse período, ou devido a maior frequência dos netos na casa ocasionando mais ocorrências de usos simultâneos, esses fatores dificultaram a classificação dos usos com o método adotado. No mês de agosto também se observou grande quantidade de usos indeterminados, podem ter ocorrido por conta da substituição dos aparelhos sanitários e obra na casa para reforma do banheiro. Assim, em alguns dias, usos atípicos não foram categorizados.

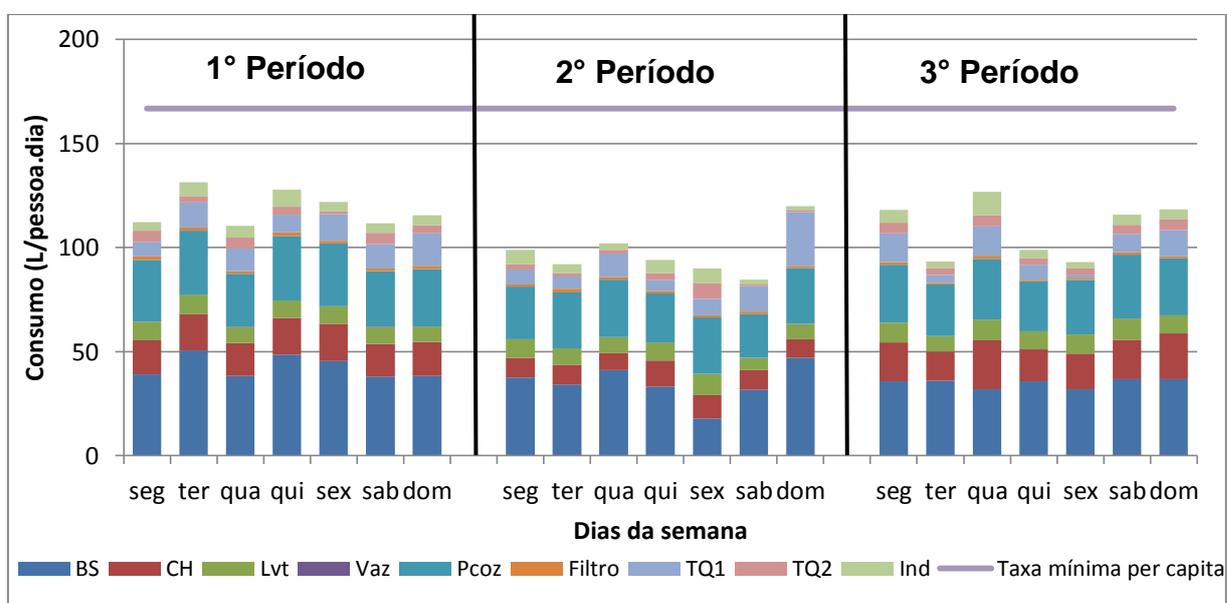
Verifica-se com a análise da Figura 50 que, com exceção do mês de janeiro de 2011, o consumo de água da residência, ficou abaixo do valor *per capita* mínimo para a cobrança da taxa de água pela EMBASA, que para uma residência com duas pessoas é de aproximadamente 166,7L/pessoa.dia. A análise da Tabela 9 mostra que durante a maior parte do tempo no período pesquisado a residência manteve o consumo de água abaixo do valor base de projeto de 120 L/pessoa.dia, estabelecido pela norma técnica da SABESP, para áreas de baixa renda (NTS 181, 2012).

Assim, os resultados sugerem que os principais fatores de influência no consumo observados pela análise do consumo em escala mensal podem ser: a temperatura, as medidas de gestão da demanda, bem como a obra feita na residência e a presença de visitas no período das férias escolares.

### 3.5.3. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes dias da semana

As mesmas ferramentas de análise utilizadas no tópico anterior foram utilizadas neste tópico. Na Figura 51 são apresentados os consumos de água *per capita* por dia da semana e por aparelho sanitário. Com base nesses dados foi avaliado o consumo de água considerado mínimo pela concessionária local de serviços de água e esgoto. Na Tabela 10 são apresentadas as estatísticas descritivas do consumo de água per capita nas residências considerando os três períodos da pesquisa.

Figura 51 - Consumo desagregado por pontos de utilização monitorados em cada fase, para cada dia da semana.



Fonte: a autora

Os valores de consumo de água per capita verificados na Figura 51 estão abaixo do valor estabelecido para o pagamento da taxa mínima. Além disso, os consumos nos diferentes dias da semana foram diferentes entre os períodos da pesquisa. No primeiro período, a terça-feira correspondeu ao dia com maior consumo de água, enquanto que, nos períodos seguintes, o domingo foi o dia de maior consumo.

Tabela 10 - Informações sobre o consumo de água per capita nos diferentes dias da semana entre os períodos da pesquisa

Períodos	Domingo			Segunda			Terça			Quarta			Quinta			Sexta			Sábado		
	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3	P1	P2	P3
N	17	7	23	17	7	22	18	7	22	17	6	20	13	5	21	14	6	21	18	7	22
$\overline{BS}$	38	47	37	39	38	36	50	34	36	46	33	36	44	18	32	38	32	37	38	41	33
BS $\delta$ pad	18	19	14	12	17	8	13	20	12	18	21	9	14	17	10	14	21	11	18	22	8
BS CV	47	41	39	31	45	23	26	58	33	39	62	25	33	93	32	35	67	30	48	52	24
$\overline{CH}$	16	9	22	16	9	19	18	10	14	17	12	15	17	11	17	15	9	19	16	8	22
CH $\delta$ pad	11	5	14	9	6	6	7	5	8	8	8	6	11	10	15	11	4	10	9	5	12
CH CV	66	50	65	52	65	31	38	50	55	46	64	41	63	85	87	68	46	53	59	60	56
$\overline{Lvt}$	8	7	9	9	9	9	9	8	7	8	9	9	8	10	9	8	6	10	8	8	9
Lvt $\delta$ pad	4	4	4	4	5	4	8	3	3	5	5	4	4	6	4	6	4	4	6	3	3
Lvt CV	47	58	47	47	60	38	85	42	41	56	61	48	57	58	40	67	64	39	74	41	36
$\overline{Vaz}$	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Vaz $\delta$ pad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	1	0	0
Vaz CV	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	374	*	*	315	*	*
$\overline{Pcoz}$	28	27	27	30	25	28	30	27	25	29	24	24	29	27	26	26	21	31	25	28	30
Pcoz $\delta$ pad	12	9	13	11	11	9	11	7	10	13	11	9	11	17	13	11	15	12	17	14	15
Pcoz CV	44	35	47	37	42	32	36	27	42	45	46	38	39	61	49	43	71	40	67	52	52
$\overline{Filtro}$	1	1	1	2	1	1	2	2	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
F $\delta$ pad	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Filtro CV	67	74	79	79	75	118	51	90	94	65	65	98	69	77	101	72	93	65	101	86	87
$\overline{TQ1}$	16	26	13	7	7	14	11	6	4	8	5	7	12	8	2	12	12	9	11	11	15
TQ1 $\delta$ pad	27	31	21	17	17	20	16	7	10	11	5	15	21	9	3	22	23	13	17	8	26
TQ1 CV	170	121	166	240	242	142	136	117	274	126	104	212	178	117	197	192	191	149	150	72	182
$\overline{TQ2}$	4	1	5	5	3	5	3	2	3	4	3	3	2	7	3	5	1	4	5	2	5
TQ2 $\delta$ pad	10	2	5	11	3	4	5	4	3	6	7	3	2	10	2	7	2	3	10	4	5
TQ2 CV	269	265	86	213	134	70	165	265	91	138	210	92	122	136	73	139	245	72	191	233	94
$\overline{IND}$	5	2	5	4	7	6	6	4	3	8	6	4	4	7	3	5	2	5	6	3	5
IND $\delta$ pad	7	2	5	6	9	13	7	5	3	14	9	5	6	7	5	5	1	5	9	3	8
IND CV	157	102	122	154	132	215	112	111	103	178	138	113	143	89	145	113	51	102	155	100	155
Total	115	120	118	112	99	118	129	92	93	122	94	99	116	90	93	112	85	116	110	102	121
T. $\delta$ pad	70	52	52	44	35	32	43	22	31	51	40	24	45	39	36	53	55	33	69	50	42
T. CV	61	44	44	39	36	27	33	24	34	42	43	24	39	43	38	47	64	28	62	49	35

(BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados, T. – Total,  $\delta$ pad – Desvio padrão) em L/pessoa.dia e CV – coeficiente de variação em porcentagem.

Para avaliar o que causou a os maiores consumos de água nos dias da semana em cada período foram feitas considerações com base na Tabela 10.

Quanto ao dia da semana de maior consumo do primeiro período, a terça feira, verificou-se que o aparelho de maior consumo foi a bacia sanitária, seguido de pia da cozinha, chuveiro e tanque 1.

O dia da semana de maior consumo de água dos períodos 2 e 3 foi o domingo. Nesse dia, foi verificado que o uso do tanque se destaca, sendo o aparelho sanitário responsável pelo alto consumo.

No período 2, os aparelhos de maior consumo foram em ordem decrescente, bacia sanitária, pia da cozinha e tanque 1. No terceiro período foram, também em ordem decrescente, bacia sanitária, pia da cozinha e chuveiro.

Comparados os valores de coeficiente de variação do domingo com os outros observados na Tabela 10, verifica-se que os valores são altos, isso pode ser explicado, pois a dispersão dos dados no final de semana é maior do que nos outros dias, visto que nesses dias é mais provável que os moradores ou saiam ou recebam visitas em sua residência, aumentando o intervalo de valores possíveis para o consumo de água.

Os dias da semana com os menores consumos de água *per capita*, abaixo da média de consumo da residência 1, 111L/pessoa.dia, ocorreram com maior frequência nos períodos 2 e 3. Nesses dias foram observados menores volumes consumidos através da bacia sanitária, chuveiros e tanques.

#### **3.5.4. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nas diferentes horas do dia**

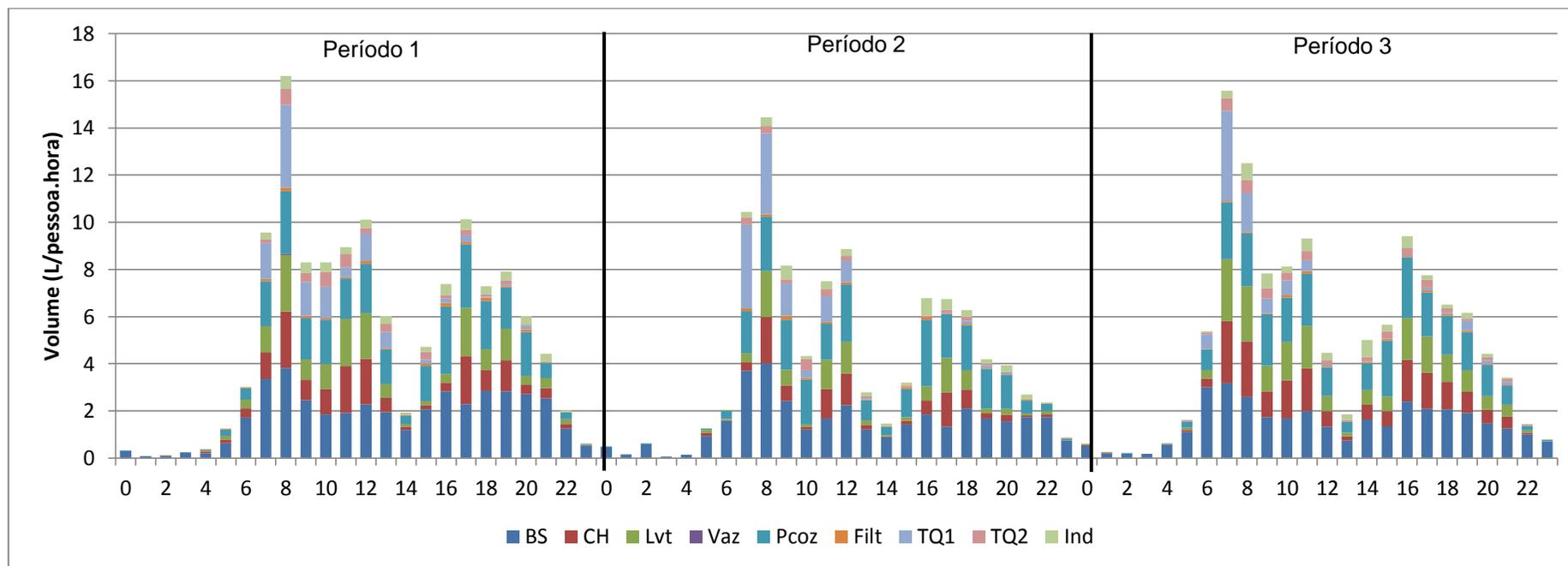
O tipo de investigação feita, para o estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nas diferentes horas do dia, foi semelhante ao utilizado nos tópicos anteriores. Na Figura 52, são apresentados os consumos de água *per capita*, por hora do dia, por aparelho sanitário e por período da pesquisa.

A Figura 52, mostra que para os três períodos de estudo, as curvas de consumo de água foram similares entre as horas do dia, nas quais ocorre um decréscimo no

volume de utilização dos equipamentos, das 22h até 5h. A partir desse horário, o consumo volta a crescer até um pico de máximo às 8h. Depois decresce atingindo um pico de mínimo às 14h e recomeça a aumentar até às 17h, quando volta a apresentar o mesmo comportamento inicial. Como não foram observadas grandes variações entre os períodos da pesquisa, a Tabela 11 das estatísticas descritivas do valor médio do consumo horário não foi dividida entre os períodos estudados.

A Figura 52 mostra que os horários de maior atividade dessa residência com relação ao uso de água, incluem o horário comercial. Das 8h às 14hs e depois das 16 às 18hs. Isso é decorrente de um dos moradores da residência se dedicar exclusivamente aos afazeres domésticos. Apenas um dos moradores trabalha fora e em dias alternados.

Figura 52 - Consumo médio *per capita* por hora de água dividido entre os períodos da pesquisa para a residência 1



Fonte: a autora

Tabela 11 - Estatísticas descritivas sobre o consumo *per capita* de água nas diferentes horas do dia da residência 1

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	9h	10h	11h	12h	13h	14h	15h	16h	17h	18h	19h	20h	21h	22h	23h
N	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311	311
$\bar{x}^1$	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,9	2,3	3,3	3,3	2,1	1,7	1,9	1,8	1,3	1,4	1,6	2,5	2,0	2,4	2,2	1,9	1,8	1,2	0,7
$\delta^1$	1,1	0,6	0,8	0,7	1,0	1,7	2,6	3,0	2,8	2,4	2,1	2,1	2,3	1,9	1,9	1,9	2,5	2,4	2,5	2,4	2,2	2,1	2,0	1,2
CV <sup>1</sup>	256	411	381	379	258	188	111	90	88	115	126	109	126	150	141	119	99	119	104	106	116	117	171	187
$\bar{x}^2$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	1,7	2,3	0,9	1,2	1,8	1,2	0,3	0,4	0,4	1,1	1,7	1,0	1,0	0,5	0,4	0,1	0
$\delta^2$	0,2	0,3	0,0	0,0	0,4	0,7	1,0	3,0	3,3	1,9	2,8	3,1	2,5	1,2	1,1	1,4	2,1	2,2	2,4	2,3	1,3	1,5	0,7	0,2
CV <sup>2</sup>	1015	1764	*	*	1063	559	318	170	145	206	237	175	202	351	313	353	190	129	235	238	290	365	532	1764
$\bar{x}^3$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,5	0,2	0,3	0,5	0,7	0,9	0,5	0,5	0,5	0,2	0,1	0
$\delta^3$	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,3	0,4	0,7	0,8	0,7	0,7	0,8	0,6	0,5	0,5	0,6	0,7	1,2	0,6	0,6	0,6	0,3	0,4	0,1
CV <sup>3</sup>	730	943	906	820	775	540	180	111	101	101	119	139	127	204	190	121	97	134	119	130	122	139	283	377
$\bar{x}^4$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
$\delta^4$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
CV <sup>4</sup>	1764	*	1764	1764	1764	1764	1764	1764	1764	1764	*	1764	1764	*	1764	1764	*	*	1764	*	1764	*	1764	*
$\bar{x}^5$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,6	2,1	2,4	2	1,9	1,9	1,7	0,9	0,7	1,9	2,7	2,2	1,8	1,7	1,5	0,7	0,2	0
$\delta^5$	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,7	1	2,2	2,3	2,1	2,1	1,8	1,8	1,5	1,3	2	2,1	2,1	1,8	1,6	1,6	1	0,6	0,2
CV <sup>5</sup>	966	1764	1176	1764	806	308	159	101	95	103	113	95	105	169	181	105	79	99	99	94	105	146	249	419
$\bar{x}^6$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
$\delta^6$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
CV <sup>6</sup>	*	*	1764	*	*	861	540	253	220	273	247	262	267	458	375	262	225	244	259	257	274	357	722	1091
$\bar{x}^7$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	2,9	2,6	1	0,9	0,5	0,6	0,3	0	0,1	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0	0
$\delta^7$	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,1	3,6	9,9	7,6	4,4	6,8	3,5	2,5	1	0,3	0,6	0,7	1,4	0,5	2,6	0,8	1,2	0,2	0
CV <sup>7</sup>	*	*	1764	*	*	1764	1185	337	295	430	799	673	418	400	1245	878	931	859	836	1139	608	1764	1764	*
$\bar{x}^8$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,6	0,4	0,5	0,4	0,2	0,2	0,1	0,3	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0
$\delta^8$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,3	1,2	1,7	1,4	2,2	2,1	1	0,9	0,5	1,2	0,8	1,2	0,8	0,6	0,4	0,4	0,2	0
CV <sup>8</sup>	*	*	*	*	*	1321	827	336	300	345	494	472	458	510	566	431	429	444	518	467	506	596	925	*
$\bar{x}^9$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,6	0,5	0,3	0,4	0,3	0,3	0,4	0,2	0,5	0,3	0,2	0,3	0,3	0,2	0	0
$\delta^9$	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	1,3	1,8	2,0	0,8	0,9	0,7	1,7	5,8	0,8	1,7	0,9	0,7	0,9	0,7	1	0,3	0,1
CV <sup>9</sup>	1764	*	*	*	*	1276	810	437	313	365	260	206	232	664	1455	331	326	279	306	314	279	540	731	919
$\bar{x}^{10}$	0,5	0,2	0,2	0,2	0,4	1,4	3,9	11,6	12,6	7,8	7	7,7	6,5	3,4	3,3	5	7,9	7,6	6,3	6,1	4,9	3,5	1,8	0,8
$\delta^{10}$	1,1	0,7	0,9	0,7	1,1	2,7	5,7	12,9	11,7	7,7	10	7,2	6,4	4,9	7	4,2	5,2	5,4	4,8	5,6	4,1	3,8	3	1,4
CV <sup>10</sup>	239	403	372	386	254	201	145	112	93	98	148	93	98	144	215	84	65	70	77	91	83	108	167	179

Onde:  $\bar{x}$  é o valor médio em (L/pessoa.dia),  $\delta$  é o desvio padrão (L/pessoa.dia) e CV é o coeficiente de variação em %. O símbolo <sup>1</sup> representa a bacia sanitária, <sup>2</sup> representa o chuveiro, <sup>3</sup> lavatório, <sup>4</sup> vazamento, <sup>5</sup> pia da cozinha, <sup>6</sup> filtro, <sup>7</sup> tanque 1, <sup>8</sup> tanque 2, <sup>9</sup> indeterminado e <sup>10</sup> total.

Os maiores consumos de água ocorrem entre 7h e 8h da manhã e nesses horários os dispositivos hidráulicos mais utilizados são bacia sanitária, tanque 1 e chuveiro, nessa ordem. Para essa residência a ordem dos três equipamentos com maior participação no consumo de água são, respectivamente, bacia sanitária, chuveiro e torneiras (pia da cozinha e lavatório), assim a verificação do tanque 1 assumindo a segunda posição na participação dos usos nesse horário indica que esse é o horário habitual de uso desse equipamento.

As horas do dia com menores consumos de água, de 0h às 5h, apresentam os maiores valores de coeficientes de variação. Isso ocorre devido à divisão de um valor próximo ao zero, o consumo médio de água nesses horários, por um valor elevado, correspondente ao alto desvio padrão nesses horários devido aos poucos usos. Esse mesmo raciocínio se aplica em aparelhos sanitários utilizados poucas vezes, o filtro e os tanques foram os aparelhos com maiores valores de coeficiente de variação devido a sua utilização em períodos espaçados.

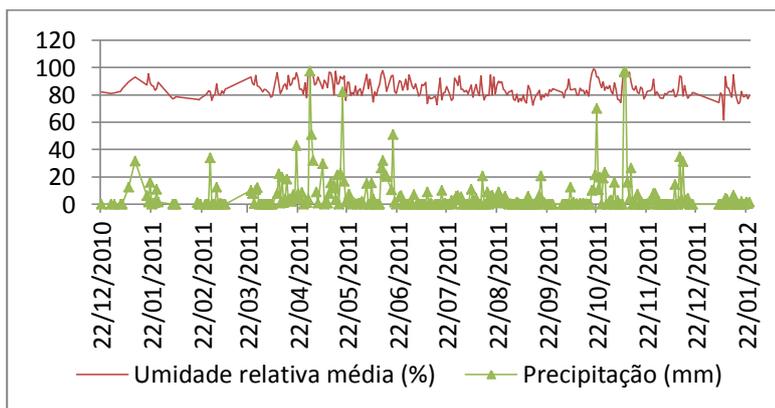
Os picos de consumo coincidem com os horários onde ocorrem menores coeficientes de variação. A explicação para essa verificação pode ser dada por estes serem os horários em que ambos os moradores estão presentes na residência, assim ocorrem mais usos e usos similares com relação a suas durações e vazões de uso.

As principais verificações a partir do estudo dos fatores de influência no consumo de água entre os diferentes horários do dia tem relação com a confirmação do alto grau de permanência dos moradores na residência, visto que existem consumos em horário comercial e não comercial. E o horário habitual de utilização dos tanques entre 7 e 8 horas da manhã. Além da verificação dos padrões de consumo de água da família, que não sofreram alterações entre os períodos da pesquisa.

### **3.5.5. Interferência de fatores climáticos no consumo de água**

Entre os meses do ano monitorados na pesquisa, observou-se, conforme mostra a Figura 53, as variações da precipitação pluviométrica (acumulado diário) e umidade relativa. As variações de temperatura foram mostradas na Figura 53.

Figura 53 - Variáveis climáticas em Salvador no período da pesquisa



Fonte: a autora

A Tabela 12 e a Figura 54 foram elaboradas, a partir da técnica de estatística multivariada de PCA, para mostrar o grau de associação entre os dados de umidade relativa média, os dados de precipitação acumulados e os dados de temperatura, com o consumo de água resultante do uso de cada equipamento da residência, inclusive os usos indeterminados. Os vazamentos não entraram na análise por não terem sido significativos nessa residência. Foram calculadas as médias diárias, nos 311 dias monitorados da residência 1, para cada variável.

Tabela 12 – Componentes principais calculadas para análise de relações entre o consumo de água por aparelhos sanitários e dados climáticos.

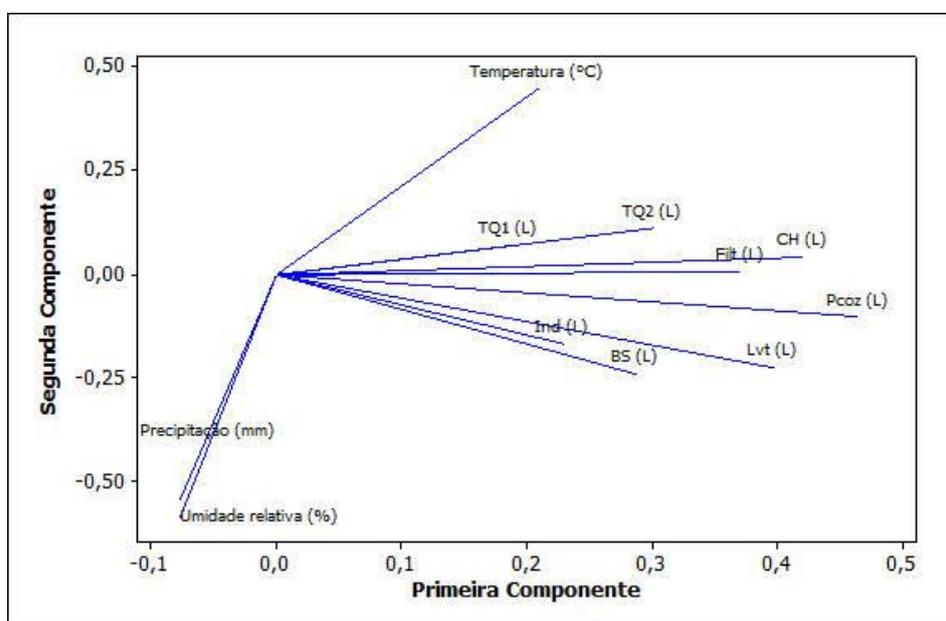
Dispositivos hidráulicos	PC <sub>1</sub>	PC <sub>2</sub>	PC <sub>3</sub>	PC <sub>4</sub>	PC <sub>5</sub>
BS - consumo (L/dia)	0,287	-0,24	0,41	0,028	0,545
CH- consumo (L/dia)	0,42	0,041	0,035	-0,101	-0,184
Lvt - consumo (L/dia)	0,397	-0,226	-0,317	-0,171	0,223
Pcoz - consumo (L/dia)	0,464	-0,104	0,226	-0,106	0,088
Filt –consumo (L/dia)	0,37	0,005	0,238	-0,189	-0,309
TQ1 - consumo (L/dia)	0,185	0,069	0,049	0,837	0,121
TQ2 - consumo (L/dia)	0,301	0,11	-0,325	0,406	-0,209
Ind – consumo (L/dia)	0,229	-0,166	-0,637	-0,117	-0,071
Temperatura média (°C)	0,209	0,447	0,259	-0,048	-0,441
Umidade rel média	-0,076	-0,585	0,061	0,096	-0,314
Precipitação acumulada	-0,077	-0,541	0,196	0,152	-0,4
Autovalor	3,1053	1,7284	1,2907	1,0494	0,9122
Variância explicada (%)	28%	16%	12%	10%	8%
Variância exp. acum (%)	28%	44%	56%	65%	74%

A eq. (11) mostra a título de exemplificação, como é feito o cálculo da primeira componente principal:

$$PC1 = 0,287(BS) + 0,420(CH) + 0,397(Lvt) + 0,464(Pcoz) + 0,370(Filt) + 0,185(TQ1) + 0,301(TQ2) + 0,229(Ind) + 0,209(\bar{T}) - 0,076(\overline{UR}) - 0,077(\overline{Precpt.}) \quad (11)$$

A Tabela 12 traz informações das 5 primeiras componentes escolhidas de acordo com o critério de Kaiser, que considera mais significativos os autovalores com valores maiores que 1, critério também utilizado no trabalho de Lima *et al.* (2010). De acordo com a Tabela 12, as duas primeiras componentes principais representam 44% das variâncias totais acumuladas e seus *loadings* podem ser visualizados na Figura 54.

Figura 54 - Gráfico dos *loadings* das duas primeiras componentes principais obtidas pelos dados de consumo de água por aparelho sanitário da residência 1 e as variáveis meteorológicas.



Fonte: a autora

Com a análise da Figura 54, verifica-se que a precipitação e umidade relativa são bem correlacionadas e aparentemente têm relação inversa com a temperatura, pois tais variáveis encontram-se quase em extremos opostos do gráfico. A relação entre essas variáveis com vazamentos não parece ter significado físico. Com relação aos usos de água, verifica-se que a precipitação e umidade relativa aparentemente não influenciam no uso de nenhum dos aparelhos verificados, por estarem formando, aproximadamente, um ângulo de 90° entre si. A temperatura, por outro lado,

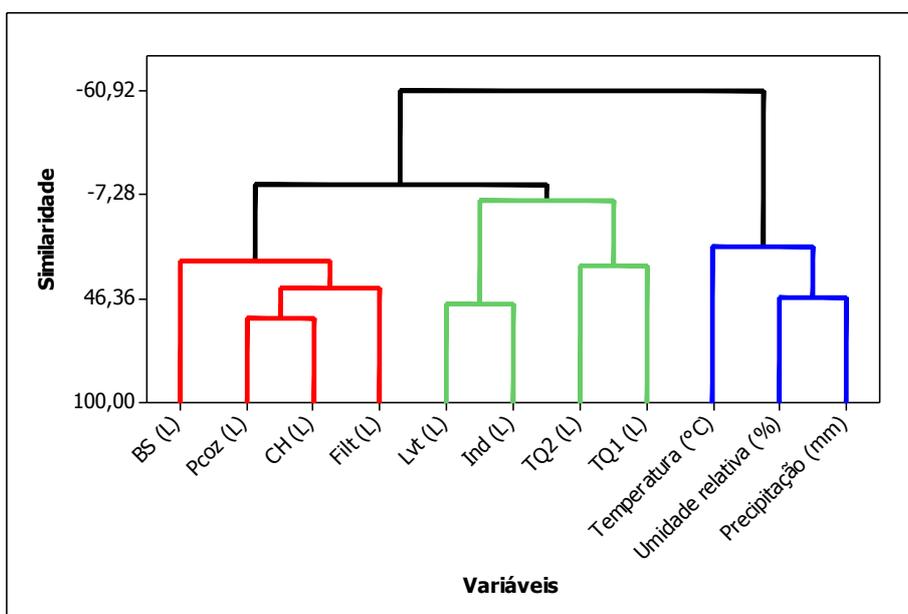
apresentou uma proximidade maior com os usos dos tanques da área de serviço.

Verificou-se, uma associação entre os usos dos tanques, o que é coerente, visto que no momento do uso de um tanque, quase sempre para lavagem de roupas, os dois aparelhos podem ser utilizados, sendo o primeiro, por exemplo, para encher o tanquinho, e o segundo para lavar peças que precisam ser lavadas separadamente.

Os usos indeterminados ficaram mais próximos dos usos de bacia sanitária e lavatórios. A associação com a bacia sanitária pode estar associada com os usos simultâneos, comuns para esse aparelho, muitas vezes não sendo possível identificar qual seria esse uso associado. Com relação aos usos de lavatórios, pode estar associado a usos de baixos volumes nos quais não poderia se discernir se o mesmo se tratava de lavatório ou pia da cozinha, sendo, portanto admitido como indeterminado. O agrupamento de filtro e chuveiro não parece ter significado físico.

Como foram verificadas apenas as duas primeiras componentes principais na Figura 54, outra técnica de estatística multivariada foi utilizada para confirmar as informações encontradas com a primeira técnica. A Figura 55 mostra o gráfico de dendograma onde é possível avaliar o grau de associação entre as variáveis.

Figura 55 - Similaridade entre os consumos de água por aparelhos sanitários residenciais e dados climáticos



Fonte: a autora

Conforme a análise da Figura 55 verifica-se a existência de alguns agrupamentos que concordam com os obtidos pelo método de componentes principais. Houve agrupamento das variáveis climáticas, o que mostra o grau de similaridade entre essas variáveis e a associação dos usos indeterminados com usos de lavatórios. Os tanques também ficaram associados em mesmo grupo.

A relação dos usos de lavatórios e usos indeterminados está associada ao tipo de tratamento de dados, onde usos com baixos volumes, os quais poderiam ser confundidos entre pia da cozinha ou lavatório, foram admitidos como indeterminados. A pia da cozinha, chuveiro e bacia sanitária, três dos equipamentos de maior participação no consumo de água, ficaram juntos no mesmo grupo.

Quanto à influência das variáveis climáticas nos usos de água relacionados a algum dos aparelhos da residência, foi observado que os usos mais próximos são os do tanque, mas mesmo assim, esses estão em grupo diferente do grupo das variáveis climáticas. Dessa forma, não foram encontradas evidências da influência dos fatores climáticos em nenhum dos usos da residência 1.

### **3.6. Residência 2 - Fatores intervenientes no consumo de água por aparelho sanitário**

Essa seção objetiva fazer o estudo dos padrões de consumo na residência 2. Serão feitas comparações entre os perfis de consumo das duas famílias que habitaram essa residência. Para tanto, serão analisadas as 4 etapas da pesquisa.

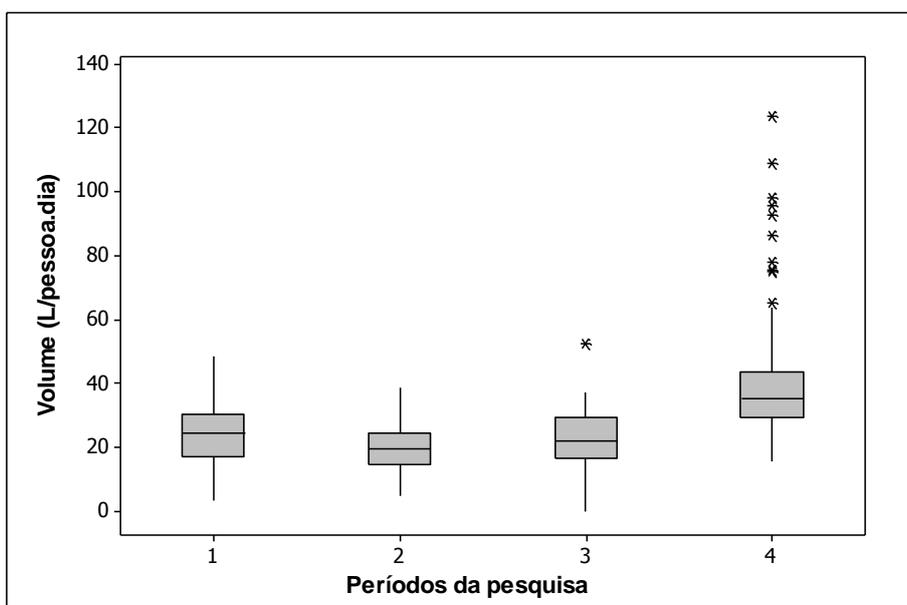
#### **3.6.1. Interferência das medidas de gestão da demanda**

##### **3.6.1.1. Bacias Sanitárias**

Na residência 2, existiam duas bacias sanitárias, uma de caixa acoplada dentro da parede, com válvula, que permitia a dosagem da força aplicada e conseqüentemente os volumes de água necessário a cada uso, e outra com caixa suspensa que não permitia a regulagem de volumes. Assim, foi substituída apenas a segunda descarga a qual se poderia reduzir o consumo de água.

Durante os períodos da pesquisa, segundo a Tabela 8, verificou-se que o consumo *per capita* de água referente ao uso de bacia sanitária reduziu muito pouco, em termos de número, do primeiro para o segundo período, no terceiro período após a substituição dos aparelhos sanitários o consumo aumentou numericamente, mas não de forma expressiva, e por fim com a mudança de família na residência, no quarto período, o consumo dobrou. A seguir, na Figura 56, foram estudadas as variações desse consumo em cada período para melhor avaliar tendências de redução ou aumento no consumo de água.

Figura 56 - Consumo *per capita* diário na bacia sanitária nas 4 etapas da pesquisa delimitadas para a residência 2



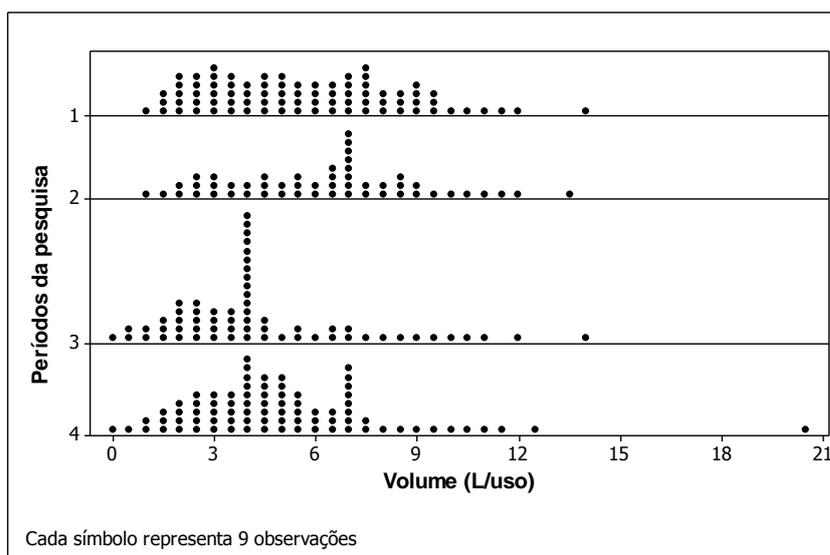
Fonte: a autora

A Figura 56 mostra o consumo per capita na bacia sanitária durante os períodos da pesquisa. Os volumes observados nos três primeiros períodos são muito semelhantes. No período 4, com a nova família habitando essa casa, houve um nítido aumento no volume de usos desse aparelho, além disso, houve aumento de dados espúrios. Esses valores aberrantes tem relação com o mau funcionamento da boia desse aparelho que por vezes, não vedava a passagem de água, gerando grandes desperdícios.

Quanto às vazões de enchimento das bacias, observa-se na Tabela 8, que não houve diferenças para essa variável em nenhum dos períodos da pesquisa. Isso pode ser explicado pelo fato de que existiam duas bacias sanitárias na residência.

Em uma delas, o volume de água consumido assemelhava-se ao volume consumido por uma bacia economizadora, então quando a bacia economizadora foi instalada de fato, não se tinha o controle sobre qual vazão correspondia ao novo equipamento e qual vazão correspondia ao antigo, sendo que por esse motivo, tirando uma média das vazões não foi possível identificar diferenças entre os períodos. Portanto foi construído o gráfico da Figura 57 para avaliar as dispersões dos consumos de águas gerados através desse uso.

Figura 57 - Distribuição da frequência dos volumes de usos da bacia sanitária da residência 2



Fonte: a autora

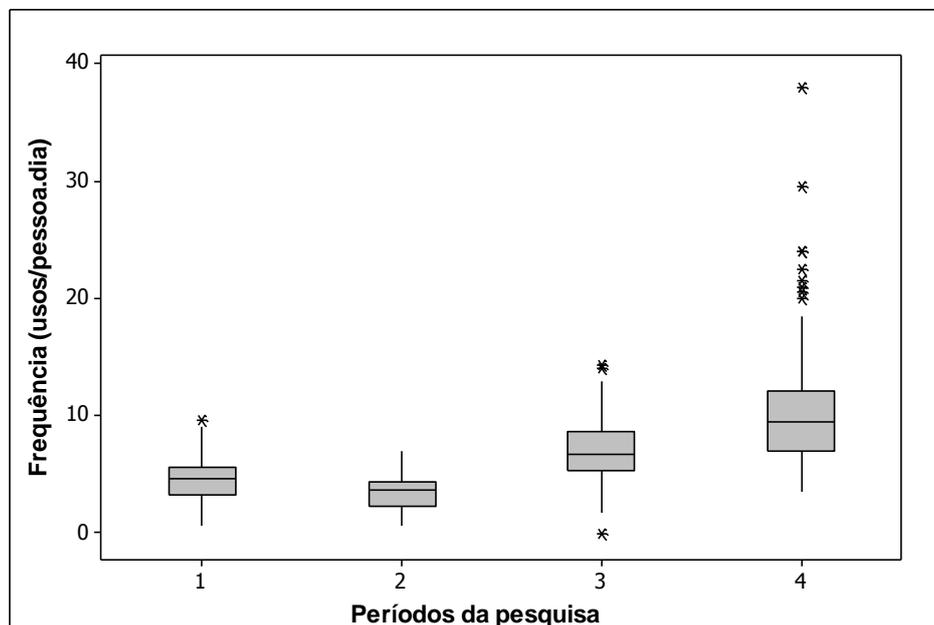
Observa-se, na Figura 57, que entre os dois primeiros períodos da pesquisa, houve diferenças nos padrões de uso observados. No primeiro período a moda de volume utilizado foi distribuída sendo que quase todos os volumes tiveram alta frequência na participação dos volumes da descarga. No segundo período, o volume mais utilizado foi de aproximadamente 7L. Essa mudança pode ter relação com uma maior frequência de uso da bacia que não permitia a dosagem da força aplicada para controlar o volume de água utilizado.

Os padrões, após a substituição dos equipamentos, mudaram, nota-se uma predominância de descargas com aproximadamente 4L e maior concentração de dados no lado esquerdo do gráfico (menores valores), o que ilustra a utilização de volumes menores na terceira etapa para a residência 2. Durante a quarta etapa, observa-se um padrão parecido com o da terceira etapa, exceto pela maior

concentração de usos de aproximadamente 7L, conforme a Figura 57.

A Figura 58 mostra como a frequência de usos influenciou no consumo de água através da bacia sanitária na residência 2.

Figura 58 - Distribuição das frequências de usos da bacia sanitárias entre os períodos da pesquisa para a residência 2



Fonte: a autora

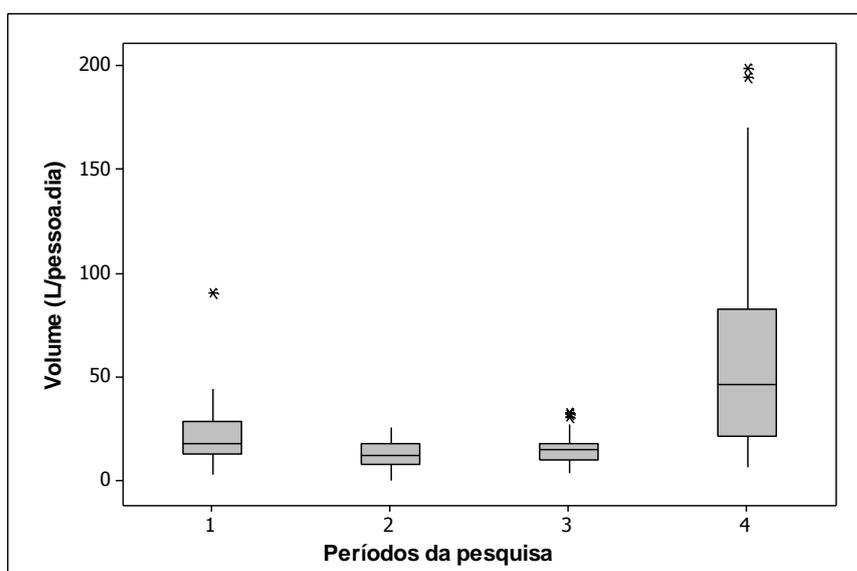
O gráfico da Figura 58 mostra que as variações nas frequências de uso diárias, per capita, da bacia sanitária foram os fatores determinantes no volume *per capita* de água consumida. Isso é deduzido devido à semelhança com o gráfico de consumo de água *per capita* da Figura 56. Verifica-se que os dias de maior consumo de água, são também os que tiveram maior número de usos. Então, observa-se que o aumento de consumo nessa residência através do uso da bacia sanitária tem relação maior com o aumento do número de usos.

Porém, como já discutido antes, no quarto período, a boia da bacia sanitária que não foi substituída, quebrou, e assim começou a haver grandes desperdícios de água, depois da chegada da segunda família. Esses valores aberrantes de número de usos e consumo tem relação com isso.

### 3.6.1.2. Chuveiros

O volume de água *per capita* médio, segundo a Tabela 8, consumido com uso do chuveiro passou de  $21 \pm 13$  para  $13 \pm 6$  L/pessoa.dia do primeiro para o segundo período da pesquisa. Essa tendência de redução pode ter relação com a influência das medidas de incentivo aos moradores para utilizar a água de forma mais consciente. Do segundo para o terceiro período, o consumo teve um leve aumento ficando em torno de  $15 \pm 6$  L/pessoa.dia. A Tabela 8 mostra que o volume *per capita* por dia de usos de chuveiro pela família 1 triplicou na residência 2 com a chegada da nova família. Para melhor avaliar essas observações foram construídos os gráficos da Figura 59, 60 e 61.

Figura 59 - Volumes diários de água *per capita* utilizado para o uso do chuveiro nos diferentes períodos da pesquisa para a residência 2



Fonte: a autora

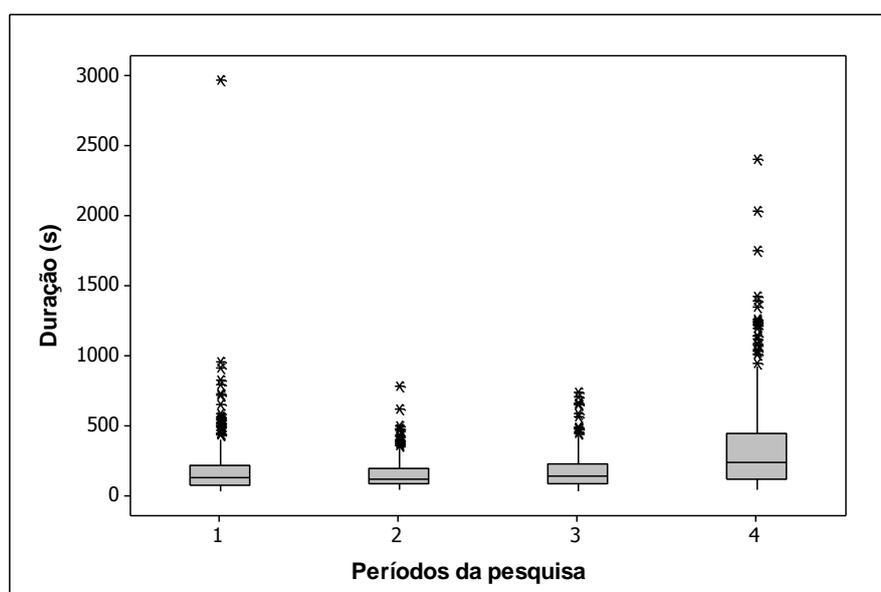
Nessa residência existiam dois banheiros, apenas em um deles o chuveiro possuía aquecimento. Do primeiro para o segundo período, conforme a Figura 59, observa-se que houve uma redução no consumo de água através do banho. Tanto a mediana foi deslocada para baixo quanto as distâncias interquartis ficaram menores, o que significa que os valores de consumo ficaram menores e menos variáveis.

No terceiro período, a Figura 59 mostra que houve um leve aumento na mediana do consumo de água, mas as variações desse consumo foram ainda menores, pela menor distância interquartis observada.

A Figura 59 mostra que a segunda família que habitou a residência 2, no quarto período da pesquisa, tem hábito de consumir volumes muito maiores de água através do chuveiro do que a primeira família, conforme pode ser observado pela localização da massa de dados interquartis no quarto período, que foi mais elevada e mais variável.

A Figura 60 mostra a interferência das durações de usos do chuveiro no consumo diário *per capita* das duas famílias que habitaram a residência 2.

Figura 60 - Diferenças entre as durações de usos do chuveiro nos períodos da pesquisa na residência 2



Fonte: a autora

Os banhos no primeiro período tinham duração mediana de 130s, no segundo passaram a ter mediana de 120s, no terceiro o valor foi para 140s e no quarto 230s.

Ao analisar os resultados da Figura 60, verifica-se que após o início das medidas de gestão da demanda a mediana do tempo de banho reduziu levemente e os *outliers* que correspondem a banhos mais demorados, exceções para essa família, também reduziram sua frequência do primeiro para o segundo período.

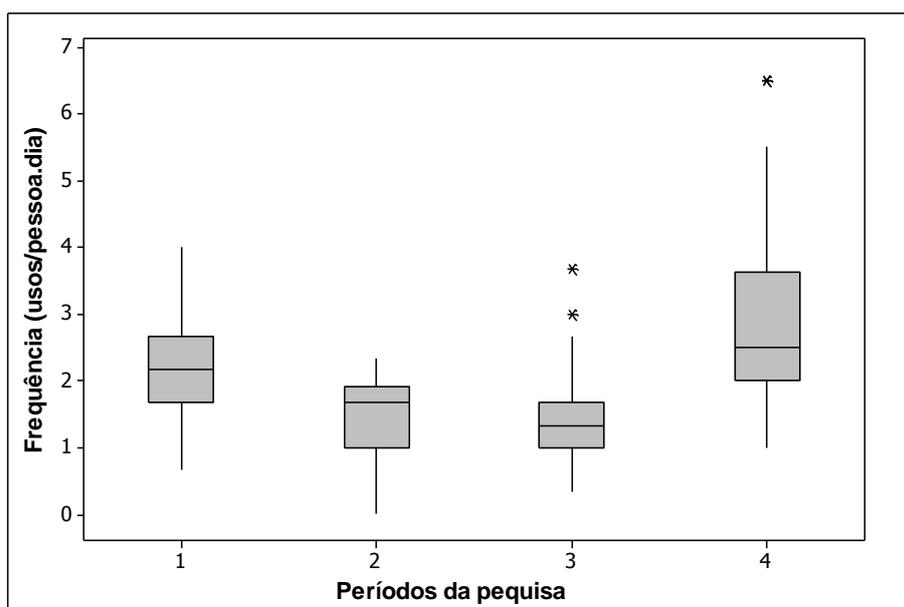
Do segundo para o terceiro período, a leve tendência de aumento do consumo através desse aparelho pode ter relação com a hipótese de que os aparelhos economizadores podem causar relaxamento nas medidas de economia de água. Mas essa hipótese não pode ser validada visto que, a mediana do tempo de uso do chuveiro aumentou muito pouco estando quase no mesmo patamar dos períodos

anteriores, e o número de banhos mais longos, *outliers*, continuou menor do que no primeiro período.

Quando chegaram os novos moradores, durante o quarto período, o perfil mudou totalmente, aumentou-se o valor mediano, aumentou-se a variabilidade dos dados e aumentou-se o número de *outliers*.

Quanto às frequências de usos de chuveiro na residência 2, a Figura 61 mostra como as interferências da pesquisa afetaram esse parâmetro.

Figura 61 - Frequências de uso per capita do chuveiro da residência 2 nos diferentes períodos da pesquisa



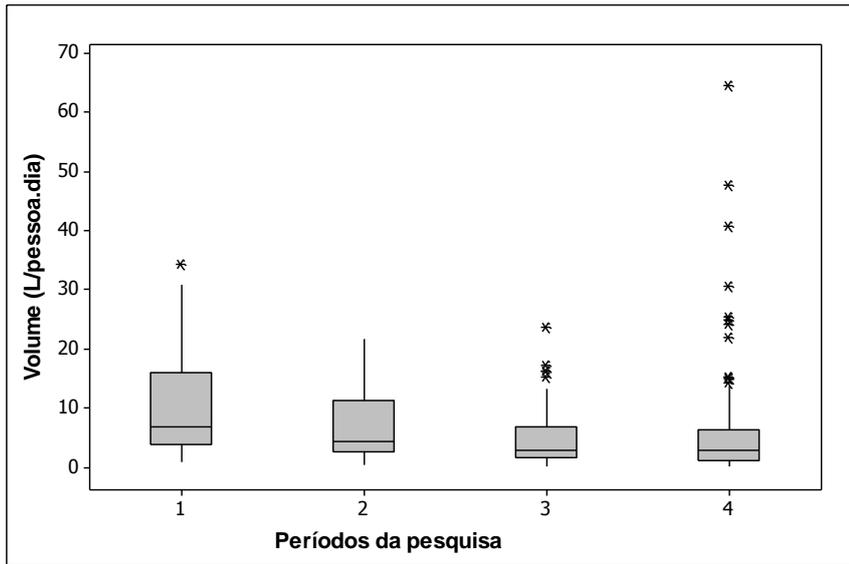
Fonte: a autora

Nota-se pela observação da Figura 61, que houve tendência de redução na frequência de uso de chuveiro do primeiro ao terceiro período e no quarto período a frequência de usos aumentou, devido aos hábitos dos novos moradores. Pode ser verificado que no caso desse aparelho, ambos, frequência e durações de usos influenciaram no consumo final de água pelo uso do chuveiro.

### 3.6.1.3. Lavatório e Pia da cozinha

O lavatório e a pia da cozinha foram colocados juntos para análise pelo mesmo motivo já explicado para a residência 1. Esses foram dois dos equipamentos hidráulicos substituídos por modelo economizador.

Figura 62 - Consumo *per capita* por dia no lavatório e pia da cozinha da residência 2

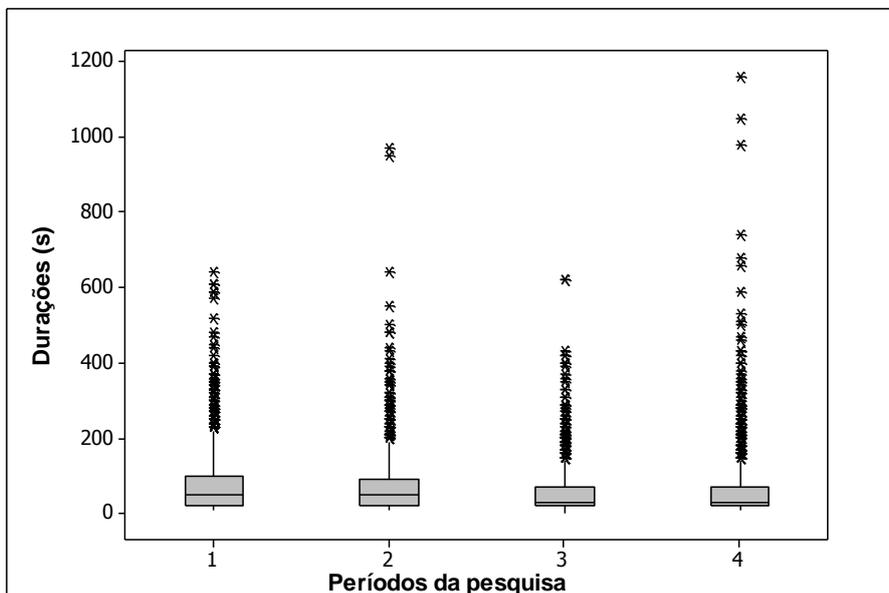


Fonte: a autora

Observa-se, conforme a Figura 62, uma tendência de queda gradativa no uso das torneiras nos 4 períodos da pesquisa. Com a entrada da família 2, chama a atenção o aumento no número de dados espúrios. A tendência de diminuição do uso desses aparelhos, com a introdução das medidas de gestão da demanda pode indicar efeitos positivos dessas medidas na redução de consumo nessa residência.

As durações de usos foram avaliadas na Figura 63.

Figura 63 - Durações de cada uso de lavatório e pia da cozinha da residência 2



Fonte: a autora

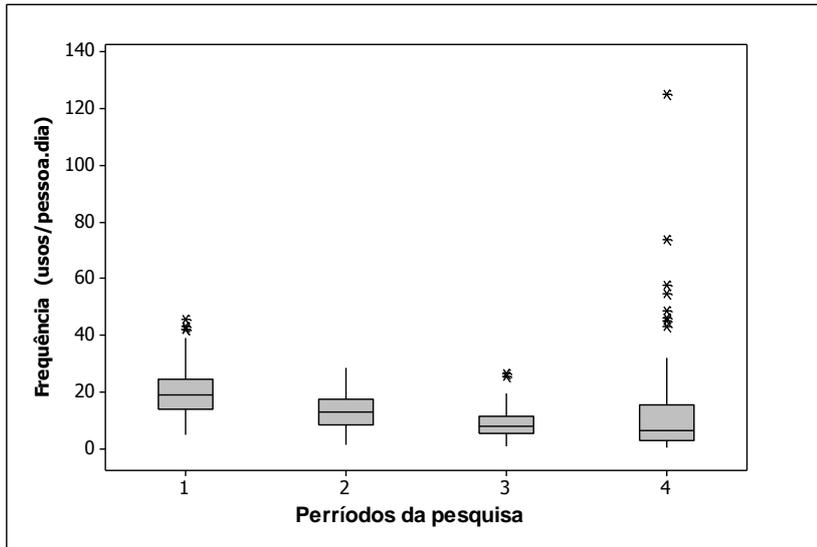
Conforme pode ser visto na Figura 63, a cauda inferior é muito pequena, dado a grande quantidade de consumos próximos a zero, ou baixos, isso é comum devido aos usos de pia e lavatório muitas vezes serem rápidos e demandarem baixos volumes. Os *outliers* observados, como se trata de avaliação de durações de usos, podem ser indicados como o uso do aparelho sem desligamento no intervalo do uso. Observa-se que esses dados aberrantes alcançam valores maiores para a segunda família que passou a habitar a residência 2.

Se a Figura 63 for comparada com a Figura 44, que corresponde às durações de usos das torneiras da cozinha e lavatório na residência 1, verifica-se que na primeira residência os valores máximos de tempo de uso são menores do que os tempos observados para essa residência. Isso pode mostrar que os moradores da residência 1 tiveram mais cuidado em fechar as torneiras nos intervalos de usos.

A análise da Figura 63, mostra que não houve mudanças comportamentais significativas do período 1 para o período 2 no que diz respeito a reduzir as durações de usos, ou fechar as torneiras nos intervalos dos usos. Mas após a troca dos dispositivos hidráulicos da residência por modelo com arejador, observou-se que as durações de usos tenderam à redução, tanto na sua mediana, quanto na amplitude interquartis, quanto no alcance dos dados aberrantes.

Embora não se tenha observado grandes variações quanto às durações de uso das torneiras na residência 2 do período 1 para o 2, observou-se que houve uma tendência à redução do consumo, então faz-se necessário observar como foram as variações de frequência de usos desses dispositivos ao longo dos períodos estudados, conforme a Figura 64.

Figura 64 - Estudo das frequências de usos durante os períodos pesquisados na residência 2



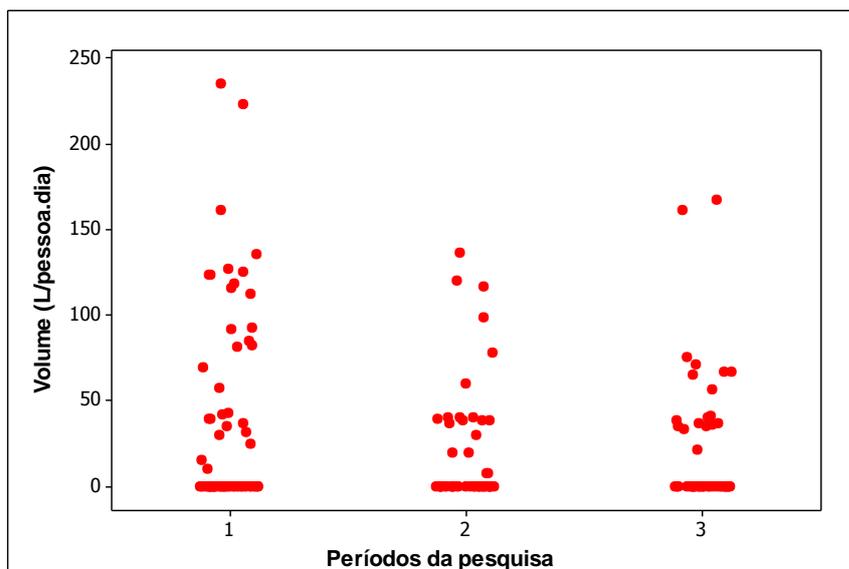
Fonte: a autora

A Figura 64 mostra que as frequências de usos foram o que tornaram possível a tendência de redução observada no consumo de água. Essa tendência pode ser decorrente de mudança na permanência dos moradores na residência, sendo que no primeiro período foi compreendido um mês de férias escolares em que o filho dos moradores passou mais tempo em casa.

#### 3.6.1.4. Máquina de lavar

Apenas a primeira família que participou da pesquisa possuía máquina de lavar. Então, para esse aparelho, foram avaliados os três primeiros períodos da pesquisa. A Figura 65, mostra como foi a dinâmica de consumo de água *per capita* por meio desse equipamento.

Figura 65 - Dispersão dos dados de uso da máquina de lavar na residência 2 entre os três períodos da pesquisa



Fonte: a autora

Como a máquina de lavar roupas é um aparelho cuja utilização não ocorre todos os dias, o número de consumos zerados é o maior, assim foi escolhido esse tipo de gráfico (Figura 65) que mostra os valores individualmente para melhor visualizar a dispersão dos dados relacionados ao consumo *per capita* de água através desse aparelho.

Conforme pode ser visto na Figura 65, o consumo de água *per capita* no primeiro período atinge valores maiores que os demais. Nos dois períodos seguintes, houve uma redução nos picos de consumo de água e a variação dos dados ocorreu em intervalos menores. Como esse equipamento tem funcionamento programado, de modo que as durações e volumes de usos são fixos ou pouco variáveis, não foram avaliadas as durações para entender o consumo *per capita* por dia.

No entanto, a frequência de uso é uma variável interessante, mas, como a máquina não possui uso diário, foi feito um cálculo para avaliar quantas vezes estava sendo utilizada por semana durante os períodos da pesquisa.

Foram feitos os cálculos baseados no número de dias monitorados e no número de dias em que se tiveram usos. Foram calculadas quantas semanas se referem aos dias monitorados, de cada período, e quantas semanas se referem à quantidade de dias com usos. Assim, chegou-se ao valor final de que no primeiro período foi utilizada a máquina de lavar 0,4 vezes por semana, o que equivale a

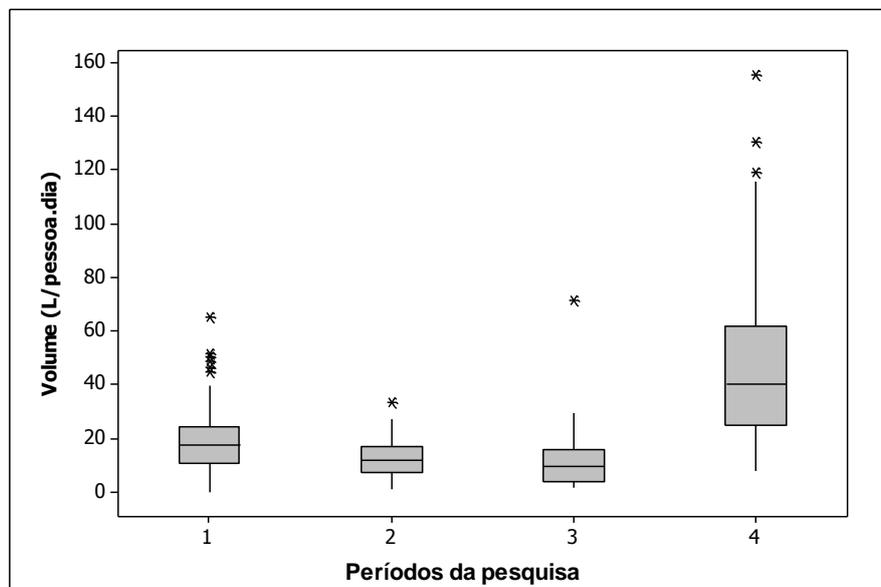
aproximadamente, um uso a cada 15 dias. E nos outros dois períodos, 0,3 vezes por semana, o que equivale a aproximadamente, um uso a cada 21 dias. Lembrando que quando havia uso, no mesmo dia ocorriam dois ou mais usos.

Para esse equipamento houve uma tendência de redução na frequência de lavagens o que pode ter sido influência das medidas de gestão da demanda.

### 3.6.1.5. Tanques

A Figura 66 mostra os consumos de água *per capita* através do uso dos tanques da área de serviço para a residência 2.

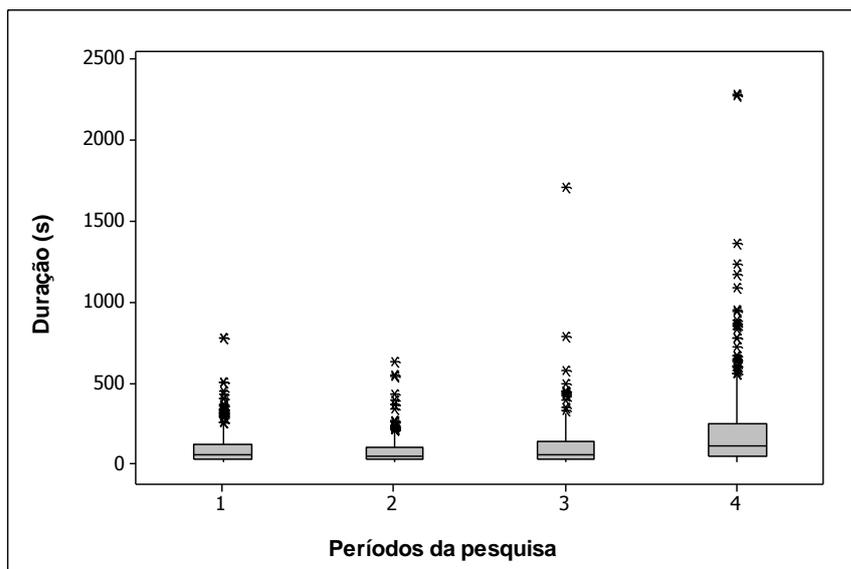
Figura 66 - Consumo de água *per capita* para o uso dos tanques entre os períodos da pesquisa para a residência 2



Fonte: a autora

Nos três primeiros períodos, segundo a Figura 66, o consumo de água por meio dos tanques na residência é pequeno se comparado ao consumo no quarto período em que a nova família estava na casa. Isso é justificável uma vez que a segunda família não possuía máquina de lavar, então o uso do tanque deve ser maior. Para avaliar outros fatores que interferem no consumo de água por meio do tanque foi feito o gráfico da Figura 67.

Figura 67 - Durações de usos dos tanques entre os períodos da pesquisa para a residência 2



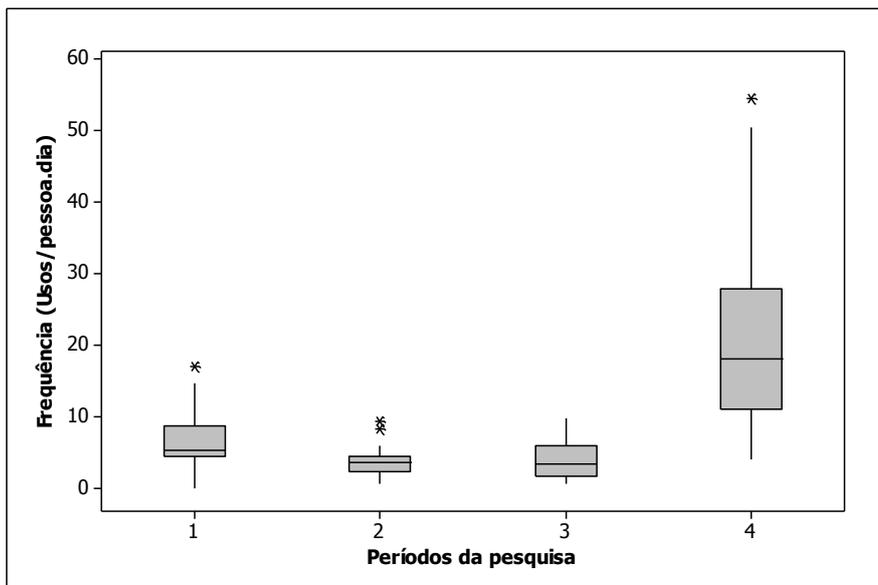
Fonte: a autora

A análise da Figura 67 mostra que as durações de usos do tanque da área de serviço variaram muito pouco, mas houve uma leve tendência à redução do valor da mediana da primeira para a segunda etapa, passando de 60s para 50s, e leve tendência de aumento na terceira etapa, quando os dados espúrios atingiram valores mais elevados e o valor mediano voltou aos 60s. No quarto período, as amplitudes interquartis são maiores, o que mostra uma maior variabilidade das durações de usos e a mediana da duração foi de 110s.

O grande número de valores elevados mostra que o uso de tanques, muitas vezes, inclui usos mais longos como, por exemplo, o enchimento de baldes e bacias para lavagem de roupas, o que implica necessariamente em deixar a torneira acionada em períodos maiores. Então, este dispositivo hidráulico tem possibilidades de usos de curta e longa duração. Como os usos longos são menos frequentes, esses foram classificados como *outliers*.

As variações de frequência de usos desse dispositivo ao longo dos períodos estudados foi plotada na Figura 68.

Figura 68 - Estudo das frequências de usos de tanque durante os períodos pesquisados na residência 2



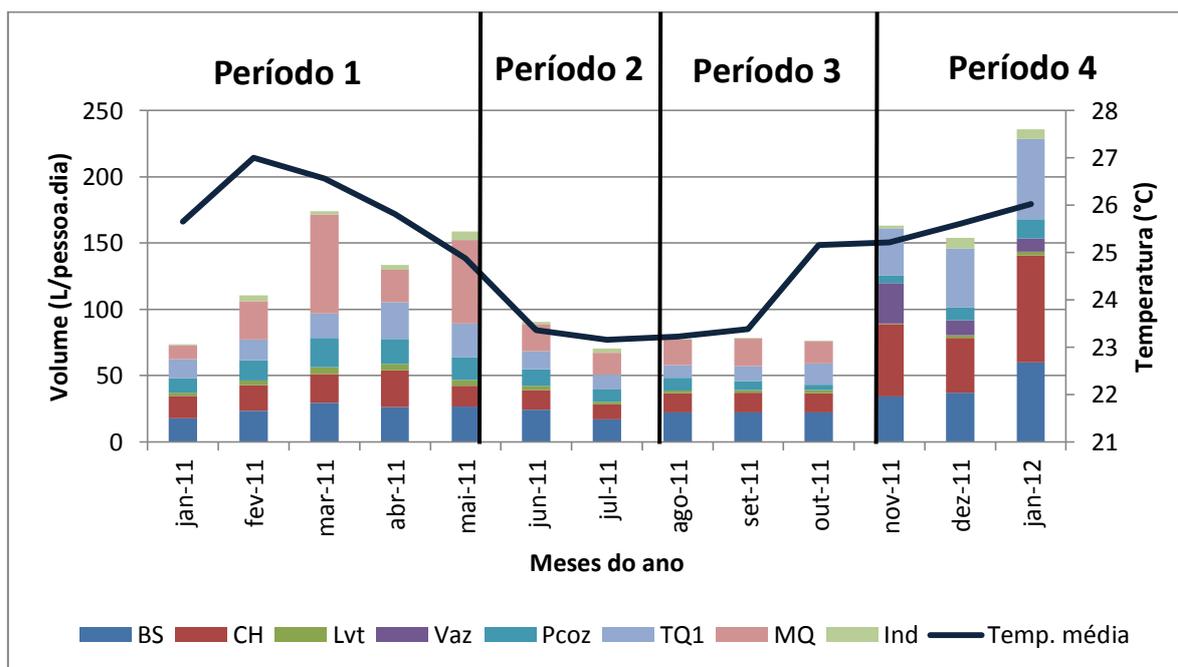
Fonte: a autora

A tendência de redução verificada no consumo *per capita* diário de água através dos tanques na residência 2, é reflexo das variações da frequência de usos, conforme mostra a Figura 68, uma vez que as durações de usos variaram muito pouco entre os períodos da pesquisa. Essa tendência de redução pode ser decorrente das medidas de gestão adotadas.

### **3.6.2. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes meses do ano**

A Figura 69 mostra as variações nos usos de cada equipamento, durante os meses de monitoramento do consumo de água. Assim como apresentado para a residência 1, o eixo horizontal corresponde ao tempo e o eixo vertical indica os volumes em litros *per capita* médio. Até o mês de novembro, o consumo *per capita* foi calculado dividido por 3 (número de moradores da família 1) e, após novembro, o consumo *per capita* foi calculado dividido por 2 (número de moradores da família 2).

Figura 69 - Resultado do consumo de água mensal por equipamentos na residência 2



Fonte: a autora

A Figura 69 mostra que a bacia sanitária, chuveiro, tanque e máquina de lavar, foram os aparelhos sanitários de maior participação no consumo de água da residência 2, nos três primeiros períodos. No quarto período, com a chegada dos novos moradores, os principais passaram a ser chuveiro, tanque e bacia sanitária.

Ainda na Figura 69, verifica-se que, com a entrada dos novos moradores, que ocorreu após a substituição dos dispositivos hidráulicos pelo tipo economizador, mesmo com aparelhos sanitários “mais eficientes”, o consumo de água aumentou significativamente. Análises mais detalhadas foram feitas a partir da Tabela 13, que traz em seu conteúdo os valores das médias do consumo de água *per capita* por aparelho sanitário, com respectivo desvio padrão e coeficiente de variação.

Tabela 13 - Informações sobre o consumo de água *per capita* nos dias de cada mês monitorado para a Residência 2

	Jan. 2011	Fev. 2011	Mar. 2011	Abr. 2011	Mai. 2011	Jun. 2011	Jul. 2011	Ago. 2011	Set. 2011	Out. 2011	Nov. 2011	Dez. 2011	Jan. 2012
Nº de dias	11	22	8	23	7	27	28	25	18	12	21	19	22
BSs	17,8	23,5	29,4	26,2	26,7	24,2	17,1	22,1	22,2	22,0	22,8	37,2	58,2
BSs $\delta$ pad	9,6	9,5	6,3	10,7	5,9	7,1	7,7	9,2	7,0	13,7	4,7	13,8	31,7
BSs CV(%)	54,3	40,5	21,5	40,7	22,1	29,4	45,1	41,5	31,4	62,1	20,6	37,2	54,4
CHs	16,7	19,2	21,6	27,7	15,5	15,0	11,2	14,5	15,0	14,7	36,3	41,4	78,1
CHs $\delta$ pad	8,9	7,6	9,2	17,3	7,8	5,7	5,2	5,7	7,3	7,4	25,6	24,8	58,8
CHs CV(%)	53,4	39,8	42,5	62,7	50,7	37,7	46,9	39,0	48,6	50,6	70,4	59,7	75,2
Lvts	2,6	3,5	5,5	4,8	4,5	3,3	2,1	2,1	1,8	2,2	0,4	1,8	2,6
Lvts $\delta$ pad	1,2	1,3	1,6	1,2	1,7	1,2	1,2	1,2	0,7	1,6	0,4	1,2	1,1
Lvts CV(%)	44,9	35,4	29,9	25,0	38,6	35,6	59,7	57,1	37,7	73,5	100,3	66,0	42,7
Vaz	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	20,3	11,3	9,8
Vaz $\delta$ pad	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	81,5	34,1	37,7
Vaz CV(%)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	400,8	301,6	386,4
Pcoz	11,0	15,2	21,9	19,1	17,3	12,2	9,1	9,7	6,9	4,1	3,8	9,6	14,2
Pcoz $\delta$ pad	5,0	5,2	6,1	4,9	5,4	3,4	6,0	5,0	4,0	3,7	3,9	8,1	16,3
Pcoz CV(%)	45,4	34,4	28,1	25,7	30,8	28,2	66,3	51,4	58,7	88,9	101,3	84,4	114,4
TQs	14,3	16,0	18,8	27,5	25,2	13,8	11,5	9,5	11,1	16,0	23,9	44,5	80,4
TQs $\delta$ pad	9,7	10,0	12,9	12,5	13,6	7,1	7,3	6,3	7,5	19,0	9,4	36,9	97,3
TQs CV(%)	67,5	62,4	68,8	45,2	53,9	51,6	63,6	66,6	67,3	118,3	39,3	83,0	121,1
Maq	10,6	28,9	74,5	24,7	63,0	20,3	16,2	19,2	21,0	16,9	0,0	0,0	0,0
Maq $\delta$ pad	26,2	40,6	82,5	47,0	87,9	29,9	37,3	38,3	25,5	48,4	0,0	0,0	0,0
Maq CV(%)	248,5	140,4	110,7	190,6	139,5	147,6	230,3	199,7	121,4	285,6	*	*	*
IND	0,6	4,4	2,6	3,6	6,4	1,6	3,3	0,3	0,2	0,1	1,4	8,4	6,8
IND $\delta$ pad	0,8	11,6	2,2	2,3	15,5	2,6	3,7	0,6	0,4	0,4	1,5	18,5	12,5
IND CV(%)	127,8	260,6	84,0	64,0	243,5	165,3	111,9	190,1	188,0	247,6	112,5	219,9	183,6
Total	73,6	110,7	174,2	133,6	158,7	90,3	70,4	77,4	78,2	76,2	108,9	154,2	250,0
Total $\delta$ pad	51,1	50,9	93,2	60,6	95,0	35,8	53,7	45,9	40,5	59,0	87,7	73,5	150,9
Total CV(%)	69,5	45,9	53,5	45,4	59,8	39,7	76,3	59,3	51,8	77,5	80,5	47,7	60,3

(BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados, T. – Total,  $\delta$ pad – Desvio padrão) em L/pessoa.dia e CV – coeficiente de variação em porcentagem.

O uso de bacia sanitária, para a residência 2 com primeiros moradores, conforme a Tabela 13, variaram em faixas menores, (18 a 30) L/pessoa.dia, que a residência 1 discutida na seção anterior. Isso pode estar relacionado à maior permanência na casa dos moradores da residência 1, se comparada a primeira família da residência 2.

Quanto à segunda família que morou na residência 2, observou-se que o consumo aumentou gradativamente com o tempo. Isso pode ser decorrente do defeito que ocorreu na descarga de uma das bacias sanitárias, em dezembro e aumentou em janeiro. Os desvios padrões maiores para esses dois meses reforçam essa hipótese.

Verifica-se, a partir da Tabela 13, que quanto aos usos de chuveiro, o maior volume ocorreu no mês de abril e o menor no mês de julho, mês seguinte ao início das ações de incentivo ao uso racional. Quanto aos desvios o maior também ocorreu no mês de abril, o que mostra que a média pode ter sido elevada por usos de grande volume em poucos dias durante o mês. O menor desvio ocorreu no mês de julho, o que mostra que o baixo consumo perdurou na maior parte dos dias desse mês. Até a entrada dos novos moradores, o consumo da família 1 continuou em faixas baixas variando entre 11 e 15 L/pessoa.dia. Ocorreu um leve aumento após a substituição dos aparelhos por modelo economizador.

O consumo de água através do chuveiro no quarto período foi muito maior do que o consumo praticado pela primeira família que habitou a residência.

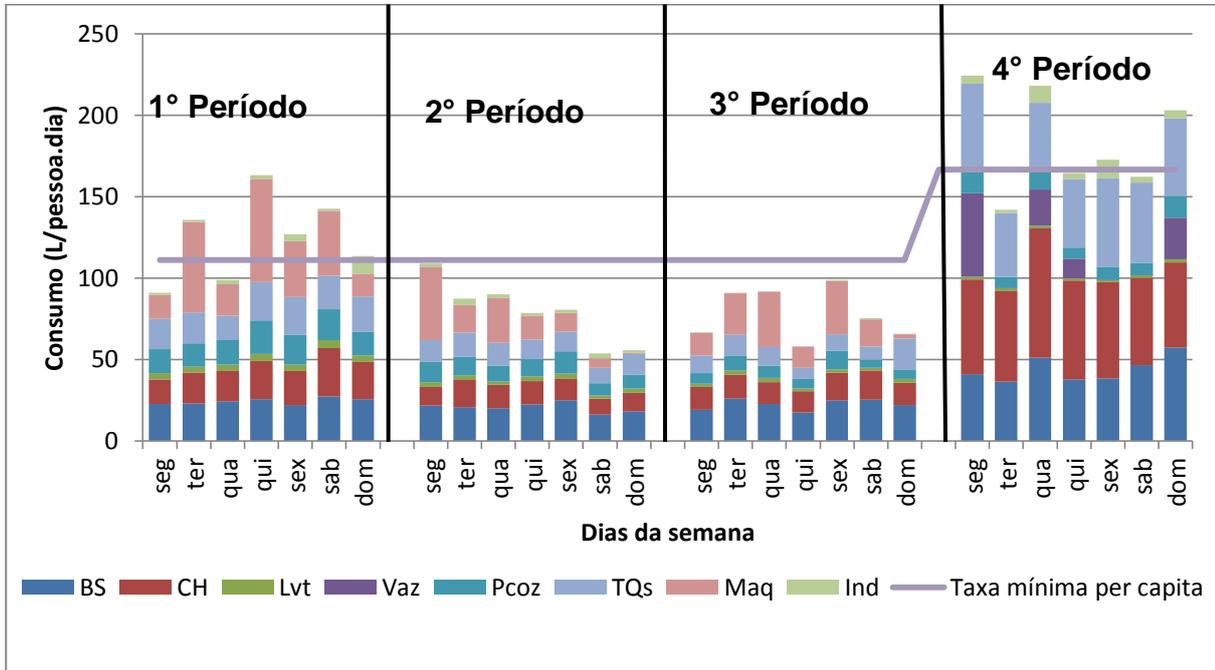
Verifica-se para essa residência, a mudança dos moradores resultou em um consumo de água crescente, a partir do mês de novembro, o que mostra o impacto de vazamentos somados a pouca preocupação com o uso da água por parte dos novos moradores.

### ***3.6.3. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nos diferentes dias da semana***

Na Figura 70, podem-se visualizar os consumos médios por dispositivo hidráulico, por dia da semana, durante todos os períodos da pesquisa. Observou-se que houve uma mudança grande do período 1 para os dois posteriores nos padrões de consumo da família 1. Para a família 2, observou-se que os volumes consumidos aumentaram de uma forma geral em relação a família anterior em todos os dias da

semana. Para maiores informações sobre as diferenças de usos entre os dias da semana foi elaborada a Tabela 14, que traz algumas estatísticas descritivas relacionadas ao consumo de água por dia da semana e por período da pesquisa.

Figura 70 - Consumo de água segregado por pontos de utilização monitorados em cada fase na residência 2



Fonte: a autora

Tabela 14 - Informações sobre o consumo de água *per capita* nos diferentes dias da semana na residência 2

<b>Dia semana</b>	<b>Domingo</b>				<b>Segunda-feira</b>				<b>Terça-feira</b>				<b>Quarta-feira</b>			
<b>Períodos</b>	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Nº de dias	11	9	8	9	11	9	8	11	12	8	8	9	9	8	9	8
BS (L/hab.dia)	25,4	17,9	22,0	57,2	22,5	21,5	18,9	41,0	22,9	20,5	26,7	36,2	25,5	22,3	17,4	37,7
BS $\delta$ pad (L/hab.dia)	7,6	6,3	15,7	33,0	9,6	11,7	10,2	15,2	7,0	4,7	6,4	12,6	9,5	9,6	5,0	18,1
BS CV(%)	29,7	35,3	71,3	57,6	42,5	54,3	53,6	37,1	30,6	23,1	23,9	34,9	37,1	43,0	28,6	47,9
CH (L/hab.dia)	23,0	11,5	13,7	52,3	15,2	11,4	14,2	58,0	19,0	16,8	15,3	55,6	23,6	14,3	13,0	60,7
CH $\delta$ pad (L/hab.dia)	7,6	6,3	5,1	49,7	7,1	3,6	8,4	34,5	10,0	5,7	8,8	40,2	8,6	4,7	4,4	38,5
CH CV(%)	32,9	54,5	37,0	95,1	46,9	31,3	59,3	59,5	52,8	33,8	57,4	72,3	36,4	33,1	34,0	63,4
Lvt (L/hab.dia)	4,0	2,5	2,1	2,0	3,7	3,0	1,9	1,8	3,7	2,8	2,5	2,1	4,1	2,9	1,5	1,5
Lvt $\delta$ pad	1,7	1,6	1,0	1,6	1,4	1,8	0,8	1,1	2,0	1,3	1,5	1,4	1,2	1,0	0,9	1,1
Lvt CV(%)	43,0	62,2	45,0	83,9	38,3	58,9	41,7	63,9	54,8	46,7	59,6	66,7	29,8	33,4	57,4	78,2
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	25,5	0,0	0,0	0,0	51,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	12,0
Vaz $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	40,7	0,0	0,0	0,0	169,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	33,8
Vaz CV(%)	*	*	*	159,3	*	*	*	330,5	*	*	*	248,8	*	*	*	281,0
Pcoz (L/hab.dia)	14,6	8,5	5,9	13,7	14,9	12,5	6,4	12,8	14,3	11,6	9,7	6,8	20,5	10,9	5,9	7,1
Pcoz $\delta$ pad (L/hab.dia)	4,4	3,9	3,7	15,7	4,6	6,6	4,5	11,1	6,0	5,7	4,3	4,9	5,5	4,2	2,7	4,4
PcozCV(%)	30,4	45,1	62,5	115,1	31,1	52,6	71,0	86,9	42,1	49,1	44,3	72,3	26,7	38,8	46,2	61,4
TQs (L/hab.dia)	21,6	12,7	19,0	47,6	18,7	13,3	11,0	54,8	19,0	14,6	12,6	39,1	23,6	11,8	6,9	42,0
TQs $\delta$ pad (L/hab.dia)	9,2	7,1	23,0	24,4	9,8	6,7	6,9	39,0	12,9	8,7	6,6	17,1	15,0	10,8	5,7	21,3
TQs CV(%)	42,4	56,3	120,8	51,2	52,1	50,1	62,6	71,2	68,1	59,2	52,8	43,8	63,6	91,7	83,7	50,6
Maq(L/hab.dia)	13,9	0,8	2,6	*	14,7	44,9	13,9	*	55,6	16,9	24,5	*	63,4	14,7	13,3	*
Maq $\delta$ pad (L/hab.dia)	26,2	2,5	7,4	*	29,2	44,5	27,8	*	90,9	40,7	56,6	*	60,8	22,9	19,9	*
Maq CV(%)	188,2	300,0	282,8	*	198,0	99,3	199,6	*	163,5	240,1	230,7	*	96,0	156,3	150,1	*
IND (L/hab.dia)	10,8	1,6	0,2	4,8	1,1	2,5	0,1	4,9	1,4	4,0	0,2	2,1	2,4	1,6	0,0	3,8
IND $\delta$ pad (L/hab.dia)	19,0	1,8	0,5	9,0	1,2	2,2	0,2	6,2	1,1	6,2	0,4	2,5	1,8	2,7	0,0	4,3
INDCV(%)	175,9	111,5	282,8	187,4	116,3	88,1	282,8	126,3	81,7	156,3	191,8	119,2	74,9	162,9	*	112,6
T.(L/hab.dia)	113,3	55,6	65,6	203,0	90,8	109,0	66,5	224,5	135,8	87,2	91,6	142,0	163,3	78,5	58,0	164,6
T. $\delta$ pad (L/hab.dia)	39,3	18,9	34,0	116,1	41,1	62,7	40,1	172,5	104,3	55,6	55,9	56,1	67,0	36,6	28,2	82,3
T. CV(%)	34,7	34,0	51,9	57,2	45,2	57,5	60,3	76,9	76,8	63,7	61,0	39,5	41,0	46,6	48,7	50,0

continua

Dia sem. Períodos	Quinta-feira				Sexta-feira				Sábado			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Nº de dias	11	7	8	8	9	7	6	9	11	8	7	8
BS (L/hab.dia)	21,9	24,8	24,7	38,4	27,0	16,2	25,3	43,8	24,2	20,1	22,5	51,2
BS $\delta$ pad (L/hab.dia)	12,4	8,7	7,5	23,6	14,6	5,6	5,9	22,9	8,9	8,0	11,5	31,5
BS CV(%)	56,7	35,1	30,3	61,3	54,1	34,5	23,5	52,3	36,6	39,6	51,1	61,5
CH (L/hab.dia)	20,9	13,2	17,1	59,0	29,9	9,7	18,0	50,0	18,7	14,1	13,6	79,4
CH $\delta$ pad (L/hab.dia)	10,6	5,2	4,6	63,7	25,4	4,8	9,4	37,0	10,1	7,7	5,4	63,8
CH CV(%)	50,6	39,4	27,1	108,0	84,9	49,4	52,2	73,9	54,0	54,8	39,7	80,4
Lvt (L/hab.dia)	4,2	3,2	2,1	1,4	4,9	2,1	1,5	1,4	3,9	2,1	2,4	1,7
Lvt $\delta$ pad	1,7	1,2	0,8	0,9	1,9	1,2	0,7	1,4	1,4	1,1	2,1	1,7
Lvt CV(%)	39,7	37,5	37,4	62,1	38,7	56,7	47,3	100,3	35,9	53,1	86,2	99,1
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	22,1
Vaz $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	62,2
Vaz CV(%)	*	*	*	263,2	*	*	*	221,8	*	*	*	280,9
Pcoz (L/hab.dia)	18,2	13,8	11,3	7,9	18,8	7,4	5,0	7,7	15,1	9,8	7,7	12,8
Pcoz $\delta$ pad (L/hab.dia)	9,4	4,4	7,1	7,1	5,5	2,1	4,6	9,2	5,2	5,8	4,7	21,2
PcozCV(%)	51,8	31,9	63,4	90,0	29,0	28,7	90,5	119,8	34,3	58,5	61,4	165,9
TQs (L/hab.dia)	23,2	12,1	10,2	54,3	20,8	9,6	8,1	99,0	15,0	14,1	11,3	40,5
TQs $\delta$ pad (L/hab.dia)	18,3	4,8	6,3	45,9	13,9	5,2	7,6	152,0	8,8	6,6	7,6	22,7
TQs CV(%)	78,7	39,9	61,4	84,5	66,7	54,3	94,5	153,6	58,7	46,9	67,3	56,1
Maq(L/hab.dia)	34,5	11,3	32,6	*	39,8	5,7	16,8	*	19,3	27,3	34,0	*
Maq $\delta$ pad (L/hab.dia)	50,8	19,3	35,1	*	43,1	15,2	27,6	*	48,3	46,9	61,0	*
Maq CV(%)	147,3	170,8	107,6	*	108,5	264,6	164,3	*	249,9	172,0	179,6	*
IND (L/hab.dia)	4,0	2,0	0,6	11,4	1,2	3,0	0,5	3,3	2,7	2,5	0,2	10,6
IND $\delta$ pad (L/hab.dia)	3,2	1,7	0,5	26,9	1,1	3,7	0,9	4,2	2,6	3,5	0,4	20,4
INDCV(%)	80,6	83,4	73,3	235,4	90,6	120,2	186,3	128,4	94,2	136,5	264,6	193,0
T.(L/hab.dia)	126,8	80,3	98,7	172,6	142,5	53,6	75,2	205,0	98,8	90,1	91,7	218,0
T. $\delta$ pad (L/hab.dia)	78,5	27,5	52,5	116,2	57,1	21,9	48,1	156,5	65,3	60,5	67,5	177,0
T. CV(%)	61,9	34,2	53,2	67,4	40,1	40,8	64,0	76,4	66,1	67,2	73,6	81,2

(BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados, T. – Total,  $\delta$ pad – Desvio padrão) em L/pessoa.dia e CV – coeficiente de variação em porcentagem.

Os valores de consumo de água per capita verificados na Figura 70, para a primeira família estão acima do valor estabelecido para o pagamento da taxa mínima no primeiro período na terça, quarta, quinta e sexta.

Segundo os dados da Tabela 14, nos dias em que ocorreram os maiores consumos de água da primeira família, o aparelho sanitário com maior participação nesse consumo foi a máquina de lavar, seguido da bacia sanitária e chuveiro. A máquina posicionada em primeiro lugar e a bacia e chuveiro alternando posições. Os coeficientes de variação de uso da máquina de lavar foram menores que nos demais dias da semana e períodos da pesquisa, o que mostra que houve uma frequência de uso maior nesse período e nesses dias da semana.

No segundo e terceiro períodos, a maioria dos dias da semana tem maior participação da bacia sanitária no consumo de água, os dias com maior consumo de máquina de lavar passaram a ocorrer duas vezes na semana. A redução no consumo por meio da máquina de lavar foi o principal motivo para a redução no consumo total da residência nos períodos 2 e 3.

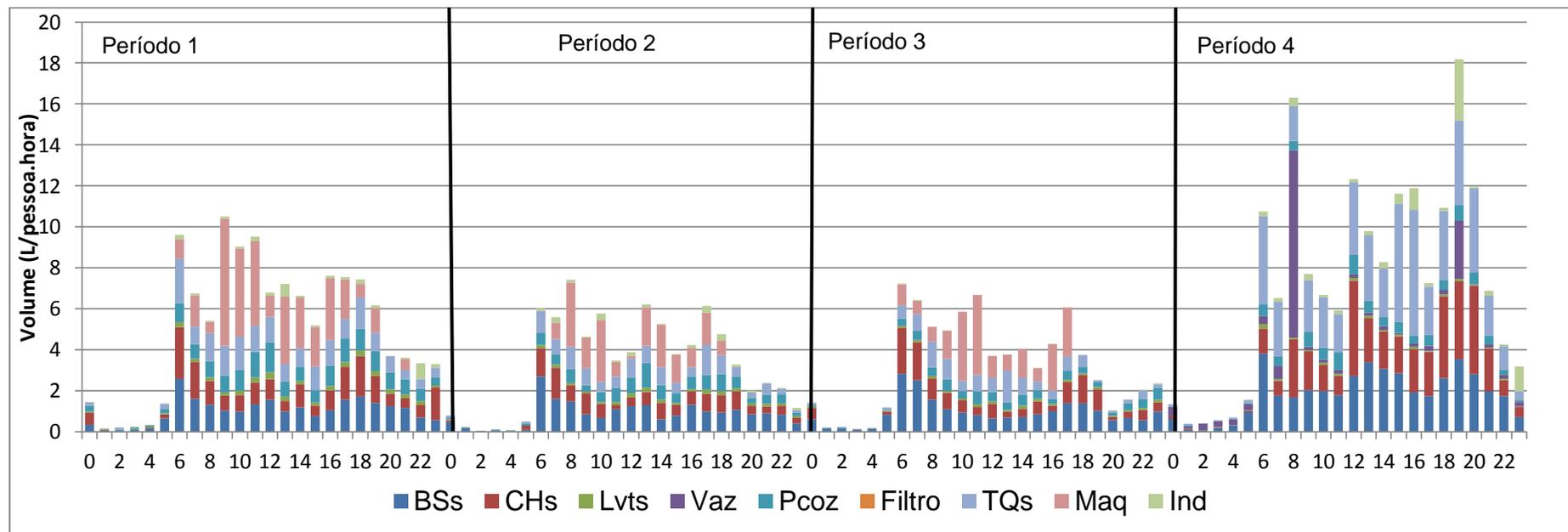
A segunda família da residência 2 ultrapassou a faixa de consumo de água mínima nos finais de semana e dias próximos ao final de semana, segunda-feira, quinta-feira e sexta-feira. Isso pode ter ocorrido devido aos membros dessa família trabalharem durante a semana e aproveitarem as folgas para lavar roupas. Verifica-se na Figura 70 que os usos de tanque são os mais altos nos dias em que o consumo ultrapassa a faixa mínima.

Observa-se que para a nova família, o principal consumo é de chuveiro, seguido de tanque e bacia sanitária. O grande consumo através do tanque ocorre devido aos moradores dessa residência não possuírem máquina de lavar.

#### ***3.6.4. Estudo dos fatores intervenientes no consumo de água nas diferentes horas do dia***

A Figura 71 mostra as variações de consumo de água *per capita* médio entre as diferentes horas do dia nos diversos períodos da pesquisa.

Figura 71 - Consumo horário por aparelhos hidráulicos nos 4 períodos da pesquisa



Fonte: a autora

A Figura 71 mostra, com relação à família 1, que os padrões de consumo são semelhantes, devido aos formatos de gráfico observados, nos três períodos delimitados para a família 1. Os horários de maiores usos de água, inclusive picos, ocorrem em horário comercial das 8h às 14hs e depois das 16 às 18hs para essa residência. Isso confirma a informação dada de que os moradores membros da família 1, não possuem trabalho fixo. Os consumos da segunda família são muito maiores que os da primeira, o que pode ter relação com essa família não estar tão engajada com a pesquisa quanto a primeira, pelo menor tempo de participação.

Para melhor avaliar a Figura 71, foi construída uma tabela para observação das estatísticas descritivas referentes às diferentes horas do dia nos períodos diversos da pesquisa para a residência 2. A Tabela se encontra no Apêndice G.

Conforme a análise da Tabela do Apêndice G, observa-se que em todas as horas do dia os consumos de água *per capita* foram maiores no primeiro período da pesquisa, mas os dois períodos seguintes aparentam não ter mudanças significativas entre eles. Isso mostra que houve uma redução do consumo após a primeira etapa, que foi decorrente, principalmente, da redução das frequências de usos, conforme visto nas seções anteriores.

A redução na frequência de usos pode ter relação com uma menor permanência dos moradores na residência. Um indicador para essa variável pode ser o coeficiente de variação dos consumos de água através de certos aparelhos como a bacia sanitária, nos principais horários de uso. A bacia sanitária, em situações normais, não é um uso que sofre grandes variações na sua frequência de uso, portanto o volume de água consumido através desse aparelho, normalmente, não varia muito.

Com relação ao primeiro período, em que foram observados os maiores consumos de água, verificou-se menores coeficientes de variação para o uso da bacia sanitária, principalmente, nas horas de maior consumo, entre 9 e 11 horas da manhã. Esses valores menores de coeficiente de variação podem indicar que nesse período foi maior a permanência dos moradores na residência 2 (família 1).

Os coeficientes de variação entre o segundo e o terceiro período nas horas de maior consumo, estão em níveis semelhantes. Isso pode indicar que esses dois períodos tem maior semelhança quando à permanência dos moradores na residência. Assim,

as reduções de consumo de água observadas do primeiro para o segundo período podem não estar relacionadas somente às aplicações de medidas de gestão da demanda, mas também a diferenças quanto à permanência em casa.

Com relação à família 2, verifica-se que os valores de coeficiente de variação são na maior parte das vezes menores se comparados a família 1. Isso pode indicar ou maior permanência na casa por parte desses moradores.

### **3.6.5. Interferência de fatores climáticos no consumo de água**

Assim como feito para a residência 1, foram elaboradas a Tabela 15 e a Figura 72, a partir da técnica de estatística multivariada de PCA, para mostrar o grau de associação entre os dados de umidade relativa média, os dados de precipitação acumulados e os dados de temperatura, com o consumo de água resultante do uso de cada equipamento da residência, inclusive os usos indeterminados.

Os dados utilizados para a residência 2, foram referentes aos 3 primeiros períodos apenas, devido a alta dispersão das informações observadas no quarto período. Foram calculadas as médias diárias, nos 185 dias monitorados da residência 2 com família 1, para cada variável.

Tabela 15 - Componentes principais calculadas para análise de relações entre o consumo de água por aparelhos sanitários e dados climáticos.

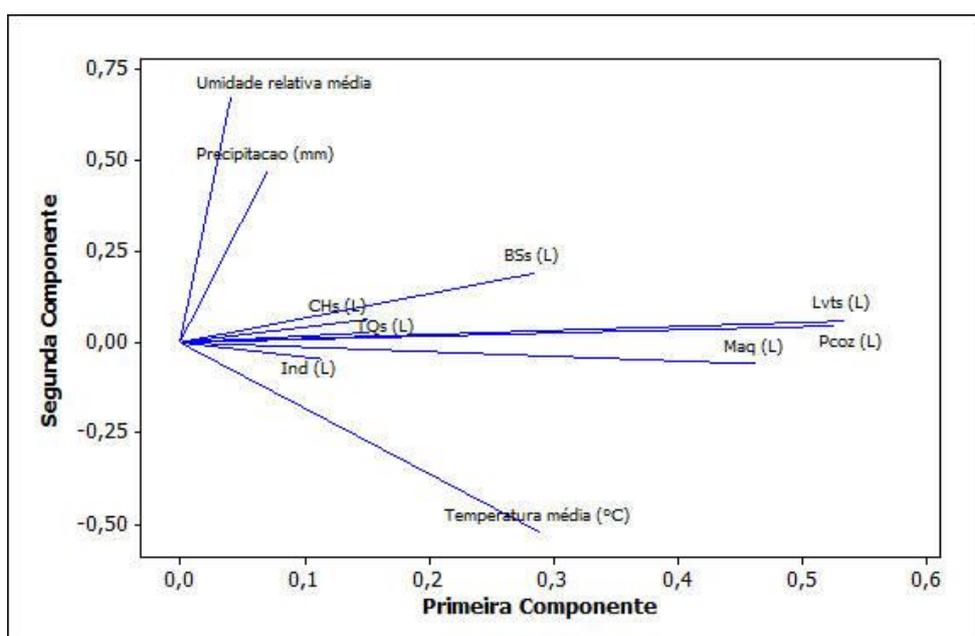
Dispositivos hidráulicos	PC <sub>1</sub>	PC <sub>2</sub>	PC <sub>3</sub>	PC <sub>4</sub>
BSs - consumo (L/dia)	0,284	0,189	-0,036	0,047
CHs - consumo (L/dia)	0,150	0,063	-0,138	-0,067
Lvts - consumo (L/dia)	0,532	0,059	-0,24	0,021
Pcoz - consumo (L/dia)	0,525	0,045	-0,076	-0,008
TQs - consumo (L/dia)	0,152	0,027	-0,092	-0,053
Maq - consumo (L/dia)	0,462	-0,058	0,797	0,085
Temperatura média (°C)	0,113	-0,044	-0,325	0,856
Umidade rel média	0,288	-0,522	-0,357	-0,401
Precipitação acumulada (mm)	0,041	0,676	-0,042	-0,051
Autovalor	2,4912	1,4326	0,9939	0,7101
Variância explicada (%)	33%	19%	13%	10%
Variância exp. acumulada (%)	33%	52%	66%	75%

A eq. (19) mostra a título de exemplificação como é feito o cálculo da primeira componentes principal:

$$PC1 = 0,284(BS) + 0,150(CHs) + 0,532(Lvts) + 0,525(Pcoz) + 0,152(TQs) + 0,462(Maq) + 0,113(\bar{T}) + 0,288(\overline{UR}) + 0,041(\overline{Precpt.}) \quad (12)$$

As duas primeiras componentes principais representam 52% da variância total e podem ser visualizadas na Figura 72.

Figura 72 - Gráfico das cargas de fator das duas primeiras componentes principais obtidas pelos dados de consumo de água por aparelho sanitário da residência 2 e as variáveis meteorológicas.

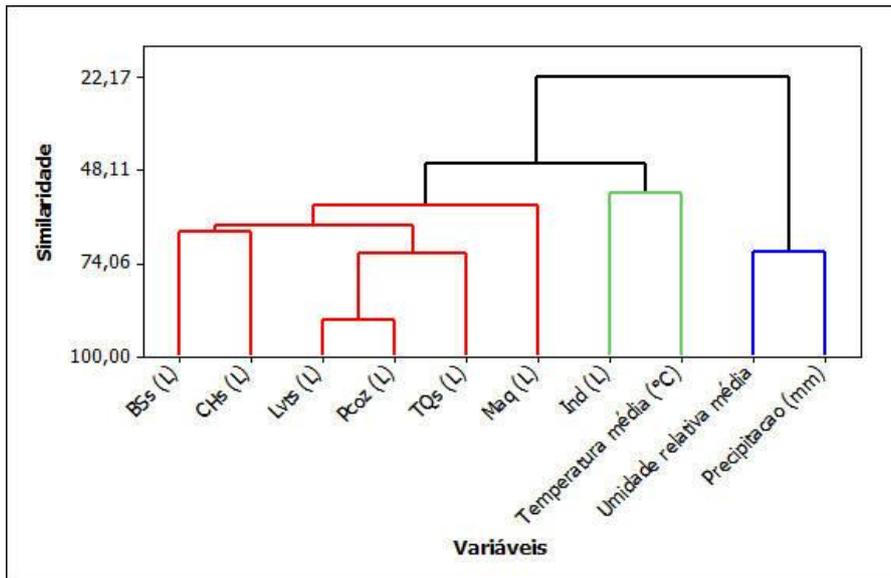


Fonte: a autora

A Figura 72 mostra agrupamentos entre lavatório e a pia da cozinha, o que ocorre devido a esses usos serem dificilmente dissociados no software de tratamento de dados utilizado. O agrupamento de tanque e chuveiro não parece ter significado físico. A temperatura parece estar mais associada aos usos indeterminados.

Como foram verificadas apenas as duas primeiras componentes principais na Figura 72, outra técnica de estatística multivariada foi utilizada para confirmar as informações encontradas com a primeira técnica. A Figura 73 mostra as associações verificadas entre os consumos de água através dos dispositivos hidráulicos e fatores climáticos pela técnica de HCA.

Figura 73 - Dendograma para avaliação das associações entre os consumos de água através dos equipamentos hidráulicos e variáveis climáticas na família 1 da residência 2



Fonte: a autora

Observa-se, de acordo com a Figura 73, associações entre bacia sanitária e chuveiros, lavatórios e pia da cozinha. A temperatura, assim como na Figura 72, ficou associada aos usos indeterminados. A umidade relativa média e os dados pluviométricos mostraram similaridade.

Assim como na residência 1, não foram encontradas evidências da influência dos fatores climáticos nos usos da residência 2, exceto para os usos indeterminados que mantiveram associação com a temperatura. Porém, não se deve fazer afirmativas baseadas somente nestes dados do INMET, pois a consistência desse banco de dados deve ser melhor avaliada para consolidar tais informações obtidas.

## **4. CONCLUSÕES**

### **4.1. Quanto ao método de classificação dos usos de água (por ponto de utilização)**

- Foi possível a adequação dos parâmetros do software de tratamento de dados para as particularidades dos locais de estudo, sendo feita uma análise diferente para cada casa estudada.
- A avaliação da classificação do software mostrou que o resultado encontrado foi aproximado, em diferentes níveis a depender do grau de variabilidade das curvas de vazões de cada aparelho.
- Foi observado, com a análise do grau de manipulação do software, que quanto maior o conhecimento das curvas de vazões do aparelho, maior é a possibilidade de intervenção manual para classificação.

O método utilizado para avaliar o consumo de água intradomiciliar foi interessante para replicação, pois não possuiu característica de ser intrusivo, ou incômodo aos moradores. E os resultados encontrados, embora não tenham representado exatamente o consumo de água na residência, em nível de casas decimais, representaram uma parcela significativa, que possibilitou uma análise aproximada dos principais aparelhos responsáveis pelo consumo nas residências.

### **4.2. Quanto aos fatores intervenientes no consumo de água**

A avaliação do consumo de água total das residências, durante todo o período estudado, mostrou que as três residências apresentam perfis de consumos de água diferentes entre si, e que o número de dias monitorados influencia na qualidade do dado obtido.

Quanto à comparação dos parâmetros de consumo de água observados nas residências estudadas, com base nos trabalhos revisados, observou-se que os valores da literatura foram compatíveis com os resultados encontrados no presente trabalho e chamou atenção o resultado dos volumes utilizados através do chuveiro. Embora esse aparelho esteja entre os de maior participação no consumo de água total das duas residências estudadas, seu consumo foi cerca de seis vezes maior

nos trabalhos feitos nos EUA e Austrália. No trabalho realizado em área de baixa renda de Salvador, os resultados encontrados foram semelhantes ao do presente trabalho. Isso pode indicar que a renda tem maior influência no consumo através desse aparelho.

Em seguida foi feita a comparação dos parâmetros de consumo de água observados nas residências estudadas, com a norma brasileira de instalações prediais de água fria. Foi verificado que a atual forma de dimensionamento das instalações prediais, que utiliza a vazão máxima por equipamento e pesos relativos a cada um destes pode estar acarretando em superdimensionamento da tubulação uma vez que os valores de vazões médias encontradas para cada aparelho foram de duas a três vezes menores que os valores preconizados pela norma. Essa hipótese deve ser melhor avaliada em estudos posteriores.

Outro resultado interessante ao avaliar o consumo de água das residências, por ponto de utilização, mediante as medidas de gestão da demanda adotadas pela pesquisa, mostrou que quando houve tendências de reduções no consumo, essas foram relacionadas, na maior parte das vezes, às frequências de usos. O que pode ter relação com as medidas de incentivo ao uso racional ou a outros fatores como mudanças de permanência dos moradores nas casas.

Embora a frequência tenha sido apontada como a principal responsável pelas tendências de redução no consumo água, na segunda residência, no caso do uso de chuveiro e torneiras (lavatório e pia da cozinha), aparentemente, houve influência, também das reduções nas durações de uso. O que pode significar uma mudança no comportamento de uso, causando tendências de redução no consumo final. Acredita-se que as reduções nas durações de uso não tenham sido observadas na primeira residência, devido aos seus moradores já terem hábitos de uso racional mesmo antes da pesquisa.

Apenas para a residência 1, foi observada de forma clara redução do consumo decorrente da substituição da bacia sanitária por modelo economizador. Embora se associe a redução à substituição do aparelho sanitário, foi verificado que a atitude do morador em acionar a bacia de forma correta foi o fator crítico que definiu o sucesso da medida de redução no consumo.

Quanto às comparações feitas entre as residências estudadas, verificou-se que apesar da bacia sanitária ser a terceira maior participação no consumo para a residência 2 com família 2, o volume *per capita* consumido através desse dispositivo foi similar ao volume *per capita* consumido através da bacia sanitária na residência 1, onde esse equipamento foi responsável pela maior parcela de consumo de água.

Verificou-se que os volumes consumidos através do chuveiro são semelhantes para a residência 1 e residência 2 com família 1. Em ambas as famílias esse aparelho foi responsável pelo terceiro maior consumo de água.

Para a residência 2, chamou atenção a tendência de aumento do consumo de água de quase todos os aparelhos com a chegada dos novos moradores, o que mostra o impacto no consumo de água proveniente do estilo de vida e grau de preocupação com a conservação da água dos moradores. Foi constatado que a segunda família que morou na residência 2, não tinha o mesmo grau de preocupação com o uso racional que a família anterior, visto que essa família não se mostrou preocupada em consertar o vazamento que estava ocasionando grandes desperdícios na sua casa, mesmo sendo oferecido pela pesquisa esse reparo.

Com relação ao estudo do consumo de água entre os meses da pesquisa, verificou-se uma coincidência entre os meses de menor temperatura com os meses de menor consumo, então foi feita uma investigação da influência dos fatores climáticos no consumo de água através de técnicas de análise estatística e para a residência 1 os usos mais associados à temperatura foram os usos de tanques enquanto para a residência 2 foram usos indeterminados, ou seja, usos cujas curvas de vazões características não se encaixaram em nenhum dos outros usos identificados na residência.

Foi verificado também, o consumo por ponto de utilização, por dia da semana e por horas do dia. A análise dos gráficos mostrou que cada família tem um perfil de consumo de água típico, bem definido e que não variou em alto grau nos diferentes períodos da pesquisa. Além disso, foi observado que a análise do coeficiente de variação dos volumes de uso dos aparelhos como bacia sanitária ou chuveiro, que apresentam poucas variações de uso normalmente, pode ser indicador do grau de permanência dos moradores na residência.

Por fim, com base na metodologia de setorização do consumo adotada pela presente pesquisa, verificou-se que foi possível identificar o consumo de água intradomiciliar e fazer avaliações de determinados fatores intervenientes nesse consumo. Em comparação com outros trabalhos realizados nessa temática, destaca-se a importância de avaliar não apenas o consumo propriamente dito, mas também as durações de usos, frequências, e outros hábitos do usuário, pois segundo visto, os hábitos de cada família acarretaram em diferentes perfis de consumo e diferentes resultados quanto submetidos às mesmas medidas de incentivo ao uso racional.

#### 4.3. Considerações sobre o uso do software

- Quanto à classificação da bacia sanitária, verificou-se que mesmo sabendo que usos “pingados” logo após um evento de enchimento da caixa de descarga, são a continuação deste enchimento, devido a restrição da passagem de água causada pela boia no final do evento, estes não devem ser mudados manualmente para uso de bacia, visto que isso vai causar aumento da variabilidade dos dados, aumento do número de usos de bacia sanitária, sendo necessário recalcular os volumes de utilização no final. Assim, esses pequenos volumes anotados como uso de bacia, foram classificados pelo *software* como usos de lavatório ou pia devido às baixas vazões e durações que se encaixam nas características estabelecidas para estes usos. Desse processo, decorrem as diferenças estatísticas observadas.
- Quanto ao lavatório e pia da cozinha a diferença de classificação do software tem relação com a possibilidade de quase todos os equipamentos da casa ter vazões que se encaixam nos perfis definidos para esses aparelhos sanitários. Por isso mesmo, recomenda-se que esses aparelhos sejam alocados sempre como os últimos na ordem de classificação com o software, preferencialmente sendo unidos como um dispositivo hidráulico único, no caso “torneiras”.
- Para trabalhos que busquem avaliar o consumo de água em diferentes períodos de pesquisa, assim como feito nesse, é necessário manter a mesma ordem de classificação dos dispositivos hidráulicos no *software*, visto que foi observado que uma simples alteração na ordem de dois equipamentos muda toda dinâmica de classificação dos usos através dos pontos de utilização de água.

#### 4.4. Sugestões para trabalhos futuros

- Uma versão livre do *software* poderia ser interessante para ampliar estudos nessa mesma linha com melhoramentos nas funções de “corte” e “mesclagem” do programa. Bem como um estudo maior para melhorar a função “*adopt*” em utilizações de dispositivos hidráulicos com grande interferência do usuário. Uma ferramenta estatística que poderia auxiliar nesse processo seria modelagem univariada em processos intermitentes com utilização do modelo de Poisson de pulsos retangulares (RPPM).
- Sugere-se ainda que seja utilizado sistema de coleta de dados por internet para que problemas como a ausência de moradores na residência não sejam motivo para perda de dados.
- Tendo em vista os perfis de consumo bem definidos de cada família, é proposto que haja um estudo posterior que explique quais características das famílias determinam esse perfil de consumo. Com base no perfil característico de cada residência podem ser propostas estratégias diferentes de gestão da demanda direcionadas e, conseqüentemente, com maiores chances de eficácia.
- Os aparelhos de maior participação no consumo de água nas residências foram bacia sanitária, chuveiro, tanques e torneiras (pia da cozinha e lavatório), sendo, portanto, oportunidades para estudos de inovação tecnológica que busquem melhorar a eficiência do uso de água através desses aparelhos.
- No caso da residência 2, com a segunda família, onde foram avaliados 62 dias de consumo de água, número menor que as outras residências, houve grande dispersão nos dados de consumo. Logo, recomenda-se para estudos desse tipo, que sejam avaliados períodos mais longos para identificar, com maior clareza, os padrões de consumo nas residências.
- Em pesquisas posteriores recomenda-se um maior controle do grau de permanência dos moradores na residência, durante todo o período da pesquisa, corrigindo o valor do consumo *per capita* quando houver variações no número de moradores da residência.

**REFERÊNCIAS**

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR NM 212**: Medidores Velocimétricos de água potável fria até 15 m<sup>3</sup> / h. Rio de Janeiro, 1999. 19p.

ALMEIDA, G. S. **Metodologia para Caracterização de Efluentes Domésticos para Fins de Reúso**: Estudo em Feira de Santana, Bahia. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Bahia, Salvador. 2007.

ARAÚJO, R. A. **Per Capita de Água para as Classes de Consumidores Residencial Social, Residencial Popular e Residencial não Popular em Feira de Santana Bahia**. In: II COBESA- Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2012.

ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. **Estimation of residential water demand**: a state-of-the-art review. Journal of Socio-Economics, North Holland, v. 32, n. 1, p. 81–102, 2003.

BADGER METER. **Cold Water Bronze Disc Meter**. Disponível em: <[http://www.badgermeter.com/getdoc/2b9c2e59-bdf6-4745-86a3-c2df3ecf7f27/RD-T-5\\_8x4\\_4-BZ.aspx](http://www.badgermeter.com/getdoc/2b9c2e59-bdf6-4745-86a3-c2df3ecf7f27/RD-T-5_8x4_4-BZ.aspx)>. Acesso em: 26/11/2012.

BARRETO, D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23–40, 2008.

BARRETO, D.; MEDEIROS, O. **Caracterização da vazão e frequência de uso de aparelhos sanitários**. Ambiente Construído, v. 8, n. 4, p. 137–149, 2008.

BRASIL. Lei nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Brasília, DF, 2007.

BRASIL. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Brasília, DF, 1997.

BRASIL. FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual de Saneamento**. 3. ed. rev. Brasília: Fundação Nacional de Saúde. Brasília, DF, 2006.

BRASÍL. Agência Nacional de Águas -ANA. **Atlas Brasil**: Abastecimento Urbano de Água: Panorama Nacional. Brasília: Engecorps/Cobrape, 2010.

BRASIL. Agência Nacional de Águas - ANA. **Conjuntura dos Recursos Hídricos no Brasil**: Panorama Nacional. Brasília. Engecorps/Cobrape, 2012.

BRASIL. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCD / ALVES, W. C.; PEIXOTO, J. B.; SANCHEZ, J. G.; LEITE, S. R. E. **Micromedição** (revisão). (DTA-A2). Brasília: Ministério das cidades, 2004.

COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; DIAS, M. C. **Consumo de água em residências de baixa renda - estudo de caso.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, Recife: ABES, 2009.

COHIM, E.; SILVA, S. R. DOS S.; MEIRELES, A. **A influência da taxa de ocupação nos consumos per capita de água em casas populares.** In, SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Maceió: ABRH, 2011.

CORDELL, D. J.; ROBINSON, J. E.; LOH, M. T. Y. **Collecting Residential End Use data from primary sources : Do ' s and Dont ' s.** In: Efficient Use and Management of Water for Urban Supply Conference. 2003. Tenerife. Anais eletrônicos... Tenerife, 2003.

CRACIUN, G. P. **Conservação e uso racional de água nos sistemas prediais: Efetividade do programa nacional de combate ao desperdício de água (produtos economizadores de água),** Monografia (pós-graduação). Universidade Federal da Bahia, Salvador,2007.

ENVIRONMENT AGENCY. **International comparisons of domestic per capita consumption.** England, 2008.

FERREIRA, D. F. **Análise Multivariada.** Lavras. Universidade Federal de Lavras, 1996.

FOX, C.; MCINTOSH, B. S.; JEFFREY, P. **Classifying households for water demand forecasting using physical property characteristics.** Land Use Policy, Cranfield, v. 26, n. 3, p. 558–568, 2009.

FREITAS, C. DA C.; RENNÓ, C. D.; SOUZA\_JÚNIOR, M. A. **Material de referência para o curso 1 de estatística.** São José dos Campos: INPE,2003.

GARCIA, A. **Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda.** Dissertação (Mestrado), Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

GENZ, F., TANAJURA, C.A.S. 2012. **Projeções do clima para a Região Metropolitana de Salvador no período de 2011 A 2040 - Cenário A1B.** In: Congresso Baiano de Engenharia Sanitária e Ambiental.Universidade Estadual de Feira de Santana. Feira de Santana., 2012.

GIURCO, D. et al. **Residential End Use Measurement Guidebook a Guide to Study Design, Sampling and Technology.** UTS and CSIRO, 2008.

GONÇALVES, R. F. (Coord.)PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB.. (Edital 4) **Uso racional de água em edificações.** Rio de Janeiro, 2006.

HEINRICH, M. **Water End Use and Efficiency Project [WEEP] – Final Report –** Judgeford: BRANZ Ltd, 2007.

HELLER, L., PÁDUA, V. L., **Abastecimento de água para consumo humano**. 1. ed. Belo Horizonte: UFMG, 2006.

JORGENSEN, B.; GRAYMORE, M.; O'TOOLE, K. **Household water use behavior: an integrated model**. *Journal of environmental management*, v. 91, n. 1, p. 227–236, Elsevier Ltd. 2009.

KESHAVARZI, A. R.; SHARIFZADEH, M.; KAMGAR HAGHIGHI, A. A. et al. **Rural domestic water consumption behavior**: A case study in Ramjerd area, Fars province, I. R. Iran. *Water Research*, Elsevier, v. 40, n. 6, p. 1173–1178, 2006.

KIPERSTOK, A. **Racionalização do uso de água e energia nos prédios públicos do Governo do Estado da Bahia**, Proposta apresentada pelo TECLIM/UFBA, documento interno, 2008.

LARSON, R.; FARBER, B. **Estatística Aplicada**. 4a Edição. São Paulo, 2009.

LATTIN, J. M., CARROLL, J. D., GREEN, P. E., **Análise de dados multivariados**.-- São Paulo: Cengage Learning, 2011.

LIMA, F. J. L. DE; AMANAJÁS, J. C.; GUEDES, R. V. DE S. **Análises de Componente Principal e de Agrupamento para estudo de ventos para a geração de energia eólica na região do Ceará , Paraíba , Pernambuco e Rio Grande do Norte , Brasil**. *Revista Ambiente & Água*, , n. 12, p. 188–201, Taubaté, 2010.

LINDEN, R. **Técnicas de Agrupamento**. *Revista de Sistemas de Informação da FMSA*, v. 4, p. 18–36, 2009.

MAGALHÃES, G. DE L.; GARCIA, A.; FERREIRA, L. DE S.; KIPERSTOK, A. **Análise Exploratória do Consumo de Água em Residências de baixa e média renda em Salvador , BAHIA**. In: Congresso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental, AIDIS, Salvador, 2012.

MAYER, P. W.; DEOREO, W. B. **Residential End Uses of Water**. Colorado, AWWA Research Foundation, 1999.

MINGOTI, S. A. **Análise de dados através de métodos de estatística multivariada**: uma abordagem aplicada. 1. reimpressão Belo Horizonte: UFMG, 2007, 290 p.: il.

MONTENEGRO, M. H. F. **Vazão em instalações hidráulicas prediais e consumo domiciliar na cidade de são paulo**. In Seminário internacional - CIB W 62., 1987 São Paulo. Anais... São Paulo: CEPIS, CETESB, IPT-DCC, 1987, p.1–36, 1987.

MONTGOMERY, D. C.; RUNGER, G. C. **Applied Statistics and Probability for Engineers** Third Edition. United States of America, 2002.

MORAES, L. R. S. **Fatores determinantes de consumo per capita de água em assentamentos humanos em áreas periurbanas**: estudo de caso. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Salvador: ABES, 1995.

NORMA TÉCNICA SABESP - **NTS 181**. Dimensionamento do ramal predial de água, cavalete e hidrômetro - Primeira ligação, São Paulo, 2012.

ROZAS, N.; PRADO, T. A. R. **Implantação de Sistemas de Leitura Automática de Medidores de Insumos Prediais**. (Boletim Técnico, BT/PCC/319), São Paulo, 2002.

SANCHEZ, D. C. **Estudo para caracterização da demanda urbana de água no setor residencial da cidade de São Paulo**, Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SANTOS, E.; DE PINHO, J. A. G.; MORAES, L. R. S.; FISHER, T. **O Caminho das Águas em Salvador**: Bacias hidrográficas, Bairros e Fontes. Salvador: CIAGS/UFBA;SEMA, 2010.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do Trabalho Científico**. 23. ed. São Paulo: Cortez, 2007.

TUCCI, C. E. M.; CORDEIRO, O. M. **Diretrizes estratégicas para ciência e tecnologia em recursos hídricos no Brasil**. REGA, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 21–35, 2004.

VAIRAVAMOORTHY, K.; GORANTIWAR, S. D.; PATHIRANA, A. **Managing urban water supplies in developing countries – Climate change and water scarcity scenarios**. Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C, v. 33, n. 5, p. 330–339, 2008.

VIEIRA, A. **Uso racional de água em habitações de interesse social como estratégia para a conservação de energia em Florianópolis, Santa Catarina**, Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012.

WORLD HEALTH ORGANIZATION – WHO. Technical Notes on Drinking-Water, Sanitation and Hygiene in Emergencies. **How Much Water is needed in emergencies**. Updated: July, 2013.

WILLIS, R. M. **Domestic Water End Use Study**: An Investigation of the Water Savings Attributed to Demand Management Strategies and Dual Reticulated Recycled Water Systems, Tese (Doutorado), Griffith University, Gold Coast, 2010.

WILLIS, R. M.; STEWART, R. A.; PANUWATWANICH, K; CAPATI, B.; GIURCO, D. **Gold Coast Domestic Water End Use Study**. Water Journal of Australian Water Association, v. 36, n. 6, p. 79–85, 2009.

WILLIS, R. M.; STEWART, R.; PANUWATWANICH, KRIENGSACK; WILLIAMS, P. R.; HOLLINGSWORTH, A. L. **Quantifying the influence of environmental and water**

**conservation attitudes on household end use water consumption.** Journal of Environmental Management, v. 92, n. 8, p. 1996–2009, 2011.

YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; LUCA, D. M. P. DE; ILHA, M. S. D. O. **Caracterização do uso de água em residenciais de interesse social em paulínia.** Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído. 11. Anais... p.3470–3479, Florianópolis, 2006.

## Anexo A - Questionário aplicado na pesquisa feita por Garcia (2011)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
 ESCOLA POLITÉCNICA  
 DEPTº DE ENGENHARIA AMBIENTAL  
 DEPTº DE ENGENHARIA QUÍMICA

TECLIM  
 REDE DE TECNOLOGIAS  
 LIMPAS E MINIMIZAÇÃO  
 DE RESÍDUOS



Nº quest.	Registro
Conferido I	Conferido II

### Pesquisa de caracterização do consumo residencial

Data : \_\_\_\_/\_\_\_\_/2009 Entrevistadoras \_\_\_\_\_

Nº da casa: \_\_\_\_\_

Condomínio/casas conjugadas? ( ) Sim. Quantas? \_\_\_\_\_ ( ) Não.

#### Características da família

1. **Número de moradores:** \_\_\_\_\_; adultos: \_\_\_\_\_; crianças: \_\_\_\_\_

2. **Qual foi, aproximadamente, a renda familiar total no último mês?**

\_\_\_\_\_ [em R\$ ou SM] ( ) Não sabe/Não quis informar

3. **Posição** (pai, mãe, filho(a), avó, etc.) **e sexo da pessoa responsável pelo domicílio** (chefe da família)

Posição: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) Masc ( ) Fem

4. **Posição** (pai, mãe, filho(a), avó etc.) **e sexo da principal pessoa responsável pelos afazeres domésticos**

Posição: \_\_\_\_\_ Sexo: ( ) Masc ( ) Fem

5. **A família recebe algum auxílio ou benefício do Governo** (Bolsa Família, Seguro desemprego, etc.)?

( ) Sim. Qual: \_\_\_\_\_ ( ) Não

#### Características do imóvel

6. **Tipo do imóvel:**

( ) Casa independente ( ) Casas conjugadas ( ) Apartamento ( ) Cômodo

7. **Condição do imóvel**

( ) Próprio ( ) Alugado ( ) Cedido

8. **Número de cômodos:** \_\_\_\_\_

9. **Quantos cômodos servem de dormitório para os moradores do domicílio?** \_\_\_\_\_

10. **No domicílio é realizada alguma atividade econômica?** ( ) Sim. Tipo? \_\_\_\_\_ ( ) Não

11. **Possui área externa?** ( ) Sim ( ) Não

11.1.

**Tamanho?** \_\_\_\_\_

12. **Neste domicílio existe:**

( ) Máquina de lavar/Tanquinho	( ) DVD	( ) Computador
( ) Chuveiro elétrico	( ) Rádio	( ) Carro
( ) Filtro para água	( ) Geladeira/ freezer	( ) Moto
( ) Televisão	( ) Micro-ondas	( ) Linha telefônica
( ) Celular. Quantos? _____		

13. **Número de sanitários:**

13.1. Internos: \_\_\_\_\_ 13.2. Externos: \_\_\_\_\_

14. Número de pontos de água:

14.1. Internos: \_\_\_\_\_ 14.2. Externos: \_\_\_\_\_

15. Número de bacias sanitárias: \_\_\_\_\_

16. Possui Reservatório? ( ) Sim. Volume? \_\_\_\_\_ ( ) Não

17. Existe algum vazamento visível na residência?

( ) Sim. Onde? \_\_\_\_\_ ( ) Não

18. O (a) Senhor(a) sabe qual o consumo de água da residência?

( ) Sim Quanto? \_\_\_\_\_ ( ) Não

18.1. O(a) morador(a) soube informar o consumo em volume?

( ) Sim. Quanto? \_\_\_\_\_ ( ) Não

19. Qual a água utilizada para beber?

( ) direto da torneira ( ) filtrada ( ) filtrada e fervida ( ) água mineral

20. Com que frequência falta água na rede pública?

( ) Nunca ( ) raramente ( ) sempre ( ) frequentemente ( ) Não soube responder

21. Possui outra fonte de água, além da rede pública?

( ) Sim. Qual? \_\_\_\_\_ ( ) Não

22. Caso a resposta anterior tenha sido sim, quais os usos atendidos com esta fonte?

- ( ) Não se aplica
- ( ) Molhar plantas/ jardim
- ( ) Higiene pessoal
- ( ) Lavar roupas
- ( ) Limpeza do domicílio
- ( ) Lavar carros/bicicleta
- ( ) Beber
- ( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_  
Conta de água

[Explicar os objetivos das próximas questões e que a identidade/localização dos moradores/domicílios serão omitidas durante a divulgação dos resultados]

23. (Solicitar conta recente ao morador. Caso não seja possível marcar o motivo.)

- ( ) Condomínio. Conta em outra residência
- ( ) Não possui conta (ligação não autorizada)
- ( ) Não quis apresentar a conta.
- ( ) Outro motivo. Qual? \_\_\_\_\_

24. Matrícula: \_\_\_\_\_ e/ou nº do hidrômetro: \_\_\_\_\_

25. Observações sobre a instalação do hidrômetro

26. Tarifa social? ( ) Sim ( ) Não

27. Tx. de esgoto? ( ) Sim. Percentual: \_\_\_\_\_ ( ) Não

28. Listar consumo dos últimos meses

01. _____	03. _____	05. _____
02. _____	04. _____	06. _____

29. Como é feito o pagamento da conta de água.

- ( ) Não se aplica
- ( ) Individual. Valor total da conta
- ( ) Valor dividido entre o número de casas
- ( ) Valor embutido no aluguel
- ( ) Outra forma. Qual? \_\_\_\_\_

30. Existe no domicílio alguma ligação não autorizada (“gato”) de água?

Sim  Não  Não quis/não soube responder

[Iniciar o levantamento das características dos moradores do domicílio]

---

**Uso racional da água e participação na etapa posterior da pesquisa**

---

31. Você acredita que as outras pessoas usam água de forma racional?

Sim  Não

32. Vocês usam água de forma racional?

Sim  Não [Se a resposta for não pule para questão 34]

33. Quais as ações adotadas para usar a água de forma racional?

---

34. Por que vocês não usam a água de forma racional?

---

[Explicar ao morador a próxima etapa da pesquisa: objetivos, atividades e como eles participariam]

35. Aceitaria participar da próxima etapa da pesquisa?

Sim  Não

---

**Características do morador** (preencher um formulário para cada morador do domicílio)

---

Nome: \_\_\_\_\_

36. Sexo:  masculino  feminino

37. Idade: \_\_\_\_\_

38. Cor ou raça:  branca  negra  parda  indígena  amarela

39. Qual é a relação com a pessoa responsável pelo domicílio (chefe da família):

<input type="checkbox"/> pessoa responsável	<input type="checkbox"/> filho(a), enteado(a)	<input type="checkbox"/> neto(a), bisneto(a)
<input type="checkbox"/> cônjuge, companheiro(a)	<input type="checkbox"/> Pai, Mãe, Sogro(a)	<input type="checkbox"/> irmão, irmã
<input type="checkbox"/> outra. Qual? _____		

40. Trabalho/ ocupação? \_\_\_\_\_

41. Atualmente encontra-se:

Empregado com CTPS assinada  Aprendiz/ estagiário sem remuneração

Empregado sem CTPS assinada  Aprendiz/ estagiário com remuneração

Empregador  aposentado

Conta-própria  desempregado

42. Contribui com as despesas domésticas?  Sim  Não

43. Sabe ler e escrever?  Sim  Não

44. Frequenta escola ou creche?

Sim, rede particular  Não, mas já frequentou

Sim, rede pública  Nunca frequentou

45. Escolaridade

<input type="checkbox"/> Nunca freqüentou	<input type="checkbox"/> Fundamental (1º grau) completo	<input type="checkbox"/> Superior incompleto
<input type="checkbox"/> Pré-escolar	<input type="checkbox"/> Ensino médio (2º grau) incompleto	<input type="checkbox"/> Superior completo
<input type="checkbox"/> Fundamental (1º grau) incompleto	<input type="checkbox"/> Ensino médio (2º grau) completo	<input type="checkbox"/> Pós graduação

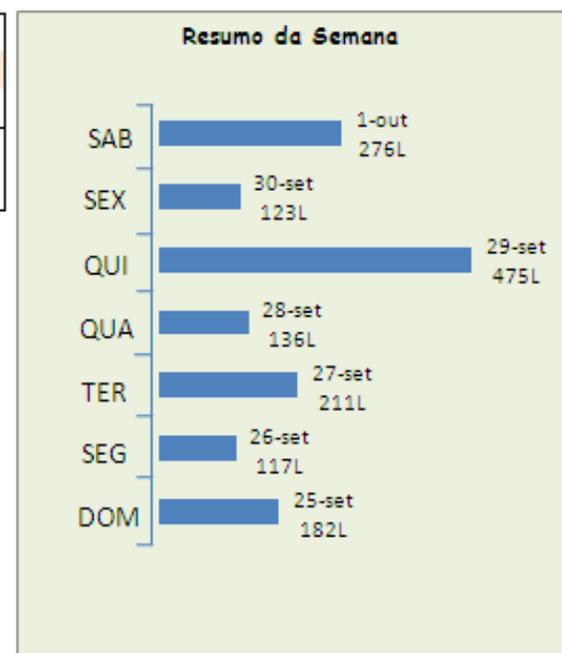
## Apêndice A - Resumo ilustrado sobre o consumo de água por dia da semana

Consumo médio por pessoa por dia	
58L/pessoa.dia , ou seja: <b>Mais ou menos 3 garrafões de 20L de água por pessoa, por dia.</b>	
Mantendo o padrão, no final do mês será consumido:	6,08m <sup>3</sup>
O que significa uma conta de aproximadamente*:	<b>R\$ 24,84</b>



Média de consumo antes das dicas sobre economia de água	Água consumida
 Meses de maio e junho	102L/pessoa.dia , ou seja:
Depois das dicas e acompanhamento do consumo	79L/pessoa.dia , ou seja:
Depois da instalação dos equipamentos economizadores	71L/pessoa.dia , ou seja:

\* Lembrando que não estamos medindo o consumo da torneira perto do portão de entrada e da que fica no terraço.



### Resumo:

O dia de maior consumo foi a quinta feira e o dia de menor consumo foi na segunda feira. O consumo de água da família está abaixo da média do bairro! Parabéns, vamos continuar utilizando a água de forma consciente!

## Apêndice B - Registros fotográficos do antes e depois da instalação dos equipamentos economizadores de água

### Residência 1:



(a) Bacia sanitária



(c) Lavatório



(b) Pia da cozinha

### Residência 2:



(a) Pia da cozinha



(b) Lavatório



(c) Bacia sanitária

### Residência 3:

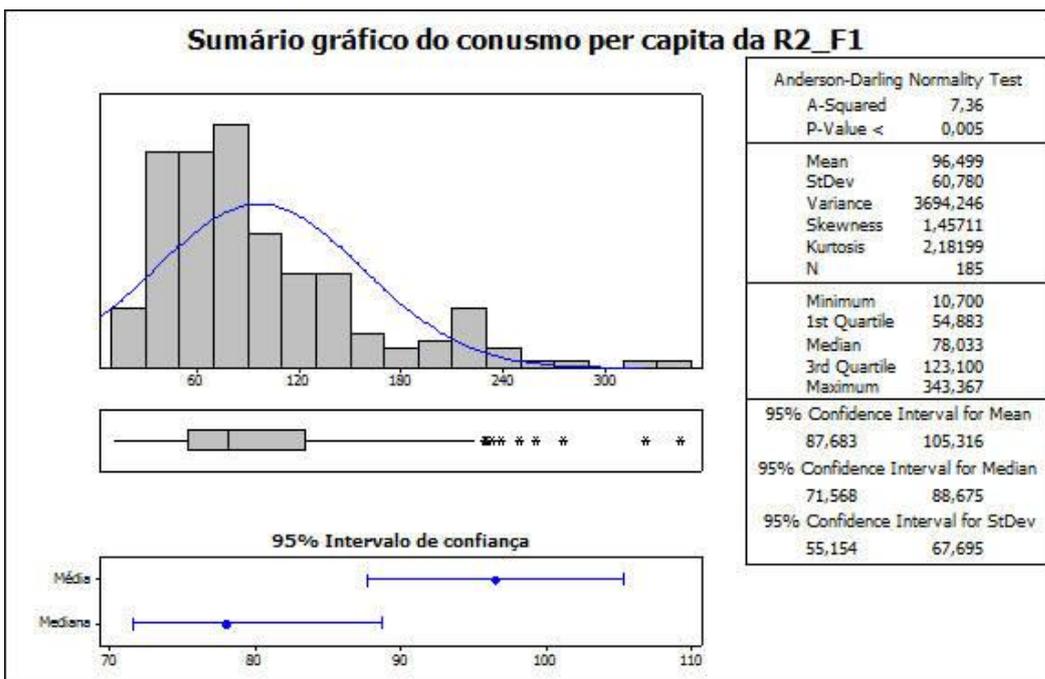
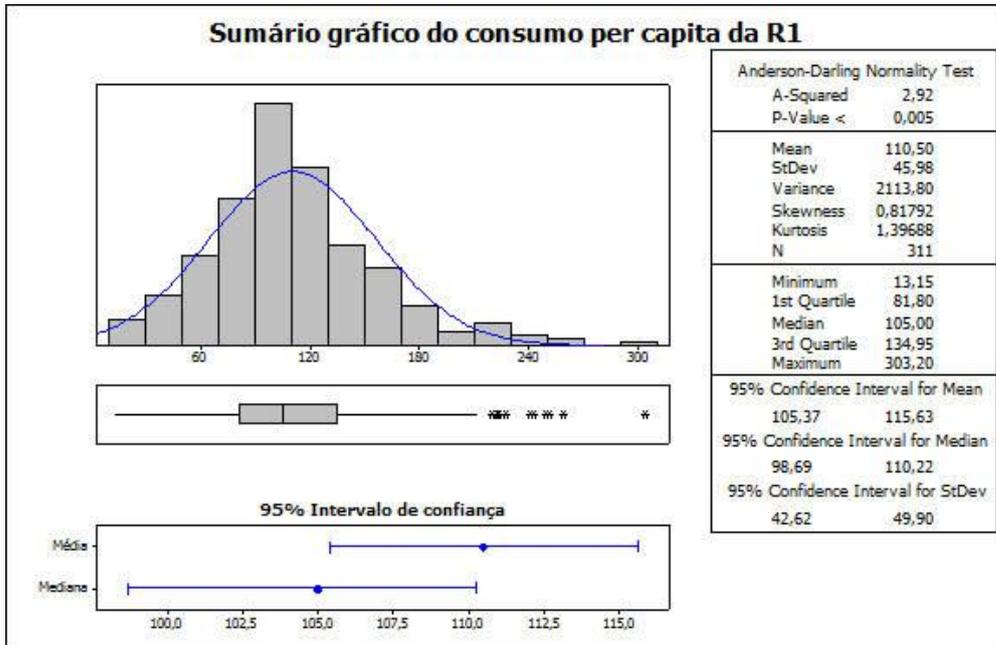


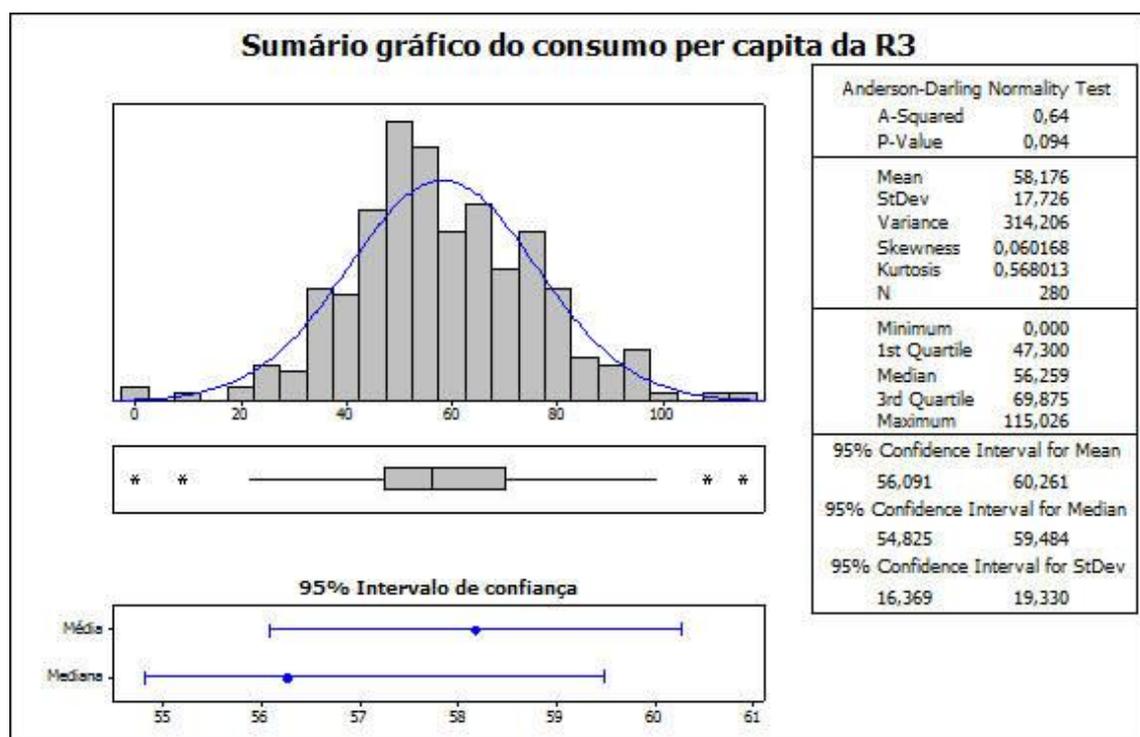
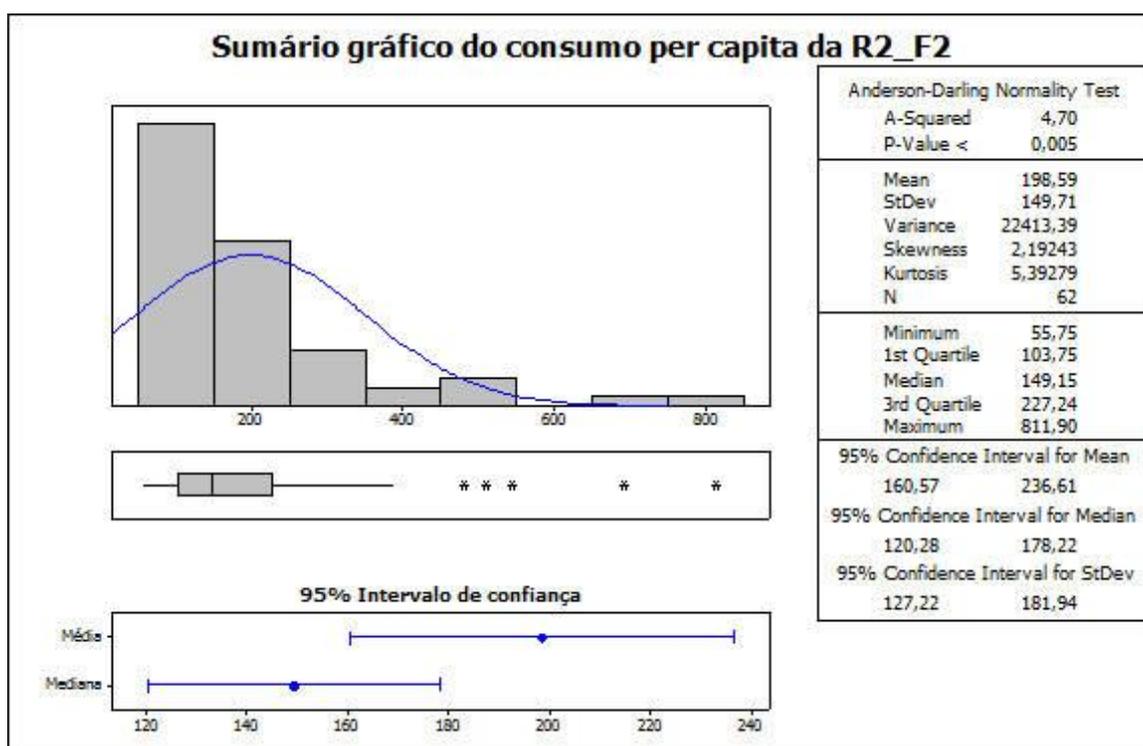
(a) Bacia sanitária



(b) Lavatório

**Apêndice C - Resumo das principais estatísticas descritivas relacionadas ao consumo de água das residências estudadas**





## Apêndice D - Informações sobre o consumo de água total por equipamentos na Residência 1

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
22/12/2010	21,7	10,3	3,4	0,0	9,0	0,0	13,2	11,6	1,9
...									
28/12/2010	70,7	49,7	7,4	0,0	32,6	0,0	7,9	0,0	0,0
...									
30/12/2010	43,4	12,9	2,4	0,0	21,3	0,0	0,0	9,5	0,0
...									
03/01/2011	73,8	23,1	13,9	0,0	40,2	4,6	0,0	13,1	2,9
04/01/2011	102,4	55,9	14,4	0,0	72,6	3,9	77,2	26,3	3,3
...									
08/01/2011	36,5	14,2	1,9	0,0	19,4	0,0	0,0	0,0	0,0
...									
12/01/2011	110,7	42,2	19,5	0,0	76,9	3,3	63,2	7,2	12,2
...									
19/01/2011	69,7	43,0	28,2	0,0	86,4	2,3	6,7	37,7	111,5
20/01/2011	88,2	70,7	38,5	0,0	108,5	4,8	0,0	9,3	46,1
21/01/2011	99,0	65,1	47,6	0,0	108,4	7,4	32,2	36,1	43,6
22/01/2011	138,0	67,6	40,1	0,0	119,1	10,6	18,9	33,7	53,3
23/01/2011	86,5	74,8	29,5	0,0	80,7	8,0	198,9	68,4	59,7
24/01/2011	107,1	55,9	36,3	0,0	107,3	8,1	13,6	21,7	55,5
25/01/2011	143,7	44,9	74,6	0,0	89,4	7,3	10,3	27,0	49,4
26/01/2011	174,9	62,5	43,1	0,0	117,4	2,0	57,5	0,0	45,4
...									
04/02/2011	45,7	37,9	32,3	0,0	74,7	2,8	18,6	0,0	14,0
05/02/2011	113,6	57,6	42,4	2,2	107,4	7,9	45,5	62,0	60,0
06/02/2011	92,6	46,7	27,4	0,0	91,0	5,3	134,5	57,6	28,9
08/02/2011	96,6	29,3	31,9	0,0	114,7	5,0	10,9	23,8	38,3
...									
19/02/2011	84,4	67,8	16,4	0,0	89,5	2,2	67,8	45,4	4,1
20/02/2011	88,9	42,6	14,7	0,0	52,3	5,0	17,8	0,0	6,9
21/02/2011	111,8	65,3	20,0	0,0	88,8	3,9	17,9	0,0	7,0
24/02/2011	73,4	74,8	7,2	0,0	39,9	5,0	4,6	0,0	0,0
25/02/2011	76,8	83,7	16,0	0,0	76,8	2,7	162,5	18,9	6,6
26/02/2011	63,1	29,2	7,2	0,0	31,1	1,8	0,0	9,3	9,2
27/02/2011	72,9	49,9	12,8	0,0	80,5	2,1	20,2	0,0	8,8
28/02/2011	42,4	27,3	5,4	0,0	29,8	4,0	7,5	9,5	3,7
01/03/2011	75,2	26,4	12,8	0,0	54,4	2,3	0,0	0,0	15,7
02/03/2011	37,0	23,8	6,5	0,0	27,7	7,2	7,3	0,0	6,7
03/03/2011	62,2	41,1	15,8	0,0	62,7	6,8	6,5	0,0	1,2
04/03/2011	78,5	45,6	15,4	0,0	33,9	3,9	10,1	0,0	10,7
05/03/2011	12,3	14,4	7,5	0,0	21,3	3,5	7,2	0,0	2,7
06/03/2011	17,9	9,2	8,2	0,0	2,7	0,5	9,6	2,4	1,6
07/03/2011	24,8	43,7	10,3	0,0	46,5	5,0	0,0	75,5	5,2
08/03/2011	35,9	25,2	4,2	0,0	19,2	3,2	7,9	0,0	5,6
...									
24/03/2011	78,6	23,5	16,9	0,0	60,1	2,5	140,8	5,6	3,7
25/03/2011	81,1	28,2	11,4	12,1	35,8	6,3	8,1	0,0	12,3
26/03/2011	130,0	39,0	16,9	0,0	80,2	2,5	0,0	0,0	19,6
27/03/2011	124,6	44,0	24,6	0,0	74,4	2,6	0,0	0,0	11,9
28/03/2011	84,7	18,5	15,5	0,0	67,2	3,8	20,1	0,0	4,9

continua

continuação

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
29/03/2011	92,1	47,9	16,2	0,0	64,3	4,4	0,0	0,0	7,7
30/03/2011	95,1	45,9	19,9	0,0	78,9	4,2	20,6	0,0	18,3
31/03/2011	129,4	38,6	20,2	0,0	64,7	1,6	7,4	3,9	5,5
01/04/2011	61,8	21,5	13,2	0,0	56,2	2,4	0,0	46,6	6,5
02/04/2011	96,9	45,4	15,5	0,0	58,9	0,9	98,4	0,0	4,0
03/04/2011	122,8	30,7	16,3	0,0	81,6	2,1	26,3	0,0	9,6
04/04/2011	48,4	66,3	21,0	0,0	58,3	2,8	8,6	0,0	8,4
05/04/2011	110,0	29,7	16,7	0,0	68,2	3,7	7,1	0,0	2,2
06/04/2011	119,0	65,1	14,4	0,0	58,5	6,7	0,0	8,1	17,4
...									
09/04/2011	82,2	25,9	13,3	0,0	64,9	2,2	0,0	0,0	7,8
10/04/2011	88,0	79,3	16,3	0,0	68,8	3,0	7,7	0,0	5,8
11/04/2011	72,8	35,3	23,0	0,0	49,6	2,7	7,9	0,0	4,2
12/04/2011	92,0	39,6	21,5	0,0	51,4	2,2	0,0	0,0	16,2
13/04/2011	55,2	45,5	13,1	0,0	27,1	1,6	0,0	6,9	2,0
14/04/2011	110,4	40,9	15,7	0,0	81,4	1,9	6,8	7,3	5,8
15/04/2011	130,6	27,1	14,9	0,0	53,4	1,7	75,2	12,2	9,7
16/04/2011	97,8	29,5	14,8	0,0	53,2	1,3	0,0	0,0	6,9
17/04/2011	87,9	38,6	19,3	0,0	58,9	4,8	36,0	0,0	3,3
18/04/2011	94,8	31,1	34,5	0,0	94,0	10,5	0,0	0,0	8,4
19/04/2011	111,8	35,0	19,8	0,0	66,7	5,5	0,0	11,5	2,6
20/04/2011	80,8	39,2	14,3	0,0	73,8	3,3	0,0	0,0	15,6
21/04/2011	116,7	35,1	18,8	0,0	62,3	2,6	24,4	5,1	12,9
22/04/2011	38,5	16,4	4,0	0,0	32,9	0,0	0,0	18,2	8,2
23/04/2011	12,3	6,1	3,4	0,0	2,4	2,1	0,0	0,0	0,0
24/04/2011	12,2	29,3	10,0	0,0	28,4	1,4	19,2	0,0	1,2
25/04/2011	61,9	26,0	11,8	0,0	40,1	0,0	7,0	0,0	2,3
26/04/2011	142,8	36,5	23,8	0,0	75,3	1,3	66,3	0,0	8,8
27/04/2011	128,2	30,2	10,8	0,0	40,7	0,0	6,9	0,0	4,3
28/04/2011	126,4	53,0	17,1	0,0	71,9	1,5	82,0	0,0	16,3
29/04/2011	80,4	18,4	17,5	0,0	34,5	2,8	0,0	9,5	5,0
30/04/2011	80,0	37,8	23,4	0,0	60,0	2,0	0,0	0,0	9,3
01/05/2011	49,5	15,0	4,5	0,0	35,6	2,3	24,2	0,0	2,4
02/05/2011	93,7	30,4	18,4	0,0	48,0	1,4	0,0	0,0	5,1
03/05/2011	112,7	38,3	13,0	0,0	58,4	3,9	7,8	0,0	10,3
04/05/2011	81,4	28,3	18,4	0,0	62,9	3,5	0,0	0,0	1,6
...									
07/05/2011	73,0	29,8	10,4	0,0	22,6	1,5	85,6	0,0	4,3
08/05/2011	36,5	14,1	7,7	0,0	31,5	1,5	0,0	0,0	0,0
09/05/2011	79,5	17,0	14,7	0,0	60,6	1,5	7,6	0,0	1,9
10/05/2011	130,6	40,2	23,3	0,0	52,6	2,7	80,4	8,4	10,9
11/05/2011	105,0	27,9	16,5	0,0	52,5	1,2	10,9	9,3	2,4
12/05/2011	48,5	17,3	8,5	0,0	35,4	1,4	4,2	0,0	3,2
13/05/2011	65,6	10,6	7,2	0,0	33,0	4,2	13,4	0,0	0,0
14/05/2011	73,3	2,6	6,6	0,0	27,2	2,8	8,5	0,0	3,3
15/05/2011	86,1	18,8	10,4	0,0	48,1	3,8	0,0	0,0	2,1
16/05/2011	95,1	41,5	10,0	0,0	39,5	1,4	0,0	0,0	2,8
17/05/2011	85,6	63,9	10,0	0,0	46,4	3,4	50,8	0,0	9,9
18/05/2011	97,4	16,0	13,6	0,0	33,0	1,5	0,0	0,0	3,2
19/05/2011	103,5	11,6	9,5	0,0	44,9	3,8	9,4	0,0	4,1
20/05/2011	74,1	19,6	9,7	0,0	41,6	1,2	0,0	8,6	6,4
21/05/2011	66,0	22,5	7,4	5,0	25,8	0,6	10,1	0,0	0,0
22/05/2011	74,0	14,3	13,0	0,0	60,5	2,6	22,8	0,0	4,5
23/05/2011	104,0	23,0	17,8	0,0	79,5	3,6	142,3	58,5	16,9

continua

continuação

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
24/05/2011	99,2	15,1	10,8	0,0	45,2	2,9	76,8	0,0	4,5
25/05/2011	98,1	14,5	13,8	0,0	53,4	4,9	35,5	14,9	10,4
26/05/2011	92,8	13,3	11,8	0,0	54,0	2,4	7,5	0,0	5,4
27/05/2011	49,2	26,8	12,0	0,0	35,7	3,4	0,0	0,0	5,7
28/05/2011	103,9	30,5	17,8	0,0	60,4	4,2	56,5	0,0	20,0
29/05/2011	85,6	25,2	11,2	0,0	57,4	0,8	8,5	0,0	8,8
30/05/2011	55,4	31,9	13,7	0,0	60,1	4,0	0,0	0,0	12,0
31/05/2011	92,6	19,1	9,7	0,0	39,6	1,9	7,4	0,0	6,3
01/06/2011	131,4	26,3	15,9	0,0	64,5	4,7	7,0	0,0	0,0
...									
03/06/2011	61,1	17,0	15,0	0,0	69,1	0,0	0,0	0,0	0,0
04/06/2011	24,1	17,7	7,9	0,0	4,4	0,0	0,0	0,0	0,0
05/06/2011	38,8	10,6	10,2	0,0	25,7	0,9	0,0	3,5	0,0
06/06/2011	80,6	6,5	11,4	0,0	37,0	0,0	6,0	0,0	0,0
07/06/2011	110,4	23,2	10,4	0,0	68,2	2,4	0,0	0,0	37,2
08/06/2011	89,1	28,0	8,3	0,0	76,9	3,2	49,2	30,7	1,5
09/06/2011	60,0	13,3	17,6	0,0	38,3	1,1	9,1	0,0	6,8
10/06/2011	124,5	13,5	13,0	0,0	54,5	1,9	7,0	0,0	3,4
11/06/2011	91,9	33,1	20,0	0,0	65,0	1,7	0,0	30,4	0,0
12/06/2011	136,5	13,3	20,4	0,0	58,1	2,9	6,8	0,0	3,3
13/06/2011	94,1	15,4	24,5	0,0	64,5	1,3	0,0	0,0	1,1
14/06/2011	84,0	19,7	11,4	0,0	52,0	2,6	0,0	11,3	0,0
15/06/2011	79,5	24,6	11,5	0,0	62,0	4,7	7,7	10,2	5,4
...									
18/06/2011	44,2	6,7	13,2	0,0	44,1	1,8	8,2	0,0	0,0
19/06/2011	118,5	28,2	15,2	0,0	58,4	2,5	150,6	0,0	1,0
20/06/2011	99,2	10,8	5,1	0,0	66,4	3,2	0,0	6,9	1,6
21/06/2011	79,4	20,4	11,0	0,0	69,0	1,9	0,0	0,0	0,0
...									
23/06/2011	36,4	8,4	24,3	0,0	35,0	0,7	0,0	0,0	24,7
24/06/2011	6,0	6,9	1,8	0,0	2,9	1,9	0,0	0,0	8,1
25/06/2011	6,0	7,5	6,9	0,0	10,6	0,0	5,8	0,0	9,5
26/06/2011	18,5	5,6	3,4	0,0	26,9	0,0	2,0	0,0	0,0
27/06/2011	55,3	13,7	11,1	0,0	41,7	1,9	0,0	0,0	48,4
28/06/2011	61,1	18,4	17,0	0,0	51,3	0,7	32,9	0,0	22,7
29/06/2011	76,5	32,3	13,9	0,0	49,8	3,4	8,5	0,0	3,8
...									
01/07/2011	111,4	30,1	15,9	0,0	60,7	1,3	8,7	9,2	3,3
02/07/2011	79,6	10,9	12,7	0,0	75,8	0,0	36,2	0,0	1,2
03/07/2011	92,4	26,7	23,8	0,0	76,7	4,3	0,0	0,0	0,0
04/07/2011	49,0	13,0	12,7	0,0	54,9	1,6	7,7	0,0	0,0
05/07/2011	36,5	27,1	5,3	0,0	50,3	2,9	11,6	0,0	0,0
06/07/2011	80,2	8,8	11,1	0,0	38,3	1,6	24,4	0,0	0,0
07/07/2011	77,1	22,1	17,7	0,0	73,7	2,8	40,7	9,5	1,9
08/07/2011	91,6	20,1	8,9	0,0	59,6	5,0	119,3	0,0	1,5
09/07/2011	127,2	28,6	24,6	0,0	95,3	3,6	21,3	21,3	0,0
10/07/2011	72,8	10,2	9,8	0,0	54,0	1,3	12,3	0,0	3,2
11/07/2011	84,4	28,8	20,6	0,0	51,5	1,9	93,2	14,5	6,3
12/07/2011	96,4	16,0	14,6	0,0	55,0	2,9	0,0	0,0	2,0
13/07/2011	92,6	29,8	18,5	0,0	66,7	3,2	23,1	35,3	12,9
...									
15/07/2011	97,4	23,8	22,5	0,0	81,4	4,7	5,7	0,0	6,9
16/07/2011	99,5	13,4	10,7	0,0	37,4	1,8	15,4	0,0	7,0

continua

continuação

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
17/07/2011	103,5	27,0	15,3	0,0	47,6	0,7	103,3	12,9	6,8
18/07/2011	87,0	15,3	12,3	0,0	21,5	0,0	0,0	0,0	5,9
19/07/2011	118,4	27,1	15,7	0,0	77,0	3,8	9,5	0,0	8,5
20/07/2011	36,8	15,4	3,5	0,0	14,2	0,8	6,7	0,0	0,0
21/07/2011	6,0	9,2	2,4	0,0	4,6	0,0	32,1	15,3	0,0
22/07/2011	32,5	10,1	6,3	0,0	17,6	0,0	13,3	0,0	3,6
23/07/2011	115,9	30,9	16,4	0,0	76,3	4,2	51,7	0,0	17,0
24/07/2011	115,9	13,5	8,6	0,0	36,6	1,9	94,5	0,0	4,9
25/07/2011	124,4	42,0	29,8	0,0	85,7	4,6	0,0	0,0	5,3
26/07/2011	87,2	25,0	17,3	0,0	42,6	10,4	0,0	0,0	6,5
27/07/2011	112,9	50,8	23,8	0,0	73,4	4,6	0,0	0,0	12,8
28/07/2011	57,9	55,6	23,6	0,0	77,2	2,0	8,3	0,0	17,8
29/07/2011	40,2	22,3	15,2	0,0	30,8	0,7	0,0	0,0	6,1
30/07/2011	103,7	15,8	22,0	0,0	49,6	5,2	18,9	2,6	10,1
31/07/2011	134,8	15,8	28,0	0,0	76,0	2,9	0,0	0,0	10,1
01/08/2011	25,8	8,1	34,7	0,0	32,9	0,9	0,0	14,0	27,7
02/08/2011	0,0	0,0	26,6	0,0	33,9	2,1	26,8	21,4	22,5
03/08/2011	0,0	11,7	34,3	0,0	39,6	0,8	0,0	5,1	46,0
04/08/2011	0,0	18,2	35,4	0,0	80,0	2,9	0,0	47,7	28,4
...									
06/08/2011	0,0	113,4	49,7	0,0	45,1	4,7	0,0	15,7	288,2
07/08/2011	77,7	54,9	38,3	0,0	50,7	0,0	20,3	38,7	16,1
08/08/2011	89,7	41,2	36,0	0,0	36,0	0,0	89,9	8,6	20,1
09/08/2011	82,7	30,7	32,0	0,0	32,5	2,2	0,0	9,4	0,0
10/08/2011	77,6	42,7	38,5	0,0	37,8	0,0	6,7	6,3	14,4
11/08/2011	54,2	7,6	22,5	0,0	22,1	2,3	0,0	9,3	9,0
12/08/2011	109,6	50,1	31,6	0,0	38,0	0,0	0,0	0,0	27,9
13/08/2011	48,2	26,6	24,8	0,0	23,7	0,0	0,0	7,8	15,8
14/08/2011	21,1	13,1	11,2	0,0	10,3	0,0	0,0	16,0	4,5
15/08/2011	91,5	40,5	24,8	0,0	30,1	0,0	0,0	15,3	125,7
16/08/2011	100,7	27,4	25,0	0,0	37,6	0,0	0,0	0,0	0,0
17/08/2011	77,0	33,8	33,4	0,0	24,4	0,0	0,0	24,0	19,4
18/08/2011	72,5	53,5	27,1	0,0	38,0	0,0	0,0	5,9	37,8
19/08/2011	71,7	22,7	36,2	0,0	32,0	0,0	0,0	3,8	30,3
20/08/2011	69,0	36,3	26,0	0,0	38,1	0,0	21,3	13,2	76,3
21/08/2011	96,0	48,5	25,0	0,0	36,2	0,0	90,8	0,0	38,2
22/08/2011	88,2	20,7	31,5	0,0	37,4	0,0	0,0	7,4	27,5
23/08/2011	70,9	20,5	15,4	0,0	31,5	0,0	0,0	17,1	21,0
24/08/2011	74,2	13,8	27,0	0,0	43,8	0,0	12,8	8,4	30,6
25/08/2011	61,4	0,0	35,3	0,0	34,4	0,0	0,0	0,0	23,1
26/08/2011	90,7	22,3	25,4	0,0	29,9	1,4	0,0	0,0	24,4
27/08/2011	45,7	29,0	17,1	0,0	36,7	4,1	21,2	7,4	5,0
28/08/2011	44,9	56,4	21,6	0,0	35,1	2,5	12,4	0,0	10,9
29/08/2011	41,9	22,8	17,4	0,0	34,8	2,5	0,0	13,1	16,4
30/08/2011	58,1	49,9	10,7	0,0	44,7	0,0	0,0	0,0	18,8
31/08/2011	53,6	19,5	26,7	0,0	21,8	0,0	102,5	6,1	16,0
01/09/2011	0,0	14,1	14,1	0,0	15,8	0,7	19,1	0,0	1,5
02/09/2011	61,6	33,4	5,6	0,0	34,0	2,3	11,0	9,4	5,5
03/09/2011	32,5	20,3	17,6	0,0	31,4	2,1	0,0	0,0	3,0
04/09/2011	40,2	0,0	5,1	0,0	6,6	0,0	7,9	0,0	0,0
05/09/2011	58,5	33,7	12,9	0,0	57,2	0,0	0,0	5,4	0,0
06/09/2011	75,6	12,2	12,8	0,0	46,8	1,4	0,0	1,9	0,0
07/09/2011	101,5	62,4	13,2	0,0	48,6	0,0	88,4	0,0	0,0
08/09/2011	87,6	27,9	18,3	0,0	41,8	1,0	0,0	6,3	10,8

continua

continuação

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
09/09/2011	70,2	40,2	23,5	0,0	72,8	2,4	0,0	15,5	1,7
10/09/2011	73,7	20,0	16,6	0,0	46,3	2,3	221,8	35,6	8,4
11/09/2011	50,8	24,2	9,9	0,0	76,8	1,6	9,7	9,0	0,9
12/09/2011	60,6	30,5	20,4	0,0	47,6	0,5	56,2	23,9	6,2
13/09/2011	56,9	17,3	11,9	0,0	57,9	1,4	4,7	5,8	0,0
14/09/2011	37,3	13,2	10,2	0,0	39,9	1,5	6,0	14,9	2,9
15/09/2011	48,0	44,4	19,7	0,0	69,2	1,4	10,0	8,2	10,2
16/09/2011	76,0	69,2	15,8	0,0	56,1	2,2	33,3	18,5	1,6
17/09/2011	93,6	54,0	21,1	0,0	104,3	5,1	0,0	6,0	10,2
18/09/2011	128,6	66,5	27,3	0,0	88,8	5,9	15,9	20,0	3,3
19/09/2011	84,5	49,3	18,8	0,0	71,9	0,6	0,0	5,5	4,4
20/09/2011	102,6	35,9	18,6	0,0	79,2	1,7	0,0	4,2	10,6
21/09/2011	75,7	18,1	11,4	0,0	36,3	2,1	0,0	4,3	2,9
22/09/2011	63,0	15,1	9,8	0,0	49,7	2,2	0,0	5,9	0,0
23/09/2011	85,0	26,6	17,5	0,0	91,6	1,1	30,3	12,6	0,0
24/09/2011	52,7	64,8	14,5	0,0	61,3	1,2	80,2	16,3	4,3
25/09/2011	95,2	14,9	20,0	0,0	82,5	1,0	0,0	4,8	2,2
...									
01/10/2011	68,0	62,6	11,3	0,0	62,8	1,7	10,6	12,6	7,4
02/10/2011	56,8	89,2	15,1	0,0	61,9	2,6	76,7	6,5	13,1
03/10/2011	58,5	26,0	20,9	0,0	85,3	0,5	0,0	16,3	2,0
04/10/2011	41,3	19,1	9,6	0,0	35,0	1,3	7,2	4,5	1,9
05/10/2011	56,3	40,5	18,2	0,0	78,8	2,3	5,0	4,0	4,2
06/10/2011	51,1	33,4	10,0	0,0	50,8	0,7	0,0	10,4	1,3
07/10/2011	73,3	60,0	12,7	0,0	100,6	2,2	70,6	13,1	24,9
08/10/2011	67,0	24,7	15,2	0,0	46,8	1,3	0,0	16,5	4,7
09/10/2011	51,0	64,0	15,4	0,0	71,1	4,1	0,0	21,3	2,1
10/10/2011	57,2	24,8	17,1	0,0	73,0	1,7	36,1	13,8	10,8
11/10/2011	95,9	27,1	18,4	0,0	65,1	1,8	11,7	11,5	3,7
12/10/2011	47,0	19,4	5,2	0,0	10,9	0,7	0,0	0,0	0,0
13/10/2011	41,8	29,7	9,4	0,0	30,2	0,7	6,2	0,0	4,8
14/10/2011	74,4	18,7	16,0	0,0	42,6	1,4	9,1	3,6	11,6
15/10/2011	81,0	27,9	14,9	0,0	53,9	5,7	22,1	2,7	6,7
16/10/2011	66,0	31,6	9,6	0,0	31,6	0,9	0,0	7,3	2,4
17/10/2011	80,9	48,0	12,5	0,0	54,5	0,7	89,0	12,2	4,8
18/10/2011	58,8	40,7	14,7	0,0	73,8	1,6	0,0	7,6	4,9
19/10/2011	62,5	34,2	16,5	0,0	57,3	0,7	0,0	6,4	2,2
20/10/2011	68,7	22,3	16,0	0,0	42,4	0,7	0,0	0,0	1,9
21/10/2011	35,6	4,2	9,2	0,0	20,5	0,0	0,0	8,5	6,8
22/10/2011	82,2	42,5	12,7	0,0	38,5	0,0	0,0	0,0	2,0
23/10/2011	34,4	26,4	9,4	0,0	34,7	3,0	0,0	0,0	0,9
24/10/2011	62,9	41,1	14,5	0,0	40,8	0,0	21,5	0,0	3,8
25/10/2011	81,4	23,6	13,8	0,0	29,1	1,1	0,0	1,7	8,6
26/10/2011	59,0	29,5	11,3	0,0	42,9	0,6	0,0	5,1	5,9
27/10/2011	81,9	44,1	14,1	0,0	61,7	1,3	0,0	9,2	8,1
28/10/2011	62,2	43,4	21,8	0,0	55,2	1,5	98,3	13,6	14,2
29/10/2011	78,4	35,5	28,4	0,0	53,5	2,8	4,9	19,8	25,4
30/10/2011	80,2	21,3	15,5	0,0	46,8	1,4	13,9	9,3	4,7
31/10/2011	46,9	14,3	15,2	0,0	42,7	1,5	0,0	12,9	1,4
01/11/2011	74,8	34,0	12,9	0,0	34,1	0,0	19,2	12,1	3,5
02/11/2011	92,8	25,3	19,4	0,0	53,4	2,2	0,0	0,0	32,9
03/11/2011	69,2	26,5	12,9	0,0	44,8	1,4	0,0	2,1	3,4
04/11/2011	64,8	15,9	20,0	0,0	70,2	2,1	0,0	6,6	3,3

continua

continuação

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
05/11/2011	79,6	47,2	14,5	0,0	36,9	2,4	6,3	2,4	1,9
06/11/2011	79,6	54,5	16,8	0,0	50,8	2,1	0,0	3,3	2,9
07/11/2011	76,3	41,1	13,3	0,0	45,3	2,1	5,3	0,0	0,0
08/11/2011	69,0	24,0	10,9	0,0	47,0	2,8	0,0	6,1	2,6
09/11/2011	74,7	22,6	17,1	0,0	70,3	3,2	27,4	8,6	9,1
10/11/2011	74,7	21,3	18,3	0,0	54,5	2,3	0,0	10,0	0,9
11/11/2011	71,3	52,8	24,7	0,0	65,8	4,1	26,0	18,9	5,7
12/11/2011	80,5	23,1	27,3	0,0	65,6	3,7	0,0	5,5	7,7
13/11/2011	73,7	4,2	14,5	0,0	61,5	2,0	37,0	13,4	41,0
14/11/2011	87,9	45,8	12,5	0,0	63,1	5,9	115,8	11,8	9,2
15/11/2011	15,8	14,4	2,8	0,0	8,1	1,3	0,0	7,3	2,8
16/11/2011	69,8	36,6	10,0	0,0	37,0	4,5	0,0	10,3	0,0
17/11/2011	77,7	27,9	13,7	0,0	44,7	0,5	0,0	7,7	2,1
18/11/2011	54,6	65,4	24,8	0,0	88,6	2,8	41,5	0,0	3,1
19/11/2011	56,4	38,6	6,0	0,0	30,9	0,7	0,0	6,0	3,1
20/11/2011	83,6	35,7	13,9	0,0	57,8	2,3	30,4	8,1	4,6
21/11/2011	83,2	52,3	12,0	0,0	66,5	3,7	81,6	19,5	13,4
22/11/2011	76,3	29,9	18,3	0,0	86,5	4,2	0,0	19,1	1,1
23/11/2011	63,4	34,3	11,4	0,0	54,8	3,7	0,0	8,0	4,9
24/11/2011	57,9	18,9	14,8	0,0	37,5	2,2	0,0	2,0	4,5
25/11/2011	56,8	16,3	11,7	0,0	50,9	3,4	0,0	8,4	4,3
26/11/2011	45,4	63,7	15,2	0,0	63,1	3,1	0,0	6,4	5,5
27/11/2011	29,0	20,2	3,0	0,0	14,7	0,0	0,0	3,8	0,0
28/11/2011	64,1	30,0	11,8	0,0	59,6	2,1	0,0	0,0	5,4
29/11/2011	79,3	18,3	15,0	0,0	56,8	2,2	93,8	0,0	14,6
30/11/2011	81,6	31,6	13,5	0,0	71,2	0,8	0,0	9,4	8,7
01/12/2011	79,9	29,3	15,1	0,0	55,1	3,5	16,0	5,6	3,0
02/12/2011	140,0	22,9	31,7	0,0	76,1	2,6	14,8	9,8	8,2
03/12/2011	58,1	18,6	16,1	0,0	34,0	0,6	127,4	2,9	2,4
04/12/2011	88,2	45,0	24,4	0,0	75,1	3,1	0,0	7,5	4,5
05/12/2011	83,9	51,7	18,9	0,0	43,5	0,7	15,9	8,2	8,6
06/12/2011	42,5	31,5	8,1	0,0	40,0	3,0	0,0	0,0	4,7
07/12/2011	59,9	44,8	15,0	0,0	63,1	0,5	0,0	0,0	6,0
08/12/2011	71,6	86,0	26,9	0,0	110,7	1,4	13,4	5,7	1,3
09/12/2011	55,5	35,5	14,2	0,0	87,6	1,3	6,7	13,4	10,1
10/12/2011	59,9	68,8	30,8	0,0	128,9	3,9	17,3	39,1	11,6
11/12/2011	84,4	56,7	12,7	0,0	55,6	2,7	72,4	23,0	5,1
12/12/2011	93,6	29,2	17,5	0,0	66,0	3,6	0,0	0,0	6,4
13/12/2011	99,1	9,1	15,3	0,0	56,2	1,6	0,0	10,0	4,1
14/12/2011	92,6	18,3	13,9	0,0	74,9	1,8	0,0	4,9	1,8
15/12/2011	84,1	34,3	20,2	0,0	44,3	1,4	0,0	18,6	0,0
16/12/2011	65,4	27,9	20,6	0,0	49,1	2,6	0,0	18,7	0,0
17/12/2011	75,4	44,9	11,6	0,0	45,3	3,4	29,2	4,5	2,4
18/12/2011	103,2	58,7	26,2	0,0	64,8	3,0	173,9	10,3	14,2
19/12/2011	82,4	60,1	34,6	0,0	98,1	10,1	8,6	17,5	1,4
20/12/2011	90,3	30,7	14,6	0,0	73,5	2,5	0,0	13,1	5,9
...									
05/01/2012	36,6	13,4	14,0	0,0	44,0	0,6	0,0	8,0	0,0
06/01/2012	77,3	36,0	16,0	0,0	57,1	4,6	0,0	0,0	1,8
07/01/2012	86,6	48,3	23,8	0,0	91,1	2,2	27,9	13,5	5,0
08/01/2012	93,5	40,7	15,6	0,0	74,1	2,2	5,8	16,8	11,2
09/01/2012	75,9	33,1	13,8	0,0	59,7	1,9	0,0	10,3	0,5
10/01/2012	34,5	7,9	10,8	0,0	23,6	0,0	0,0	0,0	4,5
11/01/2012	68,5	46,7	14,6	0,0	55,6	3,8	27,8	5,8	5,5

continua

## conclusão

Data	BS(L)	CH(L)	Lvt(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	Filt(L)	Tq1(L)	Tq2(L)	Ind(L)
12/01/2012	78,3	140,0	33,8	0,0	116,3	7,6	0,0	13,2	6,6
13/01/2012	53,6	80,8	29,3	0,0	111,3	2,9	10,6	11,4	11,6
14/01/2012	51,0	129,4	29,7	0,0	137,3	10,9	42,7	9,7	12,0
15/01/2012	117,5	125,8	25,4	0,0	109,6	1,1	6,1	11,0	7,2
16/01/2012	44,0	40,9	17,2	0,0	40,7	3,4	87,8	2,5	0,0
17/01/2012	100,3	78,9	20,5	0,0	83,0	5,8	29,3	8,3	6,2
18/01/2012	104,7	27,0	18,9	0,0	41,6	5,1	0,0	0,0	2,2
19/01/2012	74,4	37,2	17,3	0,0	87,6	4,8	0,0	8,5	0,9
20/01/2012	88,9	51,9	26,8	0,0	61,7	5,6	12,9	2,0	1,2
21/01/2012	79,6	43,7	16,7	0,0	68,0	4,5	7,3	10,2	3,2
22/01/2012	98,8	55,5	21,8	0,0	64,0	1,3	7,2	21,1	17,1
23/01/2012	63,0	42,8	23,5	0,0	71,8	6,9	0,0	22,1	1,9
24/01/2012	73,2	41,0	12,2	0,0	44,7	7,1	0,0	0,0	18,6

As reticencias indicam perda de dados entre os períodos acima e abaixo delas.

Legenda: BS (Bacia sanitária), CH (Chuveiros), Lvt(Lavatórios), Vaz (Vazamentos), PCoz (Pia da cozinha), Filt. (Filtro), Tq1 (Tanque 1), Tq2 (Tanque 2) e Ind (Indeterminado).

continua

## Apêndice E - Informações sobre o consumo total de água por equipamentos na Residência 2

Data	BSs(L)	CHs(L)	Lvts(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	TQs(L)	Maq(L)	Ind(L)
17/12/2010	43,1	44,8	6,5	0,0	35,0	18,8	405,8	0,0
...								
21/12/2010	39,0	28,2	2,9	0,0	8,3	0,0	0,0	0,0
20/01/2011	32,9	43,6	5,7	0,0	12,7	14,1	0,0	0,0
21/01/2011	78,6	51,2	15,3	0,0	57,3	52,7	127,0	0,0
22/01/2011	44,5	8,8	2,2	0,0	11,0	20,9	0,0	0,0
23/01/2011	102,3	54,2	11,3	0,0	40,4	65,1	0,0	2,6
24/01/2011	43,7	72,4	6,3	0,0	31,5	62,7	0,0	0,0
25/01/2011	23,7	36,2	9,4	0,0	38,3	42,9	0,0	3,5
26/01/2011	36,8	54,0	6,6	0,0	39,2	40,4	0,0	4,8
27/01/2011	44,7	26,9	6,2	0,0	30,2	26,5	0,0	7,7
28/01/2011	20,6	103,8	4,3	0,0	23,8	32,4	0,0	1,4
29/01/2011	48,6	34,9	9,6	0,0	29,0	23,4	0,0	1,7
30/01/2011	110,5	86,8	9,6	0,0	58,5	117,3	253,2	0,0
31/01/2011	52,8	29,4	6,6	0,0	23,6	17,2	0,0	1,0
01/02/2011	75,2	47,9	11,0	0,0	45,3	88,5	0,0	2,6
02/02/2011	47,1	62,8	14,3	0,0	92,5	49,3	370,8	0,9
03/02/2011	24,0	115,2	11,9	0,0	29,1	35,8	0,0	8,3
...								
05/02/2011	62,6	62,2	10,8	0,0	41,9	24,4	0,0	1,0
06/02/2011	86,4	48,9	11,9	0,0	35,0	23,1	0,0	165,1
07/02/2011	76,7	49,0	15,1	0,0	52,5	28,3	118,1	0,0
08/02/2011	58,3	47,0	5,3	0,0	27,1	22,6	0,0	0,0
09/02/2011	63,0	60,9	7,1	0,0	43,2	32,1	0,0	6,8
10/02/2011	54,5	37,0	11,3	0,0	45,3	37,1	0,0	7,9
...								
12/02/2011	98,0	69,7	10,8	0,0	52,3	42,7	108,8	8,6
13/02/2011	75,9	88,0	7,7	0,0	44,8	70,9	0,0	2,7
14/02/2011	70,4	45,1	9,5	0,0	45,8	40,8	0,0	0,0
15/02/2011	69,2	29,8	6,3	0,0	31,9	70,8	245,9	6,3
16/02/2011	124,5	24,2	13,0	0,0	69,5	154,2	277,9	5,8
17/02/2011	58,4	87,6	11,2	0,0	44,4	45,1	172,1	32,5
18/02/2011	145,4	32,1	14,4	0,0	58,3	31,8	88,1	3,8
19/02/2011	79,4	55,8	12,3	0,0	48,7	33,8	46,4	20,3
20/02/2011	78,0	43,2	3,1	0,0	19,5	32,4	30,4	2,7
21/02/2011	74,4	82,6	20,1	0,0	57,4	72,7	93,4	7,7
22/02/2011	59,4	85,6	7,3	0,0	35,3	22,6	0,0	4,8
23/02/2011	58,2	58,1	11,3	0,0	50,5	41,6	355,2	3,9
24/02/2011	10,1	33,9	7,8	0,0	31,0	56,8	0,0	1,3
...								
02/03/2011	97,1	80,6	11,9	0,0	66,1	42,6	337,3	6,6
03/03/2011	109,7	56,0	13,7	0,0	75,5	52,6	375,4	6,2
04/03/2011	94,0	50,6	20,9	0,0	64,9	32,8	125,6	3,0
05/03/2011	68,6	44,7	15,1	0,0	54,4	69,3	0,0	21,1
06/03/2011	78,0	75,5	23,8	0,0	67,9	52,6	0,0	4,9
07/03/2011	67,7	18,2	11,8	0,0	47,0	20,6	0,0	0,0
08/03/2011	74,0	88,0	12,5	0,0	45,7	35,6	705,8	7,6

continua

continuação

Data	BSs(L)	CHs(L)	Lvts(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	TQs(L)	Maq(L)	Ind(L)
...								
31/03/2011	117,0	103,8	21,7	0,0	103,1	145,3	244,7	12,1
01/04/2011	117,7	131,8	19,7	0,0	69,3	72,4	118,3	5,9
02/04/2011	29,0	64,6	12,9	0,0	48,2	18,4	0,0	12,2
03/04/2011	51,4	106,5	14,5	0,0	57,0	73,8	72,4	29,5
04/04/2011	46,5	25,4	6,7	0,0	49,7	67,5	0,0	4,5
05/04/2011	77,3	124,8	19,3	0,0	65,0	112,6	0,0	8,5
06/04/2011	72,3	102,7	15,7	0,0	68,3	66,5	370,8	4,5
07/04/2011	70,0	69,5	13,5	0,0	71,8	195,3	0,0	23,6
08/04/2011	44,9	84,3	17,8	0,0	60,1	98,0	0,0	7,1
09/04/2011	82,8	106,9	18,8	0,0	53,3	60,9	0,0	10,7
10/04/2011	35,9	81,3	12,6	0,0	42,0	69,7	0,0	18,2
11/04/2011	16,7	45,9	8,3	0,0	23,4	72,4	0,0	5,6
12/04/2011	99,7	44,6	13,0	0,0	51,0	50,6	0,0	9,9
13/04/2011	101,3	100,0	14,1	0,0	55,0	71,0	0,0	14,2
14/04/2011	113,0	87,6	15,9	0,0	82,2	87,7	0,0	15,5
15/04/2011	53,5	37,2	18,2	0,0	67,5	150,1	0,0	9,6
16/04/2011	65,2	103,2	13,7	0,0	72,3	77,5	483,1	10,5
17/04/2011	97,2	48,4	13,3	0,0	43,1	77,9	103,4	6,2
18/04/2011	128,3	34,4	11,7	0,0	39,9	52,1	0,0	11,0
19/04/2011	87,5	75,2	11,1	0,0	37,6	50,1	0,0	2,4
20/04/2011	88,7	94,9	17,7	0,0	70,5	139,2	0,0	18,4
...								
28/04/2011	87,1	28,7	18,4	0,0	74,3	70,3	345,6	16,4
29/04/2011	132,1	272,5	16,5	0,0	71,8	72,5	208,5	2,0
30/04/2011	109,1	40,3	8,9	0,0	45,1	94,2	0,0	3,6
01/05/2011	55,3	39,8	9,3	0,0	35,2	93,5	0,0	0,0
02/05/2011	90,2	28,1	12,0	0,0	67,3	64,8	274,5	2,4
03/05/2011	83,8	28,7	9,1	0,0	51,5	52,8	379,4	4,2
...								
07/05/2011	111,5	24,8	12,0	0,0	41,5	27,9	0,0	0,0
08/05/2011	68,7	86,4	13,5	0,0	37,5	37,4	0,0	124,7
09/05/2011	75,4	70,1	14,2	0,0	52,6	119,1	0,0	2,6
10/05/2011	76,5	47,2	24,5	0,0	78,6	133,5	669,8	0,0
...								
04/06/2011	45,9	55,2	2,5	0,0	20,4	81,2	21,2	0,0
05/06/2011	55,9	38,3	14,0	0,0	42,6	63,2	0,0	4,9
06/06/2011	96,5	53,2	14,1	0,0	43,6	21,0	358,6	5,5
07/06/2011	54,8	55,5	9,2	0,0	36,1	32,3	0,0	14,6
08/06/2011	67,1	40,1	13,0	0,0	40,3	24,9	0,0	0,0
09/06/2011	69,9	31,7	7,8	0,0	34,3	40,1	0,0	1,7
10/06/2011	63,4	23,7	9,4	0,0	28,5	19,7	120,4	0,0
11/06/2011	73,5	63,1	8,8	0,0	36,4	45,3	115,0	8,3
12/06/2011	68,0	70,8	16,6	0,0	38,8	49,6	0,0	0,0
13/06/2011	56,4	36,1	12,9	0,0	37,5	52,1	89,4	0,9
14/06/2011	53,8	49,9	9,0	0,0	36,0	79,5	57,9	0,0
15/06/2011	102,7	63,5	10,5	0,0	42,2	69,0	113,9	2,2
16/06/2011	81,8	17,6	10,1	0,0	56,2	39,7	119,3	1,6
17/06/2011	44,0	22,7	11,2	0,0	29,8	26,5	0,0	29,5
18/06/2011	96,8	66,1	11,8	0,0	20,2	24,9	0,0	28,0
19/06/2011	61,1	58,1	8,9	0,0	34,9	70,2	0,0	1,0
20/06/2011	51,5	33,6	4,2	0,0	44,0	33,6	233,6	7,5
21/06/2011	87,5	78,1	11,1	0,0	29,6	33,0	0,0	2,6

continua

continuação

Data	BSs(L)	CHs(L)	Lvts(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	TQs(L)	Maq(L)	Ind(L)
22/06/2011	83,1	48,0	7,0	0,0	16,4	27,8	0,0	0,0
23/06/2011	73,4	49,8	9,7	0,0	48,0	31,2	118,1	12,1
24/06/2011	39,5	25,3	5,7	0,0	25,4	10,3	0,0	0,0
25/06/2011	59,3	18,1	6,2	0,0	33,0	26,2	0,0	0,0
26/06/2011	63,4	27,7	7,3	0,0	24,5	40,2	0,0	0,0
27/06/2011	111,1	38,4	18,0	0,0	59,0	78,5	115,1	6,4
28/06/2011	76,0	60,3	10,6	0,0	39,2	13,3	0,0	2,9
29/06/2011	106,4	33,7	7,6	0,0	44,1	19,1	179,4	0,0
30/06/2011	115,9	55,9	8,8	0,0	46,5	63,4	0,0	0,0
01/07/2011	49,9	32,1	3,6	0,0	22,5	38,1	0,0	1,8
02/07/2011	53,3	56,4	6,2	0,0	54,9	55,1	110,5	0,0
03/07/2011	36,9	35,3	2,8	0,0	7,5	7,9	22,5	0,0
04/07/2011	14,4	32,1	2,0	0,0	3,1	15,6	0,0	4,6
05/07/2011	42,3	21,0	1,4	0,0	7,6	11,1	0,0	2,6
06/07/2011	45,0	51,3	10,3	0,0	40,9	100,0	0,0	22,0
07/07/2011	34,8	23,4	4,3	0,0	20,5	24,2	0,0	5,7
08/07/2011	22,2	14,6	1,1	0,0	13,1	36,7	0,0	7,9
09/07/2011	14,9	0,0	1,6	0,0	5,5	20,9	0,0	0,3
10/07/2011	33,1	21,4	4,1	0,0	14,1	31,3	0,0	10,5
11/07/2011	34,4	15,9	5,6	0,0	8,4	19,8	119,2	8,5
12/07/2011	57,5	46,6	10,7	0,0	65,2	59,6	348,6	55,8
13/07/2011	25,1	51,2	11,1	0,0	33,3	20,7	58,7	0,0
...								
17/07/2011	89,3	26,8	5,3	0,0	20,0	28,8	0,0	14,9
18/07/2011	114,0	43,0	5,7	0,0	60,5	50,8	295,2	23,6
19/07/2011	65,2	56,7	11,2	0,0	44,4	74,4	0,0	14,4
20/07/2011	46,2	16,3	7,4	0,0	34,4	18,4	0,0	11,8
21/07/2011	53,2	43,1	16,3	0,0	54,0	36,3	0,0	10,6
22/07/2011	74,1	59,3	8,2	0,0	19,3	55,3	0,0	17,9
23/07/2011	68,4	43,3	8,9	0,0	50,2	47,8	407,5	18,1
24/07/2011	33,8	18,0	4,1	0,0	20,8	9,5	0,0	4,0
25/07/2011	60,5	23,7	10,2	0,0	42,8	40,8	0,0	7,5
26/07/2011	56,0	35,4	3,0	0,0	19,7	47,6	0,0	2,4
27/07/2011	59,9	38,5	3,7	0,0	10,0	2,4	0,0	3,2
28/07/2011	90,9	56,2	9,9	0,0	30,8	18,4	0,0	9,9
29/07/2011	46,3	25,2	4,5	0,0	15,8	15,1	0,0	6,7
30/07/2011	70,2	36,9	5,2	0,0	15,2	37,5	0,0	6,2
31/07/2011	41,8	14,6	5,6	0,0	27,3	42,2	0,0	7,7
01/08/2011	41,8	31,6	7,5	0,0	39,5	46,5	0,0	2,4
02/08/2011	73,4	53,6	3,8	0,0	21,7	27,8	0,0	2,9
03/08/2011	50,3	27,2	5,6	0,0	27,8	10,9	0,0	0,0
...								
06/08/2011	14,9	40,7	2,3	0,0	18,7	10,4	108,5	0,0
07/08/2011	30,6	46,6	4,4	0,0	25,1	21,7	0,0	0,0
08/08/2011	62,9	47,9	9,2	0,0	39,8	39,2	225,7	0,0
09/08/2011	92,8	52,8	9,3	0,0	35,1	24,0	0,0	0,0
10/08/2011	27,1	63,8	4,9	0,0	16,4	8,2	115,2	0,0
11/08/2011	89,0	62,3	10,3	0,0	71,2	46,4	213,0	2,0
12/08/2011	80,0	42,9	3,6	0,0	19,6	35,1	0,0	2,0
13/08/2011	38,2	19,8	4,0	0,0	14,2	35,9	0,0	0,0
14/08/2011	110,2	54,2	10,4	0,0	29,5	32,2	0,0	3,9
15/08/2011	102,3	47,2	8,7	0,0	35,8	49,4	0,0	0,0
16/08/2011	109,2	53,5	11,5	0,0	28,1	20,2	0,0	0,0
17/08/2011	66,3	39,3	8,3	0,0	27,8	58,3	120,9	0,0

continua

continuação

<b>Data</b>	<b>BSs(L)</b>	<b>CHs(L)</b>	<b>Lvts(L)</b>	<b>Vaz(L)</b>	<b>PCoz(L)</b>	<b>TQs(L)</b>	<b>Maq(L)</b>	<b>Ind(L)</b>
18/08/2011	66,9	60,7	5,6	0,0	48,3	21,4	0,0	2,3
19/08/2011	74,4	82,5	3,0	0,0	12,7	14,4	0,0	6,8
20/08/2011	90,4	64,1	8,5	0,0	45,4	52,8	0,0	0,0
21/08/2011	20,9	12,0	3,2	0,0	9,9	5,0	0,0	0,0
22/08/2011	87,7	29,6	4,1	0,0	12,6	4,8	0,0	0,0
23/08/2011	80,5	15,0	7,8	0,0	37,0	78,0	0,0	0,0
24/08/2011	35,2	25,9	0,5	0,0	12,3	8,3	0,0	0,0
25/08/2011	66,1	38,7	2,0	0,0	32,9	32,1	169,8	0,0
...								
30/08/2011	80,3	31,6	15,7	0,0	51,5	22,8	483,9	0,0
31/08/2011	67,7	46,1	3,4	0,0	14,1	7,6	0,0	0,0
01/09/2011	97,0	44,3	7,5	0,0	23,9	55,0	201,1	3,5
02/09/2011	69,9	17,7	4,4	0,0	15,6	5,8	107,6	0,0
03/09/2011	45,8	45,3	4,3	0,0	13,3	9,0	103,8	0,0
04/09/2011	67,2	53,6	9,7	0,0	32,4	88,0	63,1	0,0
05/09/2011	51,1	25,1	5,3	0,0	23,6	34,2	0,0	1,6
06/09/2011	56,7	32,5	6,5	0,0	17,4	40,7	98,1	0,0
07/09/2011	64,2	37,5	7,1	0,0	26,2	26,5	122,5	0,0
08/09/2011	50,3	68,8	7,5	0,0	26,9	8,3	0,0	3,4
...								
20/09/2011	66,0	14,9	3,2	0,0	33,1	43,7	105,0	0,0
21/09/2011	52,3	43,9	5,8	0,0	20,4	22,4	0,0	0,0
22/09/2011	58,6	27,0	5,5	0,0	10,8	14,0	0,0	1,2
23/09/2011	108,7	92,9	7,5	0,0	38,9	66,0	195,1	0,0
24/09/2011	86,0	31,8	3,1	0,0	5,7	18,2	0,0	0,0
25/09/2011	74,2	47,4	5,1	0,0	23,8	31,6	0,0	0,0
26/09/2011	51,3	30,8	4,1	0,0	11,4	18,9	0,0	0,0
27/09/2011	46,2	96,8	2,6	0,0	11,5	53,7	0,0	0,0
28/09/2011	41,4	47,3	4,4	0,0	7,9	34,8	0,0	0,0
29/09/2011	112,3	51,0	7,0	0,0	48,8	53,7	199,2	2,5
30/09/2011	63,7	47,7	1,8	0,0	1,0	9,1	0,0	0,0
01/10/2011	109,4	57,4	8,4	0,0	27,7	69,8	0,0	3,5
02/10/2011	34,5	27,7	3,0	0,0	5,5	8,4	0,0	0,0
03/10/2011	54,1	97,9	4,4	0,0	21,7	44,2	0,0	0,0
04/10/2011	93,2	50,1	6,8	0,0	15,4	31,3	0,0	1,8
05/10/2011	65,0	20,6	0,9	0,0	7,0	8,4	0,0	0,0
06/10/2011	53,6	57,9	5,5	0,0	7,4	14,8	0,0	0,0
07/10/2011	58,5	40,8	6,0	0,0	3,0	14,8	0,0	0,0
08/10/2011	88,0	26,2	20,4	0,0	37,3	41,4	501,0	0,0
09/10/2011	156,9	53,3	8,1	0,0	8,2	55,2	0,0	0,0
10/10/2011	45,3	47,1	2,6	0,0	8,1	65,0	109,0	0,0
...								
16/10/2011	34,4	34,2	7,3	0,0	7,2	214,1	0,0	0,0
17/10/2011	0,0	15,5	6,6	0,0	0,6	9,4	0,0	0,0
...								
07/11/2011	79,8	85,6	1,6	0,0	17,8	79,8	0,0	3,5
08/11/2011	71,0	143,2	3,2	0,0	29,9	60,2	0,0	7,7
09/11/2011	65,3	38,0	3,7	0,0	11,7	72,2	0,0	3,5
10/11/2011	54,4	34,8	1,8	0,0	7,9	50,1	0,0	0,0
11/11/2011	88,7	108,4	0,0	0,0	11,2	51,5	0,0	3,4
12/11/2011	62,2	171,1	2,0	0,0	8,9	43,9	0,0	1,8
13/11/2011	86,5	28,7	1,0	0,0	12,9	39,0	0,0	4,8
14/11/2011	56,0	172,6	3,0	0,0	30,3	102,4	0,0	8,8
...								

continua

continuação

Data	BSs(L)	CHs(L)	Lvts(L)	Vaz(L)	PCoz(L)	TQs(L)	Maq(L)	Ind(L)
18/11/2011	56,8	84,7	1,0	0,0	2,4	67,0	0,0	3,8
19/11/2011	70,8	252,8	0,0	0,0	5,4	107,5	0,0	8,2
20/11/2011	58,7	26,4	0,8	40,3	0,7	62,0	0,0	2,1
21/11/2011	64,1	224,4	0,0	0,0	6,3	156,0	0,0	3,1
22/11/2011	67,1	59,1	2,2	0,0	7,2	68,8	0,0	0,7
23/11/2011	54,1	109,7	0,8	0,0	4,4	66,9	0,0	4,0
24/11/2011	77,7	99,6	0,0	0,0	2,9	58,3	0,0	4,4
25/11/2011	44,6	17,8	0,0	0,0	2,2	46,3	0,0	0,5
26/11/2011	93,1	48,4	0,0	0,0	5,6	88,1	0,0	3,2
27/11/2011	89,8	75,5	2,2	119,1	48,5	72,3	0,0	1,4
28/11/2011	72,0	127,5	2,0	1121,2	9,0	31,6	0,0	20,6
29/11/2011	76,2	291,4	0,0	0,0	9,7	95,9	0,0	0,0
30/11/2011	47,1	89,5	0,0	0,0	5,7	85,1	0,0	0,0
01/12/2011	51,9	170,3	3,6	0,0	12,7	87,9	0,0	0,0
02/12/2011	80,8	31,8	1,8	0,0	12,4	37,0	0,0	0,0
03/12/2011	69,2	37,4	0,8	0,0	13,6	67,6	0,0	0,0
04/12/2011	58,1	71,1	2,7	0,0	7,3	28,7	0,0	5,1
05/12/2011	87,1	28,2	3,4	0,0	13,7	47,3	0,0	0,0
06/12/2011	81,6	62,4	7,9	0,0	11,0	27,6	0,0	0,0
07/12/2011	69,1	102,3	4,1	0,0	24,7	42,6	0,0	2,2
08/12/2011	62,8	13,8	2,3	0,0	44,0	310,2	0,0	155,2
09/12/2011	66,5	66,3	1,1	0,0	1,0	93,5	0,0	1,8
10/12/2011	61,6	94,9	3,7	0,0	11,3	33,6	0,0	3,2
11/12/2011	75,6	55,4	0,8	238,4	6,3	83,4	0,0	2,1
12/12/2011	84,1	108,2	8,2	0,0	27,3	102,3	0,0	4,8
...								
14/12/2011	42,8	162,8	1,9	0,0	7,8	78,9	0,0	7,7
15/12/2011	65,8	153,6	4,2	0,0	24,4	129,1	0,0	8,0
16/12/2011	151,0	152,2	8,0	0,0	61,4	230,8	0,0	21,7
...								
18/12/2011	130,7	74,8	6,4	0,0	12,0	151,9	0,0	57,0
19/12/2011	60,8	42,9	3,5	0,0	49,9	40,9	0,0	43,6
20/12/2011	31,4	33,2	1,8	0,0	6,8	48,4	0,0	3,1
21/12/2011	81,0	112,5	2,5	191,0	17,0	48,6	0,0	3,7
...								
05/01/2012	50,6	49,5	1,2	0,0	4,7	15,7	0,0	0,0
06/01/2012	84,0	146,0	4,4	0,0	17,6	146,3	0,0	8,2
07/01/2012	218,3	388,5	9,3	0,0	129,0	153,7	0,0	118,5
08/01/2012	196,7	180,2	5,2	0,0	95,3	150,1	0,0	3,4
09/01/2012	128,1	35,2	2,0	0,0	12,9	53,7	0,0	3,0
10/01/2012	68,4	38,7	3,1	0,0	4,3	100,8	0,0	13,5
11/01/2012	155,9	288,9	7,4	0,2	28,3	178,9	0,0	26,1
12/01/2012	191,1	397,5	4,1	3,0	24,7	146,5	0,0	10,9
13/01/2012	173,2	250,4	6,3	1,8	14,2	115,7	0,0	19,8
14/01/2012	185,5	238,8	6,9	351,8	24,1	124,0	0,0	32,1
15/01/2012	247,7	340,8	10,5	60,8	51,0	146,6	0,0	10,7
16/01/2012	149,8	202,3	5,8	3,5	81,3	238,3	0,0	10,3
17/01/2012	124,7	139,5	7,1	2,5	30,4	112,2	0,0	9,8
18/01/2012	87,4	66,3	2,9	0,9	14,1	97,6	0,0	13,2
19/01/2012	59,3	24,6	5,0	0,2	5,3	71,1	0,0	3,8
20/01/2012	42,0	42,0	2,9	0,7	15,6	990,6	0,0	0,0
21/01/2012	58,3	37,5	4,7	2,1	6,0	28,9	0,0	1,8
22/01/2012	86,1	87,2	5,7	0,8	11,4	122,4	0,0	0,0
23/01/2012	59,7	78,0	5,1	0,1	13,1	91,7	0,0	3,8

continua

## conclusão

<b>Data</b>	<b>BSs(L)</b>	<b>CHs(L)</b>	<b>Lvts(L)</b>	<b>Vaz(L)</b>	<b>PCoz(L)</b>	<b>TQs(L)</b>	<b>Maq(L)</b>	<b>Ind(L)</b>
24/01/2012	79,9	138,0	4,6	0,5	14,7	56,0	0,0	2,8
...								
30/01/2012	60,9	171,5	4,5	0,0	19,4	261,0	0,0	7,1
31/01/2012	50,4	95,6	7,1	0,0	8,3	133,3	0,0	0,0

As reticencias indicam perda de dados entre os períodos acima e abaixo delas.

Legenda: BSs(Bacias sanitárias), CHs(Chuveiros), Lvts(Lavatórios), Vaz (Vazamentos), PCoz(Pia da cozinha), Maq (Máquina de lavar roupas), Ind (Indeterminado).

**Apêndice F - Modelo de tabela utilizada para auxiliar as anotações dos moradores.**

Equipamento	 <b>Lavatório</b>		 <b>Vaso sanitário</b>		 <b>Chuveiro</b>	
	Horário de Utilização					

**Apêndice G – Estatísticas descritivas sobre o consumo *per capita* de água nas diferentes horas do dia da residência 2**

Dia semana Períodos	0hs				1hs				2hs				3hs			
	P1	P2	P3	P4												
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	0,3	0,5	0,6	0,6	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,0	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2
BS $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,8	1,2	1,3	1,9	0,4	0,6	0,5	0,6	0,0	0,2	0,4	0,6	0,4	0,4	0,4	0,8
BS CV(%)	252,1	255,3	214,0	304,1	647,6	340,8	298,3	594,8	*	543,7	264,3	793,7	399,7	586,4	442,3	464,0
CH (L/hab.dia)	0,6	0,1	0,6	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
CH $\delta$ pad (L/hab.dia)	2,0	0,6	1,6	1,0	0,3	0,0	0,0	0,4	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,3
CH CV(%)	331,3	537,1	283,4	553,7	860,2	*	*	787,4	860,2	*	*	*	*	*	741,6	787,4
Lvt (L/hab.dia)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lvt $\delta$ pad	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,1
Lvt CV(%)	274,3	318,4	195,2	472,8	440,8	602,4	741,6	*	623,2	553,7	741,6	793,7	308,1	470,6	*	683,2
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3
Vaz $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	3,4	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0	0,0	2,4
Vaz CV(%)	*	*	*	792,2	*	*	*	775,7	*	*	*	793,7	*	*	*	793,7
Pcoz (L/hab.dia)	0,3	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Pcoz $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,6	0,2	0,3	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3	0,3	0,0	0,1	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0
Pcoz CV(%)	234,0	407,9	248,0	446,9	362,7	425,2	437,3	649,0	566,0	*	438,0	574,4	329,2	531,8	*	409,5
TQs (L/hab.dia)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
TQs $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,7	0,5	0,4	0,6	0,0	0,0	0,1	0,7	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1
TQs CV(%)	397,7	425,6	430,8	461,2	860,2	*	741,6	793,7	653,2	*	741,6	*	860,2	748,3	741,6	793,7
Maq(L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maq $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maq CV(%)	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IND (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
IND $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,1	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
IND CV(%)	860,2	*	741,6	*	860,2	*	*	*	*	*	*	*	507,1	*	*	*
T.(L/hab.dia)	1,4	0,8	1,4	1,4	0,2	0,2	0,2	0,4	0,2	0,0	0,2	0,4	0,3	0,1	0,1	0,5
T. $\delta$ pad (L/hab.dia)	2,8	1,8	2,8	4,9	0,7	0,7	0,5	1,3	1,1	0,2	0,5	2,4	0,7	0,4	0,5	2,5
T. CV(%)	194,6	237,4	194,4	346,8	437,2	329,7	265,1	336,4	510,5	532,7	237,2	634,7	288,5	474,7	395,5	463,7

continua

Dia semana	continuação															
	4hs				5hs				6hs				7hs			
Períodos	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	0,2	0,0	0,1	0,3	0,6	0,1	0,8	1,0	2,6	2,7	2,8	3,8	1,6	1,6	2,5	1,8
BS δpad (L/hab.dia)	0,6	0,2	0,6	0,9	1,4	0,4	1,5	1,8	2,8	2,7	2,8	3,9	2,1	2,1	3,3	3,3
BS CV(%)	387,6	748,3	382,1	315,2	216,3	503,4	183,3	185,7	107,3	99,3	99,0	101,6	130,9	132,2	131,7	184,5
CH (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,1	2,5	1,4	2,3	1,9	1,8	1,5	1,8	1,0
CH δpad (L/hab.dia)	0,4	0,0	0,0	0,0	0,7	1,0	0,8	0,9	3,0	2,2	3,7	4,0	3,6	2,5	2,6	4,0
CH CV(%)	860,2	*	*	*	353,3	468,1	527,3	787,4	121,5	157,4	162,9	217,9	199,9	165,3	142,6	380,9
Lvt (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1
Lvtδpad	0,1	0,0	0,0	0,1	0,1	0,0	0,2	0,1	0,3	0,3	0,1	0,6	0,2	0,2	0,2	0,3
Lvt CV(%)	291,9	343,6	741,6	465,9	229,0	325,9	345,3	320,0	134,5	168,4	154,0	262,3	133,0	132,4	203,3	277,5
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,6
Vazδpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	0,0	2,3	0,0	0,0	0,0	3,1
Vaz CV(%)	*	*	*	793,7	*	*	*	793,7	*	*	*	591,1	*	*	*	475,7
Pcoz (L/hab.dia)	0,1	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,1	0,9	0,6	0,4	0,6	0,7	0,5	0,4	0,5
Pcozδpad (L/hab.dia)	0,3	0,0	0,0	0,2	0,6	0,3	0,1	0,2	1,1	1,1	0,5	1,5	0,9	0,8	0,8	1,3
PcozCV(%)	390,3	748,3	741,6	358,0	272,2	292,2	347,8	366,3	116,5	182,3	152,8	260,9	125,7	153,6	181,1	277,3
TQs (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,1	0,1	0,2	2,1	1,1	0,6	4,3	0,8	0,7	0,8	2,7
TQsδpad (L/hab.dia)	0,1	0,0	0,0	0,3	1,1	0,4	0,7	0,6	3,3	2,0	1,5	7,1	1,5	1,5	1,3	7,6
TQs CV(%)	637,7	*	*	683,9	428,8	451,8	595,4	404,3	154,4	188,9	238,9	165,4	180,2	207,5	156,1	285,5
Maq(L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,5	0,8	0,7	0,0
Maq δpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	5,2	0,0	5,7	0,0	9,6	5,2	4,8	0,0
Maq CV(%)	*	*	*	*	*	*	*	*	539,6	*	549,5	*	625,0	635,6	741,6	*
IND (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,1	0,0	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2
IND δpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,7	0,4	0,2	0,7	0,4	0,9	0,2	0,9
INDCV(%)	860,2	*	*	*	860,2	*	*	568,1	313,5	328,3	554,2	322,5	421,2	340,0	520,3	503,7
T.(L/hab.dia)	0,3	0,0	0,2	0,7	1,4	0,5	1,2	1,6	9,6	6,0	7,2	11,3	6,8	5,6	6,4	6,9
T. δpad (L/hab.dia)	1,1	0,2	0,6	2,5	2,9	1,4	2,2	3,5	9,7	6,5	9,4	10,7	12,2	8,1	9,1	11,9
T. CV(%)	324,8	524,3	369,1	367,9	207,9	287,1	182,7	217,0	100,8	108,2	129,9	94,8	180,2	145,3	141,9	174,3

continua

Dia semana Períodos	8hs				9hs				10hs				11hs			
	P1	P2	P3	P4												
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	1,3	1,5	1,6	1,7	1,0	0,9	1,1	2,0	1,0	0,7	1,0	2,0	1,3	1,1	0,8	1,8
BS δpad (L/hab.dia)	2,1	2,0	2,3	2,6	1,6	1,6	1,9	3,2	1,7	1,3	2,8	3,0	1,7	1,9	1,5	2,8
BS CV(%)	157,3	139,4	143,9	153,3	154,6	181,4	171,0	158,5	166,9	189,6	290,5	152,6	124,6	171,0	181,5	154,2
CH (L/hab.dia)	1,2	0,8	1,0	4,3	0,7	1,0	0,8	2,8	0,8	0,7	0,6	1,9	1,0	0,2	0,4	1,4
CH δpad (L/hab.dia)	2,7	2,0	2,4	9,8	2,0	2,5	2,3	8,9	1,7	1,8	1,4	5,3	2,9	0,8	1,3	5,2
CH CV(%)	237,4	256,0	238,7	230,4	267,7	242,9	285,9	314,9	214,1	260,2	245,5	280,2	282,9	364,0	317,7	372,4
Lvt (L/hab.dia)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,3	0,1	0,1	0,1
Lvtδpad	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,4
Lvt CV(%)	141,8	210,3	188,9	291,2	148,1	172,2	175,1	242,6	143,4	192,8	188,1	273,2	142,3	161,3	190,4	360,6
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	9,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Vazδpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	70,6	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0	1,2
Vaz CV(%)	*	*	*	770,9	*	*	*	685,2	*	*	*	715,3	*	*	*	683,1
Pcoz (L/hab.dia)	0,8	0,7	0,4	0,5	0,8	0,3	0,6	0,7	1,0	0,5	0,3	0,6	1,3	0,7	0,6	0,9
Pcozδpad (L/hab.dia)	1,4	1,1	0,8	1,0	1,3	0,5	1,2	2,1	1,5	1,0	0,7	1,7	1,4	1,0	1,2	2,1
PcozCV(%)	177,7	170,7	193,9	226,7	154,1	151,8	202,1	284,1	146,9	212,3	214,6	303,0	115,5	152,2	196,7	239,8
TQs (L/hab.dia)	1,4	1,1	1,3	1,7	1,4	0,8	1,0	2,5	1,6	0,5	0,5	2,5	1,3	0,6	0,8	1,9
TQsδpad (L/hab.dia)	2,6	2,5	3,5	3,5	2,1	1,6	2,5	3,9	2,9	1,0	1,4	4,5	1,8	1,1	1,8	4,4
TQs CV(%)	191,1	229,3	279,9	208,5	146,8	198,2	250,8	156,6	177,6	202,2	285,5	183,3	143,3	183,5	224,8	236,4
Maq(L/hab.dia)	0,6	3,1	0,7	0,0	6,2	1,5	1,4	0,0	4,3	3,0	3,4	0,0	4,1	0,7	3,9	0,0
Maq δpad (L/hab.dia)	3,8	17,3	5,4	0,0	23,0	11,1	8,8	0,0	17,0	17,2	11,8	0,0	18,5	5,3	15,8	0,0
Maq CV(%)	679,8	551,5	741,6	*	371,2	748,3	650,0	*	393,2	568,1	347,2	*	447,6	748,3	401,7	*
IND (L/hab.dia)	0,0	0,1	0,0	0,4	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,3	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	0,2
IND δpad (L/hab.dia)	0,2	0,4	0,0	1,6	0,4	0,3	0,1	0,7	0,3	1,1	0,0	0,6	0,7	0,2	0,0	0,6
INDCV(%)	439,8	297,7	*	390,2	342,0	748,3	741,6	231,7	386,1	381,8	*	512,1	303,2	374,2	*	292,7
T.(L/hab.dia)	5,4	7,4	5,1	17,7	10,5	4,6	4,9	8,6	9,0	5,8	5,9	7,3	9,5	3,5	6,7	6,4
T. δpad (L/hab.dia)	7,6	18,9	9,9	74,1	24,2	12,2	12,8	14,6	19,5	18,2	13,9	11,3	20,1	7,3	17,8	9,9
T. CV(%)	141,3	254,9	193,2	419,4	231,0	263,9	259,6	169,8	215,7	316,2	237,2	155,5	211,1	210,6	266,4	155,3

continua

continuação

<b>Dia semana</b>	<b>12hs</b>				<b>13hs</b>				<b>14hs</b>				<b>15hs</b>			
<b>Períodos</b>	P1	P2	P3	P4												
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	1,6	1,2	0,6	2,7	1,0	1,3	0,7	3,4	1,2	0,6	0,7	3,1	0,8	0,8	0,9	2,8
BS $\delta$ pad (L/hab.dia)	2,2	1,7	1,3	3,8	2,2	1,9	1,7	4,8	1,9	1,3	1,3	3,5	1,4	1,7	1,8	3,5
BS CV(%)	143,8	135,3	208,5	140,7	223,1	151,6	250,5	141,0	157,9	216,8	179,1	113,6	183,9	211,7	212,7	121,3
CH (L/hab.dia)	1,0	0,4	0,7	7,0	0,5	0,7	0,3	3,3	1,1	0,8	0,4	2,7	0,5	0,5	0,6	2,7
CH $\delta$ pad (L/hab.dia)	1,7	0,9	2,1	16,4	1,2	1,5	0,8	9,5	1,8	2,2	1,6	7,1	1,4	1,3	1,9	4,7
CH CV(%)	164,7	211,7	298,6	235,6	247,8	231,5	277,1	293,4	165,5	271,5	396,1	260,6	279,9	268,1	313,7	172,5
Lvt (L/hab.dia)	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1
Lvt $\delta$ pad	0,4	0,3	0,4	0,3	0,3	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
Lvt CV(%)	115,7	179,3	263,3	236,4	121,0	164,2	204,4	227,4	158,3	119,5	193,7	269,2	179,6	209,6	175,5	240,3
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,1
Vaz $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,9	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	0,2
Vaz CV(%)	*	*	*	630,5	*	*	*	600,9	*	*	*	686,9	*	*	*	443,2
Pcoz (L/hab.dia)	1,5	0,8	0,5	1,0	0,7	1,2	0,3	0,6	0,7	0,7	0,5	0,5	0,6	0,5	0,4	0,6
Pcoz $\delta$ pad (L/hab.dia)	1,5	1,3	1,0	2,5	0,9	1,7	0,7	1,0	0,8	1,1	1,2	0,9	0,9	0,9	0,6	1,3
PcozCV(%)	105,2	167,9	208,0	258,2	121,9	141,6	204,5	177,4	120,4	160,3	228,6	197,2	148,8	196,6	154,9	244,5
TQs (L/hab.dia)	1,2	0,9	0,7	3,5	0,9	0,9	1,5	3,2	0,9	0,9	0,8	2,4	1,1	0,5	0,4	5,8
TQs $\delta$ pad (L/hab.dia)	1,9	2,0	1,8	4,9	1,9	1,7	8,6	4,7	2,4	2,8	2,3	4,3	3,1	1,4	1,2	30,1
TQs CV(%)	153,4	221,0	271,8	138,9	219,5	196,7	556,1	145,8	264,9	316,2	277,5	183,2	273,9	281,3	269,7	520,1
Maq(L/hab.dia)	1,0	0,1	1,1	0,0	3,3	1,9	0,8	0,0	2,5	2,1	1,4	0,0	1,9	1,4	0,6	0,0
Maq $\delta$ pad (L/hab.dia)	8,8	0,9	8,0	0,0	22,7	11,7	4,9	0,0	13,7	8,8	7,2	0,0	11,1	7,3	4,7	0,0
Maq CV(%)	860,2	748,3	741,6	*	689,9	622,5	623,0	*	555,5	424,4	520,2	*	575,9	524,5	741,6	*
IND (L/hab.dia)	0,2	0,2	0,0	0,1	0,6	0,1	0,0	0,2	0,1	0,0	0,0	0,3	0,1	0,0	0,0	0,5
IND $\delta$ pad (L/hab.dia)	0,5	0,5	0,0	0,4	4,1	0,5	0,0	0,5	0,5	0,2	0,0	2,1	0,2	0,1	0,1	2,4
INDCV(%)	285,7	285,3	*	272,5	653,2	368,5	*	257,2	514,5	672,8	*	681,0	335,3	748,3	741,6	494,4
T.(L/hab.dia)	6,8	3,9	3,7	14,5	7,2	6,2	3,8	10,8	6,6	5,2	4,0	9,1	5,2	3,8	3,1	12,5
T. $\delta$ pad (L/hab.dia)	9,7	4,8	11,6	19,4	23,2	13,7	11,1	13,9	15,6	11,0	10,0	12,6	12,8	8,5	6,8	30,6
T. CV(%)	142,2	122,3	312,9	133,3	321,6	221,0	295,4	128,0	235,3	208,9	247,9	137,4	246,5	224,5	218,8	245,4

continua

Dia semana Períodos	16hs				17hs				18hs				19hs			
	P1	P2	P3	P4												
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	1,1	1,3	1,0	1,9	1,6	1,0	1,4	1,7	1,7	0,9	1,4	2,6	1,4	1,1	1,0	3,5
BS δpad (L/hab.dia)	1,7	2,1	1,8	3,6	2,6	1,5	2,1	2,8	2,1	1,3	2,3	3,6	1,7	1,8	2,0	4,7
BS CV(%)	161,7	158,2	178,9	189,5	164,7	154,7	153,9	159,8	123,1	137,2	170,9	136,7	121,3	167,7	191,5	132,6
CH (L/hab.dia)	1,0	0,7	0,3	3,2	1,6	0,9	1,0	3,2	2,0	0,8	1,4	6,0	1,3	0,9	1,0	5,7
CH δpad (L/hab.dia)	2,3	1,9	1,0	9,0	2,7	1,9	2,4	8,3	3,0	1,6	2,5	14,2	3,0	1,7	2,7	8,5
CH CV(%)	241,1	295,5	346,7	283,3	168,6	219,0	227,8	258,6	150,9	194,6	178,0	236,3	228,4	196,6	265,1	148,4
Lvt (L/hab.dia)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,0	0,3	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,1	0,1
Lvtδpad	0,3	0,2	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3
Lvt CV(%)	130,2	155,7	293,0	325,8	111,9	145,4	173,8	272,3	83,6	142,2	155,8	245,0	103,9	141,4	191,7	216,5
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	2,8
Vazδpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	22,0
Vaz CV(%)	*	*	*	593,3	*	*	*	570,6	*	*	*	776,4	*	*	*	773,0
Pcoz (L/hab.dia)	1,0	0,6	0,3	0,4	1,1	0,7	0,4	0,5	1,1	0,8	0,3	0,5	1,0	0,6	0,2	0,8
Pcozδpad (L/hab.dia)	1,5	1,1	0,5	1,1	1,2	1,1	0,8	2,3	1,1	1,2	0,6	1,3	1,1	0,9	0,5	1,3
PcozCV(%)	143,0	174,0	197,6	269,6	106,7	150,8	188,0	418,9	103,4	141,7	176,4	264,6	114,1	168,1	198,8	162,4
TQs (L/hab.dia)	1,2	0,4	0,4	6,1	1,0	1,5	0,7	2,3	1,5	0,9	0,6	3,4	0,9	0,5	0,1	4,1
TQsδpad (L/hab.dia)	2,1	1,2	1,4	29,9	1,9	3,7	1,8	5,4	2,6	2,3	1,5	5,6	1,7	1,0	0,3	10,3
TQs CV(%)	168,1	267,4	348,4	488,4	194,3	252,2	247,6	231,8	171,4	241,3	261,6	166,8	192,3	208,3	340,1	250,1
Maq(L/hab.dia)	3,0	1,0	2,3	0,0	1,9	1,6	2,4	0,0	0,7	0,7	0,0	0,0	1,2	0,0	0,0	0,0
Maq δpad (L/hab.dia)	11,0	5,5	8,6	0,0	8,3	7,0	12,7	0,0	5,8	3,7	0,0	0,0	9,6	0,0	0,0	0,0
Maq CV(%)	361,1	572,7	378,2	*	429,9	443,2	531,2	*	860,2	524,5	*	*	789,1	*	*	*
IND (L/hab.dia)	0,1	0,1	0,0	1,1	0,1	0,3	0,0	0,2	0,2	0,3	0,0	0,2	0,1	0,1	0,0	3,0
IND δpad (L/hab.dia)	0,5	0,7	0,0	6,6	0,4	1,5	0,1	0,9	0,5	0,9	0,0	0,4	0,4	0,4	0,0	22,4
INDCV(%)	466,6	538,9	741,6	619,6	316,1	453,2	741,6	483,5	243,6	287,5	*	284,9	312,9	365,6	*	752,3
T.(L/hab.dia)	7,6	4,2	4,3	12,9	7,6	6,1	6,1	8,3	7,4	4,8	3,7	12,8	6,2	3,3	2,5	20,0
T. δpad (L/hab.dia)	13,6	8,1	10,2	33,0	11,4	9,9	13,6	15,4	7,8	6,7	4,7	18,6	11,6	4,2	4,6	35,6
T. CV(%)	178,5	192,0	237,6	256,0	151,4	160,2	224,6	186,5	105,1	140,0	124,3	144,6	187,9	129,1	182,8	177,8

continua

conclusão

Dia semana	20hs				21hs				22hs				23hs			
	P1	P2	P3	P4												
Nº de dias	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63	74	56	55	63
BS (L/hab.dia)	1,3	0,8	0,6	2,8	1,2	0,9	0,7	2,0	0,7	0,8	0,6	1,8	0,6	0,4	1,0	0,7
BS δpad (L/hab.dia)	2,0	1,5	1,0	3,7	1,6	1,5	1,1	3,2	1,2	1,5	1,0	2,7	1,2	0,9	1,6	1,7
BS CV(%)	155,4	181,6	172,5	131,0	135,1	165,4	164,8	164,9	178,6	179,1	189,9	154,8	211,9	223,4	166,3	233,9
CH (L/hab.dia)	0,6	0,4	0,2	6,4	0,5	0,3	0,3	3,1	0,6	0,4	0,5	1,2	1,6	0,3	0,4	0,7
CH δpad (L/hab.dia)	1,3	1,1	0,6	11,6	1,3	0,8	1,1	9,7	1,4	1,3	1,4	3,2	8,4	0,9	1,1	2,5
CH CV(%)	211,3	260,3	379,9	180,5	264,1	253,8	344,8	311,9	242,0	316,7	286,1	277,8	523,4	313,7	254,1	339,2
Lvt (L/hab.dia)	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0
Lvtδpad	0,3	0,2	0,1	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2	0,1
Lvt CV(%)	124,5	156,5	178,1	280,8	142,0	178,0	257,3	319,0	165,3	138,7	158,3	311,5	161,5	161,9	165,3	453,0
Vaz (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,2
Vazδpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,1	0,0	0,0	0,0	1,6
Vaz CV(%)	*	*	*	522,4	*	*	*	705,2	*	*	*	545,0	*	*	*	692,2
Pcoz (L/hab.dia)	0,8	0,3	0,2	0,6	0,7	0,5	0,3	0,4	0,6	0,5	0,4	0,2	0,4	0,2	0,6	0,1
Pcozδpad (L/hab.dia)	1,1	0,4	0,3	0,9	1,2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9	0,4	0,6	0,3	1,1	0,3
PcozCV(%)	134,1	142,5	178,4	150,3	164,4	184,5	228,1	188,7	139,2	184,8	208,8	176,8	162,6	167,9	196,0	380,8
TQs (L/hab.dia)	0,8	0,3	0,1	4,1	0,4	0,5	0,2	2,0	0,4	0,3	0,4	1,2	0,5	0,1	0,2	0,4
TQsδpad (L/hab.dia)	1,7	0,7	0,2	9,2	1,0	1,6	0,8	3,6	1,5	0,7	1,4	2,1	1,5	0,4	0,4	1,0
TQs CV(%)	224,4	257,3	309,4	224,7	228,1	287,1	442,9	181,4	325,8	262,9	343,8	178,2	314,8	413,1	225,4	246,7
Maq(L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maq δpad (L/hab.dia)	0,0	0,0	0,0	0,0	4,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Maq CV(%)	*	*	*	*	860,2	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
IND (L/hab.dia)	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,0	0,2	0,8	0,1	0,0	0,1	0,2	0,1	0,0	1,2
IND δpad (L/hab.dia)	0,1	0,4	0,1	0,3	0,3	0,2	0,1	0,8	6,2	0,3	0,2	0,3	1,1	0,7	0,3	9,8
INDCV(%)	860,2	471,6	741,6	404,8	425,9	433,4	741,6	344,9	781,4	473,1	544,5	388,1	566,5	657,8	659,1	793,7
T.(L/hab.dia)	3,7	2,0	1,0	14,0	3,6	2,4	1,6	7,9	3,3	2,1	2,0	4,6	3,3	1,2	2,4	3,4
T. δpad (L/hab.dia)	4,1	2,9	1,5	19,0	6,2	3,3	2,4	12,4	7,6	2,9	2,9	5,5	9,1	1,6	3,1	10,9
T. CV(%)	111,3	142,6	144,0	135,9	173,3	139,2	154,3	157,8	227,6	134,7	139,4	119,2	274,2	139,7	130,1	320,4

(BS – bacia sanitária, CH – chuveiro, Lvt – lavatório, Vaz – vazamento, Pcoz – pia da cozinha, Filt – filtro, TQ1 e 2 - tanques , IND – indeterminados, T. – Total, δpad – Desvio padrão) em L/pessoa.dia e CV – coeficiente de variação em porcentagem

**Apêndice H - Artigo publicado no II ECOSANLAC – Conferência latino americana em saneamento sustentável, 4 a 7 de novembro 2012 Vitória – ES, Brasil.**

## **QUANTIFICAÇÃO DOS EFLUENTES GERADOS EM DOMICÍLIOS ATRAVÉS DA CARACTERIZAÇÃO DO PERFIL DE CONSUMO DE ÁGUA RESIDENCIAL**

### **Gabriella Botelho<sup>(1)</sup>**

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia, Mestranda em Meio Ambiente, Águas e Saneamento (MAASA/UFBA) e pesquisadora na Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/UFBA).

### **Ana Garcia<sup>(2)</sup>**

Mestre em Engenharia Industrial. Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal da Bahia, Doutoranda em Engenharia Industrial (PEI/UFBA) e pesquisadora na Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/UFBA).

### **Karla Oliveira Esquerre<sup>(3)</sup>**

Professora Adjunta da Universidade Federal da Bahia e pesquisadora na Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/UFBA).

### **Asher Kiperstok<sup>(4)</sup>**

Professor Adjunto da Universidade Federal da Bahia e pesquisador na Rede de Tecnologias Limpas (TECLIM/UFBA).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Aristides Novis, nº 02, 4º andar. Departamento de Engenharia Ambiental – DEA. Federação. CEP 40210-630. Salvador – Bahia. Tel.: 3283-9892/3235-4436. E-mail: **gbotelho@ufba.br**

## RESUMO

Antes de adotar medidas de reuso e uso racional da água é necessária a caracterização dos padrões de utilização da água nos diversos pontos do domicílio levando em conta fatores intervenientes nessa utilização. Com objetivo de acompanhar o consumo de água de forma detalhada e quantificar a parcela utilizada em cada aparelho hidráulico, foram selecionadas duas residências, denominadas Residência 1 e Residência 2. Através de sistema de monitoramento composto por hidrômetro e *data logger*, foi registrado o consumo de água residencial durante aproximadamente 1 ano. A identificação e quantificação dos usos de água foram definidas a partir do estudo do perfil de utilização de cada dispositivo hidráulico das residências. A partir dos dados de consumo de água medidos em cada equipamento hidráulico foi possível estimar a parcela de contribuição das residências para as correntes de efluentes divididas entre águas cinzas e negras. Assim, para estimar a economia de água decorrente da adoção de medidas de reuso foram considerados dois cenários, o primeiro em que a residência não faz nenhum tipo de reutilização de água e no segundo em que admitiu-se a adoção de medidas de reaproveitamento de águas cinzas para afastar os dejetos provenientes da utilização da bacia sanitária. Verificou-se que a economia de água quando considerado o segundo cenário, varia entre 17 a 43 litros por pessoa dia o que corresponde a uma economia de 1 a 3 metros cúbicos mensais. Verificou-se também que os resultados alcançados com a implantação do cenário 2 são mais eficientes em residências que possuem uma proporção de águas cinzas maior que águas negras. Bem como para aquelas que possuem grande participação da bacia sanitária no consumo total da residência. Apontou-se que a implantação de medidas de reuso é inibida pela falta de retorno financeiro do investimento necessário para implantá-las decorrente do atual sistema de valoração da água, sendo necessário, portanto, outros tipos de incentivos a essa prática.

**PALAVRAS-CHAVE:** Reuso, Consumo de água intradomiciliar, Caracterização do consumo, Águas cinzas, Águas negras.

## INTRODUÇÃO

Medidas de Reuso e uso racional da água devem ser embasadas na caracterização da utilização da água nos diversos pontos do domicílio, assim como no padrão de consumo em diferentes regiões, o que está intimamente relacionado a fatores ambientais, sociais, econômicos e culturais. Gonçalves (2006), afirma que a caracterização da demanda de água nos diversos pontos de consumo é fundamental na determinação das ações prioritárias na busca pelo uso racional da água. Ou seja, quanto mais detalhado o conhecimento do consumo, mais eficiente a gestão da demanda.

Diversas pesquisas, no Brasil e exterior, foram feitas com o objetivo de avaliar a quantidade de água utilizada para as diferentes atividades numa residência. Muitas destas apontam como principais pontos de consumo a descarga na bacia sanitária, o banho e a lavagem de roupas (GONÇALVES, 2006). Almeida (2007) estudando residências localizadas no município Feira de Santana - BA verificou que o consumo médio da população estudada foi de 115 litros/pessoa.dia e que nas residências avaliadas a maior demanda de água era na torneira da pia da cozinha, seguida pelo lavatório e chuveiro. A autora discute ainda que o perfil de consumo das famílias que moram em grandes metrópoles é distinto daquelas que moram em cidades de médio porte, exemplificando com o hábito de almoçar em casa, que refletiria no maior consumo da água na pia de cozinha. Em outro estudo realizado em residências localizadas em Simões Filho – BA (COHIM, GARCIA e KIPERSTOK, 2008) onde foi avaliado o perfil de consumo de residências de renda muito baixa, verificou-se que o consumo per capita das foi aproximadamente 80 litros/hab.dia e que o principal ponto de consumo nestas era a pia da cozinha (29%), seguida do vaso (23%) e do chuveiro (21%).

## OBJETIVO

Caracterizar quantitativamente os efluentes gerados em domicílios através do conhecimento do perfil de consumo de água residencial e estimar a economia de água decorrente da adoção de medidas de reuso.

## METODOLOGIA

Com objetivo de acompanhar o consumo de água de forma detalhada e quantificar a parcela utilizada em cada aparelho hidráulico, foram selecionadas duas residências, denominadas Residência 1 e Residência 2. Através de sistema de monitoramento composto por hidrômetro e *data logger*, foi registrado o consumo de água residencial em intervalos de 10 segundos, com precisão de 100 mL. A identificação e quantificação dos usos de água foram definidas a partir do estudo do perfil de utilização de cada dispositivo hidráulico residencial. Mais detalhes da metodologia podem ser encontrados nos trabalhos a seguir: Botelho, et al., (2011); Bastos, et al., (2012); Mehmere, et al., (2012); Silva et al., (2012); Sodré et al., (2012)

O período de acompanhamento do consumo de água da Residência 1 ocorreu entre Dezembro de 2010 e Janeiro de 2012. Para a residência 2 o período de monitoramento foi dividido em duas fases. Essa divisão foi feita devido aos primeiros moradores da Residência 2 terem se mudado e outra família passado a habitá-la. Assim, para a Residência 2 com a família 1 o monitoramento do consumo

foi entre os meses de Dezembro de 2010 e Outubro de 2011, e para a Residência 2 com a família 2 ocorreu entre Novembro de 2011 e Janeiro de 2012.

Para estimar a parcela de contribuição de cada dispositivo hidráulico nas residências para as correntes de efluentes residenciais foram utilizados os dados de consumo de água medidos nos equipamentos hidráulicos das residências estudadas.

- Residência 1
  - Equipamentos hidráulicos da Residência 1 (R1)
    - Águas cinzas – Lavatório, chuveiro e tanques
    - Águas negras – Bacia sanitária e pia da cozinha<sup>5</sup>
- Residência 2 (família 1)
  - Equipamentos hidráulicos da Residência 2 – família 1 (R2\_F1)
    - Águas cinzas – Lavatórios, chuveiros, tanques e máquina de lavar
    - Águas negras – Bacias sanitárias e pia da cozinha
- Residência 2 (família 2)
  - Equipamentos hidráulicos da Residência 2 – família 2 (R2\_F2)
    - Águas cinzas – Lavatórios, chuveiros e tanques
    - Águas negras – Bacias sanitárias e pia da cozinha

São apresentados os resultados de volume de água obtidos em cada corrente e discutido o potencial de redução no consumo de água com medidas de reuso. Para alcançar estes objetivos foram considerados dois cenários:

- Situação atual: A residência não faz nenhum tipo de reutilização de água.
- Cenário hipotético: Admitiu-se que serão adotadas medidas de reaproveitamento de águas cinzas para afastar os dejetos provenientes da utilização da bacia sanitária. Para o cálculo do resultado do cenário hipotético o volume da corrente de águas negras permaneceu a mesma do cenário anterior enquanto diminuiu-se da corrente de águas cinzas o volume destinado para descarga da bacia sanitária. Esse cálculo foi feito para cada dia monitorado. Quando o volume de águas cinzas foi menor que o volume necessário para descarga da bacia sanitária o déficit foi suprido pela água tratada proveniente do sistema de abastecimento público.

## RESULTADOS

### Cenário atual

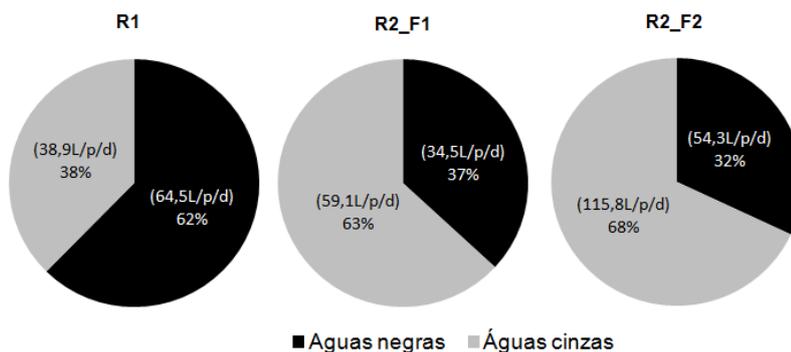
A Figura 1 apresenta resultados do cenário atual. Conforme pode ser observado a residência 1 produz uma quantidade maior de águas negras provenientes de bacia sanitária e pia da cozinha. Já a residência 2, para ambas as famílias, os efluentes gerados são em maior parte, águas cinzas, produzidos pela utilização de equipamentos como chuveiros, lavatórios, tanques da área de serviço e máquina de lavar.

Esse padrão de maior geração de efluentes caracterizados como águas negras na Residência 1 pode estar associado à grande permanência dos moradores na residência, utilizando com mais frequência

---

<sup>5</sup> Diversos autores consideram os efluentes gerados pela pia da cozinha como água negra, devido a elevadas concentrações de matéria orgânica e de óleos e gorduras nelas presentes.

a bacia sanitária e a pia da cozinha. Na Residência 2 os membros das duas famílias que a habitaram trabalhavam fora durante a maior parte do dia, utilizando menos, proporcionalmente, a bacia sanitária e a pia da cozinha.



**Figura 1: Proporção das correntes de efluentes per capita geradas em cada residência**

A Tabela 1 se refere a média de consumo de água mensal em metros cúbicos por mês e em litros per capita por dia com respectivo desvio padrão para cada residência estudada.

**Tabela 1: Consumo de água por residência estudada – Cenário 1**

Residências	Média (m³/mês)	Média (L/pessoa.dia)
1	7 ± 3	110 ± 45
2 (Família 1)	9 ± 7	100 ± 72
2 (Família 2)	12 ± 9	200 ± 153

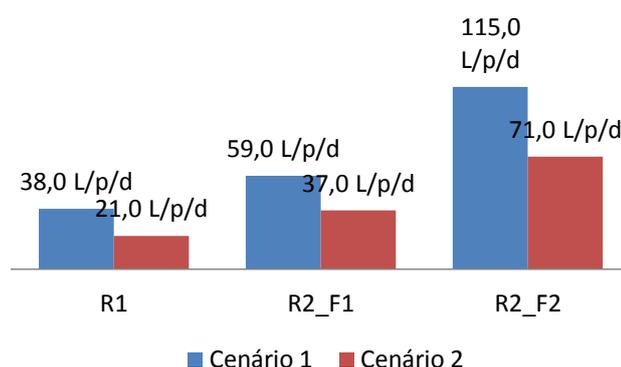
Os valores observados na Tabela 16 mostram que as residências 1 e 2 com família 1 apresentam consumo mensal médio menor que o valor de 10m³ estabelecido como consumo mínimo pela concessionária de serviços de abastecimento de água. Trabalhos anteriores (MORAES, 1995, ALMEIDA, 2007 GARCIA, 2011, MAGALHÃES et al., 2012) realizados em Salvador e em Feira de Santana também chegaram à conclusão de que famílias situadas em regiões de baixa renda apresentam em média consumo mensal menor que 10m³. Este volume de água é associado a taxa mínima de tarifa praticado pela concessionária dos serviços de abastecimento de água da Bahia.

A diferença observada entre os valores médios obtidos na **Tabela 1** e os valores médios observados na **Figura 1** deve-se aos volumes de água classificados como indeterminados e os vazamentos que não foram considerados águas negras ou cinzas.

## Cenário 2

Para o cenário 2 foi considerado que seria substituída a utilização de água tratada advinda do sistema de abastecimento público pela utilização de águas cinzas originárias da própria residência

para descarga da bacia sanitária. A Figura 2 apresenta resultados deste cenário comparados ao anterior.



**Figura 2: Volumes per capita médios de águas cinzas geradas nos dois cenários**

O resultado observado na Figura 2 mostra como a proporção de águas cinzas reduziu consideravelmente com as medidas de reaproveitamento. A redução percentual foi de 44%, 38% e 38% respectivamente para as R1, R2\_F1 e R2\_F2. Devido a grande participação da bacia sanitária no consumo total das residências, a reutilização de água apenas neste dispositivo gerou significativa diminuição no volume de águas cinzas geradas.

A Tabela 2 se refere a média de consumo de água mensal em metros cúbicos por mês e em litros per capita por dia com respectivo desvio padrão para cada residência estudada.

**Tabela 2: Consumo de água por residência estudada – Cenário 2**

Residências	Média (m <sup>3</sup> /mês)	Média (L/pessoa.dia)
1	6 ± 3	93 ± 51
2 (Família 1)	7 ± 6	78 ± 68
2 (Família 2)	9 ± 9	157 ± 142

Os valores observados na Tabela 2 mostram que houve uma redução de 1, 2 e 3 m<sup>3</sup> em média respectivamente para as R1, R2\_F1 e R2\_F2, além disso, todas as residências apresentaram consumo mensal médio menor ou igual a 10m<sup>3</sup>. O consumo diário per capita para as residências diminuiu em média 17, 22 e 43 L respectivamente para as R1, R2\_F1 e R2\_F2. A maior economia para as R2\_F1 e R2\_F2 se deve a maior disponibilidade de águas cinzas em relação a águas negras como foi observado na Figura 1.

A observação dos cenários atual e hipotético (com reutilização de águas cinzas para descarga de bacia sanitária) mostrou o potencial de economia de água decorrente desta ação que também contribui para uma economia energética. A economia energética ocorre desde o processo de

captação, produção e distribuição de água potável até seu destino final após sua utilização. No processo de distribuição a reutilização diminui a quantidade de água a ser aduzida de um manancial, reduz a necessidade dessa “água bruta” do manancial passar por todo processo de tratamento numa estação apropriada até a distribuição na rede pública de abastecimento. E no processo de destinação final do efluente doméstico diminui o volume a ser submetido a um processo de tratamento e descarte ou descarte oceânico sem tratamento como no caso da cidade de Salvador.

Apesar da vantagem do reuso de água e economia de energia observados ao reutilizar as águas cinzas, o modelo tarifário vigente impõe dificuldade à implementação dessa solução. A concessionária de serviços de abastecimento de água cobra uma tarifa mínima correspondente ao consumo de até 10m<sup>3</sup> de água. E as soluções de reuso implicam em gastos por parte do usuário para modificar suas instalações hidráulicas. Assim o investimento do usuário nas medidas de reuso não representam ganhos financeiros visto que o seu consumo continuará abaixo dos 10m<sup>3</sup> e a conta de água continuará com o mesmo valor fixo.

## CONCLUSÃO

Os resultados encontrados com relação ao consumo de água por equipamento nas residências auxiliaram a identificar as correntes de efluentes gerados. Em todas as residências estudadas identificou-se o consumo de água através da bacia sanitária como grande parcela do consumo total, característica observada em trabalhos anteriores, representando, portanto, uma oportunidade para economia de água.

A economia de água observada variou em média de 17 a 43 litros por pessoa dia o que corresponde a uma economia de 1 a 3 metros cúbicos mensais. Verificou-se que a reutilização de águas cinzas é mais eficiente em residências que possuem uma proporção de águas cinzas maior que águas negras. Bem como para aquelas que possuem grande participação da bacia sanitária no consumo total da residência.

Observou-se também que a implantação de medidas de reuso é inibida pela falta de retorno financeiro do investimento necessário para implantá-las decorrente da cobrança de valores fixos para consumos inferiores a 10 m<sup>3</sup>. Dessa forma, para incentivar que essas medidas ocorram, é necessário que haja apoio governamental, leis para implantação em novas construções e alguma forma de recompensar o usuário que utilizar tais medidas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, G. **Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reuso**: estudo em Feira de Santana, Bahia. 2007. 180p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) -- Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
2. BASTOS, A. C. V.; BOTELHO, G. L. P.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-RODRIGUEZ, K. P. S. Proposição de metodologia para caracterização da demanda por água em residências de

- baixa renda localizadas no município de Salvador. Anais... In: II Congresso Baiano de Engenharia sanitária e Ambiental, Feira de Santana, 2012.
3. BOTELHO, G. L. P.; ALVES, V. C. A.; GARCIA, A. P.; SILVA, F. A.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-ESQUERRE, K. **Proposição de metodologia de caracterização do consumo de água intradomiciliar por equipamento.** Anais... In: XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, Maceió, 2011.
  4. COHIM, E.; GARCIA, A.; KIPERSTOK. Caracterização do consumo de água em condomínios para população de baixa renda: estudo de caso In: CONGRESO INTERAMERICANO AIDIS, 31. Santiago, Chile. 2008
  5. GARCIA, A.. Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda. 124 p. il. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.
  6. GONÇALVES, Ricardo Franci (Coord.). Uso racional de água em edificações. Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (PROSAB, Edital 4).
  7. MAGALHÃES, G. L.; FERREIRA, L. S.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-RODRIGUEZ, K. P. S. **Análise exploratória do consumo de água em residências de baixa e média renda em Salvador, Bahia.** Anais... In: XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia sanitária e Ambiental, Salvador, 2012.
  8. MEHMERE, Y. S.; BOTELHO, G. L. P.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-RODRIGUEZ, K. P. S. Avaliação da utilização de equipamentos economizadores de água em residência de baixa renda: estudo de caso. Anais... In: II Congresso Baiano de Engenharia sanitária e Ambiental, Feira de Santana, 2012.
  9. MORAES, L. R. S. Fatores determinantes de consumo per capita de água em assentamentos humanos em áreas peri-urbanas: estudo de caso. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 18.1995, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1995.
  10. SILVA, F. A. A.; BOTELHO, G. L. P.; GARCIA, A.; BASTOS, A. C. V.; OLIVEIRA-RODRIGUEZ, K. P. S. **Caracterização da distribuição do consumo domiciliar de água por usos e equipamentos.** Anais... In: XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia sanitária e Ambiental. Salvador, 2012.
  11. SODRÉ, J.; BOTELHO, G. L. P.; GARCIA, A.; KIPERSTOK, A.; OLIVEIRA-RODRIGUEZ, K. P. S. **Medidas de gestão da demanda no consumo de água em habitações de baixa renda.** Anais... In: XXXIII Congresso Interamericano de Engenharia sanitária e Ambiental. Salvador, 2012.