



# **UFBA**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

**ESCOLA POLITÉCNICA**

**DEPTº DE ENGENHARIA AMBIENTAL - DEA**

***MEPLIM***

**MESTRADO PROFISSIONAL EM  
GERENCIAMENTO E TECNOLOGIAS  
AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO**

**GIOVANA SANTOS ALMEIDA**

**METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO DE  
EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA FINS DE REÚSO:  
ESTUDO EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA**



**SALVADOR  
2007**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
ESCOLA POLITÉCNICA  
MESTRADO EM TECNOLOGIAS LIMPAS NO PROCESSO PRODUTIVO

**GIOVANA SANTOS ALMEIDA**

**METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO  
DE EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA FINS DE REÚSO:  
ESTUDO EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

Salvador 2007

**GIOVANA SANTOS ALMEIDA**

**METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO  
DE EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA FINS DE REÚSO:  
ESTUDO EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo, Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Asher Kiperstok, Ph.D.

Salvador

2007

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Setorial Bernadete Sinay Neves,  
Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia.

A447 Almeida, Giovana Santos

Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reúso: estudo em Feira de Santana, Bahia/  
Giovana Santos Almeida. — Salvador-BA, 2007.  
226 p. il.

Orientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok  
Dissertação (Mestrado em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2007.

1. Água – reutilização – Feira de Santana (BA). 2. Águas residuais. 3. Água – qualidade. I. Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica. II. Kiperstok, Asher. IV. Título.

CDD: 628.16

TERMO DE APROVAÇÃO

GIOVANA SANTOS ALMEIDA

METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO  
DE EFLUENTES DOMÉSTICOS PARA FINS DE REÚSO:  
ESTUDO EM FEIRA DE SANTANA, BAHIA

Dissertação de Mestrado submetida à banca examinadora designada pelo Colegiado do Mestrado em Tecnologias Limpas no Processo Produtivo, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Tecnologias Limpas no Processo Produtivo, pela seguinte banca examinadora:

---

Prof. Asher Kiperstok, Dr.

---

Prof.<sup>a</sup> Karla Oliveira Esquerre, Dra

---

Prof.<sup>a</sup> Iara Brandão de Oliveira, Dra

Salvador, 21 de dezembro de 2007.

A

Ana Maria Santos Almeida, minha mãe.

Oswaldo Ludwig, meu marido.

Silvana Almeida, minha irmã.

Exemplos de dedicação e presença constante na minha vida.

## AGRADECIMENTOS

Ao professor **Asher Kiperstok**, pela orientação e pela oportunidade desenvolver uma pesquisa tão interessante.

Aos professores participantes da banca examinadora, pela gentileza da participação e contribuição para melhoria deste trabalho.

Ao **CNPq** por ter proporcionado o apoio financeiro necessário ao desenvolvimento desta pesquisa, inserindo-se num tema novo e promissor.

À **Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia - SRH** pelo apoio técnico e financeiro.

Ao **Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo – LAO** pela parceria, permitindo a utilização dos equipamentos de medição e *softwares* para análise dos dados.

A **Empresa Baiana de Águas e Saneamento do Estado da Bahia – EMBASA**, unidade de Feira de Santana, por ceder os dados de consumos empregados na pesquisa e análises de laboratório.

À **Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS** pela contribuição na realização das análises laboratoriais, pelo suporte técnico e apoio logístico ao projeto.

Agradeço especialmente aos **moradores das residências pesquisadas** que, com boa vontade e espírito científico, nos permitiu acessar suas casas e interferir em seu cotidiano em prol da pesquisa.

Às bolsistas **Marion Dias** e **Flávia Melo**, pela dedicação com que abraçaram a pesquisa, permitindo, assim, a realização deste trabalho.

À pesquisadora **Roselete Santos**, que realizou a pesquisa de campo junto aos moradores com paciência e dedicação sem a qual não teríamos conseguido o incondicional apoio necessário.

Aos **estudantes da UEFS** que realizaram a pesquisa de campo com os questionários pelo esforço em fazer o melhor possível na coleta dos dados.

Aos **professores e colegas do curso de mestrado** pela força e intercâmbio de material bibliográfico.

Aos **amigos e colegas do TECLIM** pelo apoio em todos os momentos.

À **Oswaldo Ludwig**, meu marido, pelo apoio psicológico e científico que me ajudou a realizar mais esta etapa da minha vida profissional.

À toda minha família pelo apoio e torcida em todos os momentos da minha vida.

Meus sinceros agradecimentos.

*“Antes de começar o trabalho de modificar o mundo,*

*dê três voltas dentro de sua casa...”*

*(Provérbio Chinês)*



## RESUMO

Este trabalho desenvolveu uma metodologia de fácil aplicação para caracterização qualitativa e quantitativa do consumo de água e produção de efluentes domésticos gerados em residências nos diversos pontos de uso, tais como: lavatório, chuveiro, pia, lavanderia e outros. O objetivo foi compreender o processo, a fim de contribuir com propostas para minimizar o uso residencial de água e a reutilização. Este estudo foi realizado na cidade de Feira de Santana, estado da Bahia, Brasil, em três etapas: primeiro, foi aplicado um questionário em 379 residências, com um erro amostral de 5%, para compreender o comportamento das pessoas, usos e costumes relativo ao consumo residencial de água. Foi investigada a correlação entre o consumo doméstico da água e as características da residência familiar. Verificou-se que o consumo está diretamente relacionado com a renda familiar e com o número de moradores. Residências com mesmas características físicas (tamanho, número de equipamentos, etc.) podem ter diferentes consumos de água, dependendo do comportamento das pessoas que utilizam água. A segunda e terceira etapas tiveram como objetivo identificar uma metodologia para caracterização qualitativa e quantitativa dos efluentes. Apenas 5 (cinco) das 379 famílias inquiridas foram selecionadas para estas duas etapas, em função da aptidão dos equipamentos hidráulicos de suas residências para as medições e aceitação da família em participar na investigação. Apesar da pequena representatividade estatística, os resultados gerais das análises químicas e físicas dos efluentes secundários são coerentes com os apresentados na literatura, a saber: maior concentração de coliformes nos efluentes da pia da cozinha; maiores valores de sólidos totais e suspensos, além de nitrogênio, fósforo, potássio e DQO no efluente de lavagem de roupa e pia de cozinha; maiores valores de cálcio e dureza no lavatório e; maiores valores de sódio nos efluentes de lavagem de roupa. Conseqüentemente o efluente de lavagem de roupa é o menos recomendado para reúso na irrigação, devido aos altos valores de RAS (Razão de Adsorção de Sódio) encontrados. Cinco casas foram investigadas quanto à caracterização quantitativa das águas residuais geradas pelos aparelhos domésticos, no entanto, são aqui apresentados os dados a partir de uma única família. Por conseguinte, estes resultados devem ser considerados, principalmente, para testar a metodologia proposta. Comparado com outros estudos no Brasil, os consumos de água e efluentes gerados por equipamentos encontrados no presente estudo difere em alguns valores, o que indica que mais estudos são necessários. No entanto, é importante ressaltar a diferença entre esta investigação e as demais, no que diz respeito aos métodos utilizados, as características da região, o equipamento selecionado, os hábitos dos usuários; e o tipo de estabelecimento estudado (por exemplo: residência, comércio, escolas, Hospitais, etc.).

Palavras chave: Reúso de água; Qualidade da água; Caracterização de efluentes; Medição; Pesquisa de opinião.

## **ABSTRACT**

*This work developed an easy to apply methodology for qualitative and quantitative characterization of residential water consumption and wastewater generation pattern, at different points of use, such as: lavatory, sink, peeps, shower, laundry, and others. The objective was to understand the process, in order to contribute with proposals to minimize residential water use and to improve reuse. This study was developed in Feira de Santana city, state of Bahia, Brazil, following three steps: First, was applied a questionnaire in 379 residences, with a sampling error of 5%, to understand people's behavior, uses and costumes concerning residential water consumption. It was investigated the correlations between the domestic water consumption and the residence and family characteristics. It was found that the consumption are directly related with the family income and the number of residents. Residences with same physical characteristics (size, number of equipments, etc.) can have different water consumption, depending on people's water use behavior. The second and third steps had the objective to identify a methodology for qualitative and quantitative effluent characterization. Only 5 (five), from 379 households surveyed, were selected for this two steps, on the basis of hydraulic equipment suitability for the measurements and the family acceptance to participate in the research. Despite the small statistic representativeness, the general results for the secondary effluents chemical and physical analyzes are consistent with those presented in the literature, as follow: higher concentration of coliforms from the kitchen sink effluent; higher values of total and suspended solids, nitrogen, phosphorus, potassium and DQO from the clothe-washing and kitchen sink effluents; higher values of calcium and hardness from the lavatory; and higher values of sodium from the clothe-washing effluent. Consequently, the clothe-washing effluent is the less recommended for reuse in irrigation due to the high values of SAR (Sodium Adsorption Ratio). For the quantitative characterization of wastewater generation by household equipment five houses were investigated, however it is presented here the data from a single household. Consequently, these results should be considered mainly for testing the proposed methodology. Compared with other studies in Brazil, the water consumption and effluent generated by equipment found in this study differ in some values, indicating that more studies are needed. Nevertheless, it is important to emphasize the difference between this research and others, regarding to the method used, the region characteristics, the selected equipment, the water user habits; and the type of establishment studied (for example: residence, commerce, schools, hospitals, etc.).*

*Keywords: Water recovery; Water quality; Effluents characterization; Measurement; Opinion research.*

## LISTA DE EQUAÇÃO

Equação 1 .....	59
Equação 2 .....	63
Equação 3 .....	63
Equação 4 .....	63
Equação 5 .....	635
Equação 6 .....	124

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa com o Número de Ocorrências Críticas (NOC-4).....	35
Figura 2: Mapa de apresentação do Risco de Poluição Hídrica.....	37
Figura 3: Mapa da Bacia do Paraguau .....	55
Figura 4: Fluxo de desenvolvimento do estudo .....	55
Figura 5: Mapa de localização das áreas de estudo – Setor 1 de Feira de Santana. .....	65
Figura 6: Esquema de instalação dos equipamentos para coleta dos dados .....	76
Figura 7: Matriz de correlação entre as questões 12, 13 e o consumo.....	91
Figura 8: Correlação entre o número de moradores na residência e o consumo.....	92
Figura 9: Correlação entre o consumo e as questões do grupo 13 .....	93
Figura 10: Matriz de correlação entre as questões 14, 15 e o consumo. ....	95
Figura 11: Matriz de correlação entre as questões 19 a 23 e o consumo. ....	95
Figura 12: Correlação entre as características das residências e o consumo. ....	97
Figura 13: Correlação entre o número de banheiros e as questões sobre o número de torneiras do lavatório, chuveiros e vasos sanitários.....	97
Figura 14: Matriz de correlação entre as questões 25 a 28 e o consumo. ....	100
Figura 15: Matriz de correlação entre as questões 29 a 34 e o consumo. ....	101
Figura 16: Matriz de correlação entre as questões 35 a 37, 41 e o consumo. ....	102
Figura 17: Matriz de Correlação entre as questões 42 a 47, 51 e o consumo.....	103
Figura 18: Diagrama de pontos dos dados referentes as questões 43, 44, 46 e 51..... .....	105
Figura 19: Matriz de Correlação entre as questões 52, 53 e 54 e o consumo.....	106
Figura 20: Gráfico de freqüência dos dados referentes as questões 53 e 54.....	107
Figura 21: Correlação entre as questões a renda e o consumo.....	109

Figura 22: Projeto experimental de reúso da água do banho para o vaso sanitário	
.....	123
Figura 23: Projeto experimental de reúso subsuperficial da água do lavatório	
(Wastewater Reuse, 2000).....	129

## LISTA DE FOTO

Foto 1 : Treinamento dos Pesquisadores de Campo em Feira de Santana.....	60
Foto 2 : Equipe de Pesquisadores de Campo – alunos da UEFS.....	61
Foto 3 : Residência 1 - Caminho Alto das Pedrinhas – Feira X.....	65
Foto 4 : Residência 2 localizada na Rua Romana, no Bairro do Tomba.....	66
Foto 5 : Residência 3 localizada na Rua Pedro Suzart Cond. Augusto Renoir.....	67
Foto 6: Residência 4, localizada na Rua Araguari, Eucalipto .....	67
Foto 7: Residência localizada na Travessa Romana, Bairro do Tomba.....	68
Foto 8: Coleta na lavanderia.....	71
Foto 9: Coleta no lavatório.....	71
Foto 10: Coleta no chuveiro.....	72
Foto 11: Coleta no Vaso.....	72
Foto 12: Homogeneização e distribuição dos efluentes em vasos menores.....	72
Foto 13: Laboratório UEFS.....	73
Foto 14: Laboratório EMBASA.....	73
Foto 15: Hidrômetro e <i>datalogger</i> instalados .....	75

## LISTA DE GRÁFICO

Gráfico 1: Distribuição dos consumos das residências pesquisadas .....	80
Gráfico 2: Informações sobre a aceitação do reúso nas residências .....	83
Gráfico 3: Avaliação de quais efluentes seriam aceitos para recuperação .....	84
Gráfico 4: Concentração de nitrogênio por equipamento hidráulico (mg/litro).....	114
Gráfico 5: Concentração de fósforo por equipamento hidráulico (mg/litro).....	116
Gráfico 6: Valores da dureza por equipamento hidráulico (mg/LCaCO <sub>3</sub> ).....	118
Gráfico 7: Concentração de magnésio por equipamento hidráulico (mg/litro). .....	119
Gráfico 8: Concentração de cálcio por equipamento hidráulico (mg/litro).....	120
Gráfico 9: Concentração de potássio por equipamento hidráulico (mg/litro).....	121
Gráfico 10: Concentração de sódio por equipamento hidráulico (mg/litro) .....	122
Gráfico 11: Valores do DQO por equipamento hidráulico (mg/litro).....	127
Gráfico 12: Concentração de sólidos totais por equipamento hidráulico (mg/litro)...	128
Gráfico 13: Concentração de sólidos suspensos por equipamento hidráulico (mg/litro) .....	130
Gráfico 14: Valores do coliformes termotolerantes por equipamento hidráulico (NMP p/ 100 ml) .....	132
Gráfico 15: Sinais medidos do consumo de uma residência no dia 30/09/2005 (Rua Pedro Suzart). .....	134
Gráfico 16: Sinais resultantes do ensaio controlado.....	137
Gráfico 17: Sinal que representa o uso do lavatório no dia 30/09/2005.....	138
Gráfico 18: Sinal que representa o uso do lavatório no dia 02/10/2005 .....	139
Gráfico 19: Sinal que representa o uso do lavatório juntamente com a descarga no dia 02/10/2005.....	139
Gráfico 20: Sinal que representa o uso da descarga no dia 01/10/2005 .....	140
Gráfico 21: Sinais de 16 descargas acionadas entre os dias 30/09/2005 a 06/10/2005.....	140

Gráfico 22: Média e intervalo de confiança das 16 amostras de descarga .....	141
Gráfico 23: Sinal que representa o uso do chuveiro no dia 30/09/2005.....	142
Gráfico 24: Sinais de 16 usos de chuveiro nos dias 30/09/2005 a 06/10/2005.....	143
Gráfico 25: Média e intervalo de confiança das 16 amostras do chuveiro.....	1414
Gráfico 26: Sinal que representa o uso da torneira da pia no dia 30/09/2005 .....	144
Gráfico 27: Sinal que representa o uso da torneira da pia no dia 04/10/2005 .....	144
Gráfico 28: Sinais de 18 usos da pia nos dias 30/09/2005 a 06/10/2005 .....	145
Gráfico 29: Média e intervalo de confiança das 18 amostras da pia .....	1416
Gráfico 30: Sinal que representa o uso do tanque no dia 01/10/2005.....	146
Gráfico 31: Sinal que representa o uso da maquina de lavar roupa no dia 01/10/2005 .....	147
Gráfico 32: variação do consumo ao longo da semana .....	148



## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Tipos de Reuso de Água .....	41
Quadro 2: Tempo de sobrevivência de microrganismos patogênicos no solo e vegetais sob temperatura ambientes de 20-300 C. ....	43
Quadro 3: Doses infetantes de enteropatogênicos humanos .....	43
Quadro 4: Riscos sanitários pelo uso de excretas e esgotos .....	44
Quadro 5: Parâmetros para Reuso.....	46
Quadro 6: Parâmetros para Reúso no Japão .....	46
Quadro 7: Parâmetros para Reúso nos EUA (Texas) .....	46
Quadro 8: Parâmetros de Qualidade.....	50
Quadro 9 Coeficiente de correlação produto-momento, ou "r de Pearson".....	63
Quadro 10 Hipóteses .....	64
Quadro 11 Parâmetros escolhidos para análise.....	69
Quadro 12 Parâmetros analisados em cada amostra. ....	73
Quadro 13 Tipos de Hidrômetros, vantagens e desvantagens na utilização para a pesquisa.....	74
Quadro 14 No ranking geral de produtos costumeiramente utilizado para limpeza...89	
Quadro 15: Questões do tópico II correlacionadas.....	90
Quadro 16: Questões do tópico II correlacionadas.....	94
Quadro 17: Questões do tópico V.1 correlacionadas .....	98
Quadro 18: Questões do tópico V.2 a serem correlacionadas .....	103
Quadro 19: Questões do tópico V.3 a serem correlacionadas .....	106
Quadro 20: Questões do tópico V.4 a serem correlacionadas .....	108
Quadro 21: Questões do tópico V.5 a serem correlacionadas .....	108
Quadro 22: Análise de Risco de Adsorção de Sódio.....	124

Quadro 23: Dados do ensaio para aferição das vazões dos equipamentos hidráulicos .....	136
Quadro 24: Participação em Eventos.....	158
Quadro 25: Artigos Publicados sobre a Pesquisa.....	158

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Demandas Consuntivas de Água por Uso na Bahia nos Anos 2000 e 2020 .....	33
Tabela 2: Demandas não-consuntivas de água por uso na Bahia nos anos 2000 e 2020.....	33
Tabela 3: Intervalos dos valores adotados para as diferentes classes de índices.....	35
Tabela 4: Risco Potencial de Poluição Hídrica - Esgoto Urbano.....	37
Tabela 5: Média da qualidade do efluente por equipamento.....	51
Tabela 6: Distribuição de água no consumo doméstico em outros países.....	52
Tabela 7: Distribuição de água no consumo doméstico no Jardim São Luiz.....	52
Tabela 8: Consumos das residências .....	60
Tabela 9: Consumo percapita em diversos locais.....	80
Tabela 10: Classes de consumo x média de consumo por pessoa.....	81
Tabela 11: Renda da Família.....	81
Tabela 12: Posição dos entrevistados na família.....	82
Tabela 13: Número de banheiros nas residências.....	86
Tabela 14: Número de chuveiros e duchas nas residências.....	86
Tabela 15: Produtos de higiene usados nos banheiros .....	87
Tabela 16: Correlações de Person (p valor) entre as características da família e o consumo.....	91
Tabela 17: Correlações de Person (p valor) entre as características da residência e o consumo.....	97
Tabela 18: Correlações de Person (p valor) entre os dados dos hábitos da família no banheiro e o consumo de água.....	99
Tabela 19: Correlações de Person (p valor) entre os dados dos hábitos da família na cozinha e o consumo de água.....	104

Tabela 20: Maiores correlações encontradas entre as questões analisadas e o consumo.....	110
Tabela 21: Análise estatística da concentração de nitrogênio por equipamento.....	114
Tabela 22: Análise estatística da concentração de fósforo por equipamento (mg/l). .....	117
Tabela 23: Análise estatística da dureza por equipamento (mg/l) .....	118
Tabela 24: Análise estatística da concentração do potássio por equipamento (mg/l). .....	121
Tabela 25: Análise estatística da concentração de sódio por equipamento (mg/l) ..	123
Tabela 26: Valores da RAS no lavatório e chuveiro .....	125
Tabela 27: Valores da RAS na pia de cozinha e lavanderia .....	125
Tabela.28: Resumo dos resultados das vazões por equipamentos.....	148
Tabela 29: Média dos consumos .....	149
Tabela 30: Distribuição dos consumos de água em edificações domiciliares apresentados em diversas pesquisas realizadas no Brasil (valores expressos em %). .....	150

## LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

A.A	Ao ano
AISAM II	Ações Integradas de Saneamento Ambiental
CETESB	Companhia de Tecnologia em Saneamento Ambiental
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNRH	Conselho Nacional de recurso Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CTC	Capacidade de Troca de Cátions
CT-HIDRO	Câmara Técnica de Hidrologia
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DEA	Departamento de Engenharia Ambiental
DQO	Demanda Química de Oxigênio
EDTA	EthyleneDiamineTetrAcetic acid.(ácido etilenodiamino tetra-acético)
EMBASA	Empresa Baiana de Saneamento
EPA	Environmental Protection Agency
FAO	Organização das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. (Food and Agriculture Organization of the United Nations)
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
IAPc	Índice de Ativação das Potencialidades Corrigidas
IAS	Índice de Ativação das Águas Subterrâneas

IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas
ISB	Índice dos Serviços Básicos
IUDc	Índice de Utilização da Disponibilidade Hídrica pelas Demandas Consuntivas e Ecológicas
IUP	Índice de Utilização das Potencialidades
LAO	Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo
LMD	Limite de Detecção
NBR	Normas Brasileiras
OD	Oxigênio Dissolvido
OMS	Organização Mundial de Saúde
PDRH	Plano Diretor de Recursos Hídricos
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PNCD	Programa Nacional de Combate ao Desperdício
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PNUD	Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
QUE	Questão
RAS	Razão de Adsorção de Sódio
RPGA's	Regiões de Planejamento de Gestão das Águas
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia

SERPRO	Serviço Federal de Processamento de Dados
SRH	Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia...
SS	Sólidos Suspensos
SST	Sólidos Suspensos Totais
ST	Sólidos Totais
STPP	Tripolifosfato de Sódio
TECLIM	Tecnologias Limpas
UB	Unidade de Balanço
UEFS	Universidade Estadual de Feira de Santana
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNEB	Universidade do Estado da Bahia

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>27</b>
<b>2. RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DA BAHIA: AVALIAÇÃO QUALI- QUANTITATIVA</b> .....	<b>32</b>
2.1 SITUAÇÃO DA DEMANDA .....	32
2.2 BALANÇO HÍDRICO – DEMANDA X DISPONIBILIDADE.....	34
2.3 POLUIÇÃO HÍDRICA.....	36
2.4 MODELO DE ABASTECIMENTO ATUAL .....	38
2.5 PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES PARA MELHORIA DO CENÁRIO ATUAL .....	39
<b>3. REÚSO DE ÁGUA</b> .....	<b>40</b>
3.1 INTRODUÇÃO .....	40
3.2 BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE RISCOS BACTERIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO REÚSO DE ÁGUA.....	42
3.3 A REGULAMENTAÇÃO DO REÚSO.....	45
3.4 EFLUENTE SECUNDÁRIO PARA REÚSO .....	47
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	<b>53</b>
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO.....	53
4.2 ETAPAS DA PESQUISA.....	55
4.3 PRIMEIRA ETAPA: PESQUISA DE OPINIÃO.....	56
4.3.1 <i>Objetivo</i> .....	56
4.3.2 <i>Metodologia</i> .....	56
4.3.2.1 <i>Elaboração do Questionário</i> .....	56
4.3.2.2 <i>Áreas de Estudo</i> .....	57
4.3.2.3 <i>Planejamento Amostral</i> .....	58
4.3.2.4 <i>Escolha dos Pesquisadores de Campo</i> .....	60
4.3.2.5 <i>Logística da Pesquisa de Campo</i> .....	61
4.3.3 <i>Escolha das Residências para Desenvolvimento da Metodologia</i> .....	64



<b>4.4 SEGUNDA ETAPA: METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS EFLUENTES INTRADOMICILIARES</b> .....	69
4.4.1 <i>Objetivo</i> .....	69
4.4.2 <i>Metodologia para Caracterização da Qualidade</i> .....	69
4.4.2.1 Escolha dos Parâmetros para Análise.....	69
4.4.2.2 Logística da Coleta dos Efluentes.....	70
4.4.2.3 Procedimentos de Coleta.....	71
4.4.2.4 Métodos Utilizados para Análise das Amostras.....	73
<b>4.5 TERCEIRA ETAPA: METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS EFLUENTES</b> .....	74
4.5.1 <i>Objetivo</i> .....	74
4.5.2 <i>Metodologia</i> .....	74
4.5.1.1 Escolha do Medidor.....	74
4.5.1.2 Coleta dos Dados.....	75
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>78</b>
<b>5.1 ELABORAÇÃO DA PESQUISA DE OPINIÃO</b> .....	78
5.1.1 <i>Análise Descritiva dos Questionários</i> .....	79
5.1.1.1 Dados sobre Consumo e Renda.....	79
5.1.1.2 Perfil dos Entrevistados.....	82
5.1.1.3 Avaliação do conhecimento e aceitação do Reúso.....	83
5.1.1.4 Características das Residências.....	85
5.1.1.5 Hábitos dos Usuários.....	88
5.1.2 <i>Análise de Correlação entre as Informações Resultantes da Aplicação do Questionário</i> .....	90
5.1.2.2 Tópico II - Características das Famílias e Impacto no Consumo.....	90
5.1.2.2 Tópico IV - Características da Residência e Impacto no Consumo.....	94
5.1.2.3 Tópico V.1 – Hábitos da Família no Banheiro e o Impacto no Consumo.....	98
5.1.2.4 Tópico V.2 – Hábitos da Família na Cozinha e o Impacto no Consumo.....	102
5.1.2.5 Tópico V.3 – Hábitos da Família na Área de Serviço e o Impacto no Consumo.....	106
5.1.2.6 Tópico V.4 – Hábitos da Família na Área Externa ao Domicílio e o Impacto no Consumo.....	107
5.1.2.7 Tópico V.5- Renda da Família e o Impacto no Consumo.....	108
5.1.3 <i>Discussão</i> .....	109

<b>5.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO EFLUENTE</b> .....	113
<b>5.2.1 Análise dos Parâmetros Químicos</b> .....	113
5.2.1.1 Nitrogênio .....	113
5.2.1.2 Fósforo.....	115
5.2.1.3 Dureza, Magnésio e Cálcio .....	117
5.2.1.4 Potássio.....	120
5.2.1.5 Sódio.....	122
5.2.1.6 DQO.....	126
<b>5.2.2 Análise dos Parâmetros Físicos</b> .....	127
<b>5.2.3 Análise dos Parâmetros Microbiológicos</b> .....	130
<b>5.2.4 Análise Geral dos Parâmetros Relacionados</b> .....	133
<b>5.3 CARACTERIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE EFLUENTE POR USO</b> .....	134
<b>5.3.1 Identificação das Vazões de cada Aparelho Associado aos Sinais Gerados pelas Medições.</b> .....	135
<b>5.3.2 Modelagem do Sistema Hidráulico</b> .....	136
<b>5.3.3 Análise dos Sinais Gerados pelo Datalogger para Identificação das Vazões por Equipamento</b> .....	137
5.3.3.1 Lavatório.....	138
5.3.3.1 Descarga .....	139
5.3.3.2 Chuveiro .....	142
5.3.3.3 Pia.....	144
5.3.3.4 Tanque .....	146
5.3.3.5 Máquina de Lavar Roupa.....	147
<b>5.3.4 Conclusão das Análises</b> .....	150
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>153</b>
<b>DIVULGAÇÃO DOS RESULTADOS DA PESQUISA</b> .....	<b>158</b>
<b><u>APÊNDICES</u></b> .....	<b>169</b>
<b><u>APÊNDICE A</u></b> .....	170
Questionário final da pesquisa de campo do Projeto REUSÁGUA.....	170
<b><u>APÊNDICE B</u></b> .....	186
Datas das visitas realizadas nas residências.....	186

<b>APÊNDICE C</b> .....	188
<i>Resultados das análises dos efluentes por equipamento</i> .....	188
<b>APÊNDICE D</b> .....	203
<i>Ficha para registro dos horários de uso dos equipamentos hidráulicos nas residências</i> .....	203
<b>APÊNDICE E</b> .....	206
<i>Compilação das Anotações dos Horários de Uso dos Equipamentos Hidráulicos</i> .....	206
<b>ANEXOS</b> .....	<b>213</b>
<b>ANEXO A</b> .....	214
<i>Proposta de Resolução para Reuso Agrícola elaborada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH em 2006</i> .....	214
<b>ANEXO B</b> .....	223
<i>Especificações dos Medidores de vazão de água existentes no mercado</i> .....	223

# 1. Introdução

A pressão sobre os recursos hídricos tem crescido, tendo como os principais motivos o crescimento da demanda, a escassez e o uso indevido destes recursos. No Brasil, a população cresceu três vezes no período de 50 anos, enquanto que a demanda por água aumentou seis vezes. Apesar de o país possuir 18% dos recursos hídricos superficiais do planeta, a situação não é tranqüila devido à distribuição irregular e a falta de qualidade na gestão desses recursos (ABES, Revista BIO, 2003).

O reúso é considerado atualmente uma alternativa viável para racionalizar a utilização dos recursos hídricos em residências, principalmente em regiões onde se constata a sua escassez. No entanto, ainda existem dúvidas quanto a segurança na reutilização dos efluentes, quanto as fontes viáveis e os tratamentos adequados.

Informações levantadas na revisão bibliográfica indicam que as águas cinzas, águas servidas sem contribuição do efluente do vaso sanitário, são consideradas uma fonte alternativa para o reúso, no entanto, na maioria das vezes, é indicado um pré-tratamento para fazer a reutilização. Utilizando-se os conceitos de tecnologias limpas, fazer o reúso não significa apenas coletar efluente, tratá-los e fazer a reutilização, também é necessário estudar a forma mais racional, considerando a possibilidade do uso direto dos efluentes menos contaminados, sem que haja a necessidade de tratamentos prévios.

Utilizar um efluente sem tratamento pode representar um risco à saúde humana, por isso, para que seja possível fazer o reúso na fonte é necessário se ter o conhecimento detalhado dos efluentes que se pretende reutilizar, tanto em quantidade quanto em qualidade.

Aplicando-se estes conceitos, o alcance dos objetivos para preservação de recursos naturais é mais efetivo, pois, para tratar a água faz-se necessária a utilização de insumos, energia e instalações adequadas.

O efluente em cada equipamento de uma residência possui características próprias que variam de acordo a utilização dos mesmos. A qualidade da água de abastecimento, os produtos de limpeza utilizados e o tipo de resíduo gerado podem definir as características qualitativas do efluente.

Em relação à quantidade, estima-se que as diferenças entre as vazões geradas por equipamento são determinadas principalmente pelos seguintes fatores: tipo de residência, modelos de equipamentos hidráulicos, renda familiar, número de moradores, vazamentos e o tempo de uso. Outro fator que pode ser considerado é o comportamento dos usuários da água (usos e costumes). Estas características diferem entre as regiões a depender do clima, acesso água, cultura, desenvolvimento sócio econômico e nível de consciência ambiental.

Para estudar estas questões, foi submetido ao CNPq o projeto de pesquisa intitulado “Caracterização do Uso D'água Intradomiciliar Urbano para Fins de Reúso, no Semi Árido Baiano” através do Grupo de Tecnologias Limpas – Teclim do Departamento de Engenharia Ambiental – DEA (UFBA) em resposta ao Edital CT-HIDRO semi-árido. A proposta da pesquisa é estabelecer uma metodologia para se fazer uma caracterização quali-quantitativa dos efluentes residenciais, além de identificar as formas de uso da água no universo pesquisado. Este projeto foi aprovado em novembro de 2003 e contou com o apoio da Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia - SRH, da Universidade Estadual de Feira de Santana (UEFS) e da Empresa Baiana de Saneamento (EMBASA). As atividades foram iniciadas em março de 2004 com uma duração de 24 meses. O Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo (LAO) também apoiou o projeto fornecendo os medidores eletrônicos, *dataloggers* e softwares necessários para a pesquisa de quantidade.

A pesquisa foi desenvolvida em três etapas: aplicação do questionário (usos e costumes); caracterização qualitativa e caracterização quantitativa. O objeto de estudo foi delimitado entre os usuários da água de um dos setores de abastecimento da EMBASA em Feira de Santana, segunda maior cidade do Estado da Bahia, localizada no semi-árido baiano.

Na primeira etapa, executou-se a pesquisa de opinião aplicando-se o questionário a 379 residências para identificação dos hábitos, usos e costumes acerca da utilização da água, bem como para se conhecer qual a compreensão desses usuários sobre o tema reúso. Com a conclusão desta etapa, foram selecionadas 05 residências para realização do estudo de caso visando a caracterização da qualidade e quantidade de água por equipamento hidráulico.

Na segunda etapa foi desenvolvida e aplicada metodologia para a caracterização qualitativa dos efluentes gerados por cada equipamento hidráulico – lavatório, pia, lavanderia, descarga e chuveiro.

Nesta etapa foram definidos os equipamentos a serem utilizados e a forma como foram feitas as coletas dos efluentes por cada um deles. Nos efluentes coletados, foram feitas análises químicas, físicas e bacteriológicas, totalizando-se 13 parâmetros para determinação das características dos efluentes. O método aplicado mostrou-se eficiente, pois a instalação dos equipamentos e a coleta dos dados são simplificadas e os materiais utilizados são facilmente encontrados no mercado a baixo custo. Foram feitas 6 repetições nas análises de cada parâmetro para cada equipamento pesquisado nas cinco residências, totalizando cerca de 1.680 análises realizadas.

A parceria estabelecida com a UFBA, UEFS e EMBASA foi de fundamental importância, propiciando a redução de custos e melhora da logística para coleta. Os dados apresentados delimitam o perfil das 05 residências estudadas, sendo apenas indicativo para comparação com outros perfis.

Na terceira etapa, desenvolveu-se a metodologia para a caracterização dos consumos e vazões dos efluentes gerados por cada equipamento hidráulico. Para tanto, foram instalados hidrômetros com *dataloggers* para medição da quantidade de água consumida nas 05 residências pesquisadas. Não se pode considerar o número de residências pesquisadas como uma amostra representativa que caracterize as residências da cidade de Feira de Santana. O principal intuito do estudo de cada residência foi desenvolver e testar uma metodologia para caracterização.

A metodologia mostrou-se bastante prática, pois com a instalação do hidrômetro na saída do reservatório acoplado ao *datalogger* – fazendo medições a cada 15 segundos – era necessário apenas reunir os dados a cada semana, efetuando as análises necessárias com o mínimo de incômodo aos moradores. Foi elaborada uma ficha para anotação dos horários do consumo pelas famílias pesquisadas, possibilitando assim o cruzamento dos dados com as informações apresentadas pelos gráficos. Com estes dois elementos, foi possível identificar o volume consumido por equipamento nas residências em condições normais de uso da água, sem a necessidade de um medidor em cada equipamento, apresentando, dessa forma, o mínimo de intervenções nas residências e a um custo baixo.

Observou-se que as anotações feitas pelas famílias acerca dos horários não ofereceram dados muito precisos. Sendo assim, parte do volume foi identificado com base nas vazões de cada equipamento, através de uma prévia aferição, que resultou na definição de padrões dos gráficos gerados.

A participação e colaboração das famílias pesquisadas foram decisivas para o sucesso da pesquisa. Pois, ainda que minimamente, fez-se necessário uma mudança de rotina nos dias de coleta e na instalação dos equipamentos. Buscou-se na efetivação da pesquisa qualitativa e quantitativa afetar o mínimo possível o cotidiano dos moradores, assim, foram impostas algumas limitações de horários e formas de coleta menos incômodas.

Durante o desenvolvimento dos trabalhos, a equipe de pesquisadores da UFBA, sempre que necessário, esclarecia aos moradores sobre quais os objetivos da pesquisa, apresentado o planejamento com os dias de coleta e o prazo estabelecido para a conclusão da pesquisa.

Com o desenvolvimento da pesquisa, foi criado um banco de dados sobre a qualidade e a quantidade da água. Parte desse banco de dados, foi aqui analisada, o restante poderá subsidiar estudos futuros, principalmente para avaliação dos potenciais de reúso dentro de uma residência. Esses dados também serão úteis na avaliação de riscos de contaminação através do reúso direto. A identificação da qualidade e quantidade de água por equipamento hidráulico permite precisar qual seria o melhor tratamento para cada tipo de efluente gerado com vistas à reutilização.

As medições detalhadas – a cada 15 segundos – permitem identificar os horários de pico de uso da água, podendo-se fazer um estudo completo destes consumos para tomadas de decisões e otimização do fornecimento por parte da concessionária. A caracterização pormenorizada do consumo permitiu a identificação do volume gerado por equipamento hidráulico, dado que poderá ser utilizado para avaliação do volume possivelmente armazenado, caso seja empregado o reúso.

Outro importante banco de dados foi gerado a partir da pesquisa mediante questionários, que poderá ser utilizado em diversos estudos de identificação do comportamento do usuário em relação ao uso da água em residência.

Os resultados desta pesquisa, apresentados no Capítulo 5, podem contribuir para o aproveitamento dos efluentes domésticos em usos menos nobres. Com a diminuição do consumo da água fornecida pela concessionária, ter-se-ia também a redução do gasto de energia para adução do sistema de distribuição e tratamento. O reaproveitamento dos efluentes permite uma redução na geração de efluentes domiciliares evitando o despejo de esgotos nos corpos hídricos.

Feira de Santana possui características sócio-econômicas que representam, por um lado, a área rural, predominante no semi-árido, por outro, a área urbana, fortalecendo a idéia de poder se extrapolar a metodologia para outras cidades com características semelhantes. Representativo volume de água poderá ser recuperado caso se implante tecnologias de recuperação com base nos resultados da pesquisa, principalmente em regiões áridas e semi-áridas.



## **2. Recursos Hídricos no Estado da Bahia: Avaliação Quali-Quantitativa**

Além da aridez, que é um fator regional, o problema atual com a escassez de água potável para o consumo humano advém principalmente de dois fatores: o aumento da demanda que gera um desequilíbrio em relação a oferta e a poluição hídrica dos mananciais. Esses fatores são resultados do modelo de abastecimento atual que funciona como se os recursos hídricos fossem ilimitados. As informações disponíveis no Plano Estadual de Recursos Hídricos (SRH, 2003), resumidas a seguir, apresentam a dimensão desse problema na Bahia.

Fazendo uma análise do Plano Estadual de Recursos Hídricos – PERH (SRH, 2003), pode-se ter uma noção da problemática em relação à demanda, oferta, o balanço hídrico e a poluição no Estado.

### **2.1 SITUAÇÃO DA DEMANDA**

Para estimar as demandas hídricas ao longo do período compreendido entre 2000 e 2020, o PERH elaborou cenários que consideram, além da variação das demandas, a utilização de diferentes graus de otimização de uso dos recursos hídricos.

A demanda de água é a quantidade necessária ou solicitada para uma determinada atividade. Enquanto o consumo corresponde à água que é efetivamente gasta no desenvolvimento desta. As demandas podem ser do tipo consuntivo, quando existe redução do volume devolvido ao corpo d'água em função da ação do seu uso, e não-consuntivo.

A Tabela 1 apresenta as demandas consuntivas no chamado cenário atual que corresponde à situação real das demandas no ano de 2000; e no cenário tendencial representando a situação em 2020, considerando a continuidade da situação atual, não havendo interferências para aumentar o grau de atendimento das demandas nem para aumentar a eficiência de uso da água.

**Tabela 1:** Demandas Consuntivas de Água por Uso na Bahia nos Anos 2000 e 2020.

Tipos de demandas consuntivas	Vazões por cenário (m <sup>3</sup> /s)				variação
	Atual		Tendencial		
	vazão	proporção	vazão	Proporção	
Abastecimento urbano	20.9	10%	27.8	5%	33%
Abastecimento humano rural	3.9	2%	3.7	1%	-5%
Abastecimento industrial	3.3	2%	6	1%	82%
Dessedentação dos rebanhos	7	3%	8.5	2%	21%
Irrigação	170.1	83%	460.6	91%	171%
Total	205.2	100%	506.6	100%	147%

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, 2003).

Segundo o PERH a maior demanda de água atual advém da agricultura, seguida pelo abastecimento humano. Comparando os dados de 2000 com as projeções para 2020, a demanda total terá um incremento de 147%, passando de 205.3 m<sup>3</sup>/s para 506.6 m<sup>3</sup>/s. O Plano aponta ainda que a agricultura é o setor que mais demandará água até 2020, cerca de 171% de aumento, seguido pelo setor industrial, com 82%.

Estima-se que o consumo da água para o abastecimento humano seja o que menos crescerá nos próximos anos, podendo-se justificar pelas decrescentes taxas de crescimento populacional, contudo, no ambiente urbano baiano este uso ainda é o preponderante. O Plano também aponta que neste cenário o uso da água para diluição de afluentes e chorume terá um acréscimo de cerca de 30% (Tabela 2), o que, conseqüentemente, trará um aumento na mesma proporção da contaminação hídrica proveniente desta prática.

**Tabela 2:** Demandas não-consuntivas de água por uso na Bahia nos anos 2000 e 2020.

Tipos de demandas não consuntivas	Vazões por cenário (m <sup>3</sup> /s)		
	Atual	Tendencial	Varição
Diluição dos afluentes	748	991	32%
Diluição do chorume	113	150	33%
Navegação	140	-	-
Geração de energia	90.3	-	-
Total	1091.3		

Fonte: Adaptado do Plano Estadual de Recursos Hídricos (Superintendência de Recursos Hídricos do Estado da Bahia, 2003).

## 2.2 BALANÇO HÍDRICO – DEMANDA X DISPONIBILIDADE

O balanço hídrico compara as disponibilidades hídricas – ofertas – superficiais e subterrâneas, bem como as demandas hídricas. Os balanços hídricos elaborados no PERH foram consolidados por Regiões de Planejamento de Gestão das Águas – RPGA's.

As principais informações utilizadas pelo PERH foram: disponibilidades hídricas de superfície; disponibilidades hídricas subterrâneas; demandas hídricas para irrigação e rebanhos e respectivos retornos; demandas hídricas para abastecimento urbano e rural; diluição de efluentes e demandas industriais.

Foram estudados no PERH-BA 10 (dez) indicadores do balanço hídrico de cada UB (Unidade de Balanço) para o cenário atual (ano 2000), usuais no planejamento dos recursos hídricos, dos quais se destacam os 4 (quatro) indicadores apresentados a seguir, definidos essencialmente através dos conceitos básicos de potencialidades, disponibilidades hídricas e demandas hídricas, bem como dos parâmetros referentes ao volume armazenado, retorno e outros. A saber, (a) Índice de Ativação das Potencialidades Corrigidas (IAPc)<sup>1</sup>; (b) Índice de Utilização da Disponibilidade Hídrica pelas Demandas Consuntivas e Ecológicas (IUDc)<sup>2</sup>; (c) Índice de Utilização das Potencialidades (IUP)<sup>3</sup>; (d) Índice de Ativação das Águas Subterrâneas (IAS)<sup>4</sup>.

Para cada índice escolhido, foram adotados os intervalos de valores calculando-se os índices para cada UB, cujos resultados obtidos estão apresentados na tabela 3.

---

<sup>1</sup> Indica o índice de ativação do potencial hídrico de uma região, que a depender dos valores encontrados, pode-se caracterizar um déficit ou uma boa disponibilidade hídrica.

<sup>2</sup> Caracteriza-se pelo somatório das demandas hídricas consuntivas e ecológicas na UB divididas pela disponibilidade hídrica total.

<sup>3</sup> Indica o nível de utilização das potencialidades hídricas, sendo medida através da razão entre as demandas e a vazão média do reservatório.

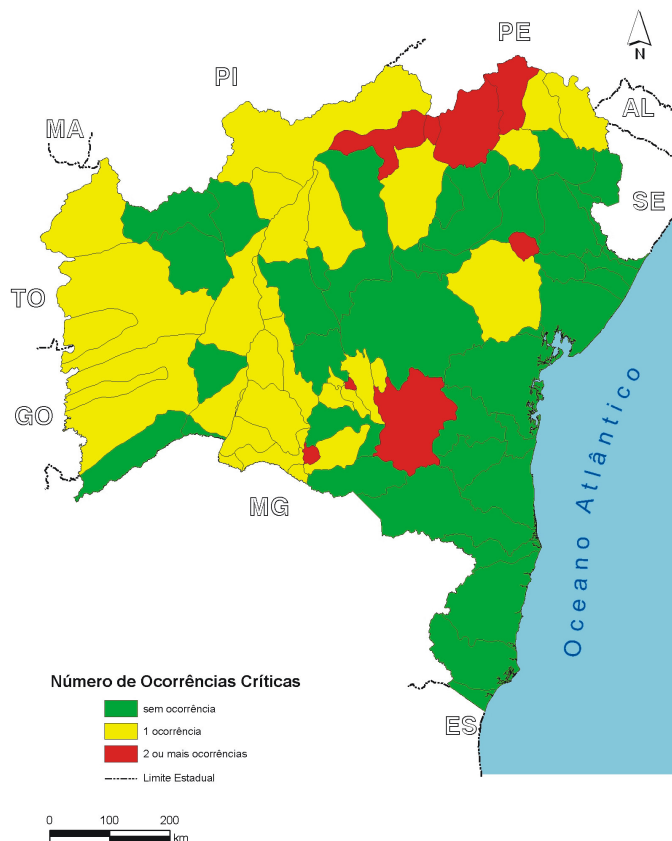
<sup>4</sup> Indica o nível de exploração dos aquíferos subterrâneos.

**Tabela 3:** Intervalos dos valores adotados para as diferentes classes de índices.

Classes dos índices	Intervalos dos valores dos índices			
	IAPc	IUP	IUDc	IAS
Baixo	0 - 12,5	0 - 12,5	0 - 25	0 - 12,5
Médio	12,5 - 25	12,5 - 25	25 - 50	12,5 - 25
Alto	25 - 50	25 - 50	50 - 100	25 - 50
Crítico	> 50	> 50	> 100	> 50

Fonte: PERH, 2003.

A partir destes índices de sustentabilidade, o PERH elaborou o mapa da Figura 1, classificando as unidades de balanço, UBs, segundo o grau de comprometimento dos recursos hídricos. As UBs representadas pela cor vermelha são aquelas que apresentam o maior grau de comprometimento dos recursos hídricos, sendo classificadas como deficitárias ou críticas. As UBs representadas pela cor verde são aquelas que apresentam o menor grau de comprometimento dos recursos hídricos, sendo consideradas como superavitárias. As áreas em amarelo, embora não se encontrem em situação crítica, apresentam restrições quanto à ampliação do uso dos recursos hídricos.



**Figura 1:** Mapa com o Número de Ocorrências Críticas (NOC-4).

## 2.3 POLUIÇÃO HÍDRICA

Além da disponibilidade, outro fator que vem se tornando crítico para atendimento das demandas futuras, é a poluição hídrica. As principais fontes de poluição apontadas no PERH são: agropecuária, drenagem urbana, atividades industriais, mineração, esgoto e lixo urbanos.

No Estado da Bahia, os esgotos urbanos constituem a principal fonte de poluição dos recursos hídricos, acarretando impactos relevantes nos mananciais de superfície e subterrâneos. Decorrem das diversas modalidades do uso dado às águas – uso doméstico, utilidades pública, uso comercial, uso industrial, etc –, resultando em esgotos com características físicas, químicas e biológicas específicas.

O esgoto urbano é constituído por aproximadamente 99,9% de água e 0,1% de sólidos (VON SPERLINNG M., 1996) compostos de contaminantes físicos, químicos e biológicos e, se não tratado, pode impactar os corpos d'água e transmitir doenças. O potencial de contaminação dos corpos d'água decorre dos níveis de tratamentos dos esgotos urbanos e da sua destinação.

O PERH definiu que o risco<sup>5</sup> potencial está relacionado com o porte da população urbana. Assim, na hierarquização elaborada do potencial de poluição para os recursos hídricos, tendo como fonte o esgoto urbano, 212 municípios (51%) enquadram-se como de baixo risco e são representados pelos municípios com população inferior a 7.000 habitantes, geradores de reduzido volume de esgoto. Na classe de risco potencial médio encontram-se 18 municípios (4%), grupo composto pelo conjunto de municípios com populações entre 7 e 30 mil habitantes. Na categoria de risco potencial alto enquadram-se os municípios com população maior que 30.000 habitantes e cujo esgoto não é 100% tratado, correspondendo a 187 municípios (45%). Nesse grupo estão, também, incluídos os municípios com população urbana compreendida entre 7.000 a 30.000 habitantes onde os esgotos gerados não sofrem qualquer tipo de tratamento e são lançados diretamente nos rios, lagos e lagoas.

---

<sup>5</sup> O PERH usou a palavra 'risco potencial', contudo a palavra 'risco' está sendo utilizada neste documento de outra forma em no Capítulo 4.

O Censo 2000 (IBGE) constatou que 530 (65%) dos 812 distritos do Estado da Bahia não possuem esgotamento sanitário. Destes, 90% utiliza a fossa séptica ou seca para lançamentos dos esgotos e o restante faz o despejo em valas ou lançamento direto. Dentre os municípios que possuem coleta de esgoto, apenas 6% fazem o tratamento para lançamento nos corpos d'água.

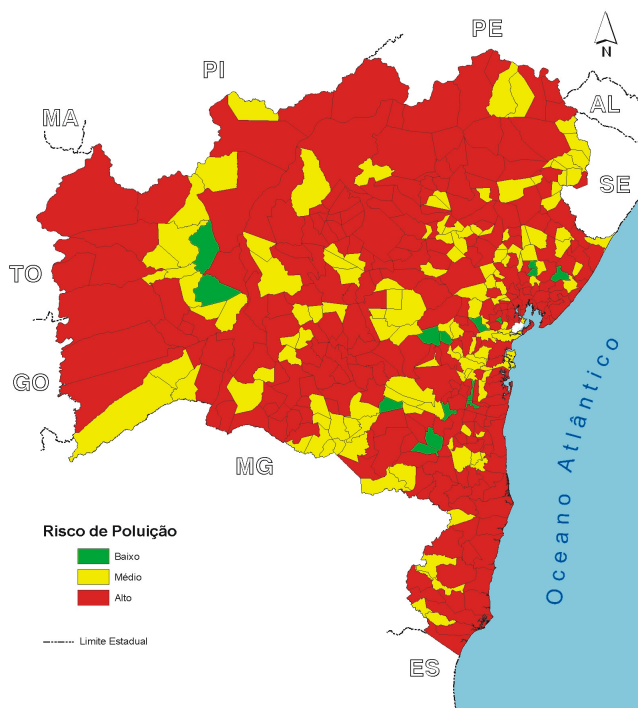
A Tabela 4, a seguir, sintetiza os resultados obtidos na caracterização do risco potencial de poluição hídrica decorrente dos esgotos urbanos produzidos na Bahia.

**Tabela 4:** Risco Potencial de Poluição Hídrica - Esgoto Urbano.

Risco		Nº de municípios	Porcentagem %
Categoria	Denominação		
1	Baixo	212	51
2	Médio	18	4
3	Alto	187	45
Total	-	417	100

Fonte: PERH (SRH, 2003)

Para uma visualização global do risco potencial de poluição hídrica decorrente das diferentes fontes geradoras estudadas, consolidou-se, como risco final de poluição, a categoria indicativa de maior risco constatado entre as seis fontes de impactos em questão. As informações consolidadas estão mostradas na Figura 2.



**Figura 2:** Mapa de apresentação do Risco de Poluição Hídrica.

## 2.4 MODELO DE ABASTECIMENTO ATUAL

O atual modelo de abastecimento das cidades está baseado em um fluxo linear, onde recursos considerados “ilimitados” entram no processo, saindo resíduos “ilimitados” que são lançados no corpo receptor, contaminando a água, matéria prima do processo (Graedel em Sokolow, 1994). Considerando isto, há de se esperar que um dia a água esteja contaminada de tal forma que será difícil a sua recuperação, ocasionando o aumento no custo do tratamento, e, conseqüentemente no valor para os usuários, desencadeando uma incessante busca por novas fontes de abastecimento.

Este processo faz com que a qualidade dos recursos hídricos para o consumo fique comprometida, por isso, é necessário encontrar formas de usar a água potável apenas para as necessidades vitais e que tenham o contato direto com o homem, como para banho, beber, cozinhar, etc.

O economista Alexandre Arrenius Elias (2003), em seu artigo “Contextos Urbanos e sua Disponibilidade Hídrica”, defende que a água deve ser administrada dentro de uma perspectiva sustentável, possibilitando a conservação, a distribuição e o uso eficiente dos recursos explorados. Este artigo também informa que atualmente na rede de distribuição da maioria dos municípios brasileiros há um desperdício médio de 40 litros para cada 100 litros de água já tratada. Investimentos em equipamentos menos vulneráveis a vazamentos, aparelhos medidores (hidrômetros) mais precisos, leis que estimulem a economia doméstica, reúso, etc. seriam necessários para minimizar o desperdício hídrico urbano.

Segundo Hespanhol (1997) uma política objetiva de reúso é necessária para se fazer uma gestão sustentável dos recursos hídricos, principalmente em regiões onde a demanda é precariamente satisfeita através de oferta de alto custo. Esta política deverá ser institucionalizada através de estruturas adequadas de gestão, aspectos legais, mecanismos regulatórios e econômico-financeiros, pesquisa, desenvolvimento tecnológico e mudanças culturais.

## 2.5 PROPOSIÇÃO DE SOLUÇÕES PARA MELHORIA DO CENÁRIO ATUAL

Segundo YOU e colaboradores (1998), a demanda de reúso de água aumentou por causa do crescimento econômico, do rápido desenvolvimento industrial e de uma melhora do padrão de vida.

Setores da sociedade têm se mostrado bastante preocupados com a questão do fornecimento de água potável, devido ao agravamento da crise na disponibilidade dos recursos hídricos em diversas regiões. A elevação do custo da água para irrigação levou a diversas agências nacionais e internacionais, com a participação de instituições acadêmicas, a desenvolver propostas para a formulação de um guia sanitário para uso de esgoto que pudesse ser aplicado tanto por países industrializados quanto países em desenvolvimento. Dentre estes destaca-se o *Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture da OMS (1989)*.

No Brasil, foi elaborado o Plano Nacional de Combate ao Desperdício – PNCDA (Relatório do PNCDA,1999) com o objetivo de promover uso racional da água, do abastecimento, beneficiando a saúde pública, o saneamento ambiental e promovendo a eficiência dos serviços. O PNCDA apresenta um conjunto de ações e instrumentos tecnológicos, normativos, econômicos e institucionais para uma efetiva economia dos volumes de água demandados para consumo nas áreas urbanas. Apresentam-se a seguir algumas sugestões apontadas neste documento para implementar o uso racional da água: (a) eficiência do sistema de distribuição; (b) gestão da demanda; (c) gestão integrada dos recursos hídricos; (d) manejo de cadastros; (d) exatidão na medição dos volumes (macromedição e micromedição); (e) detecção e reparo de vazamentos na rede e em sistemas prediais; (f) controle de pressão na rede; (g) redução do consumo através da educação para racionalização do uso; (h) aparelhos poupadores em sistemas prediais; (i) Captação direta de água de chuva; (j) Uso dos efluentes gerados.



## 3. Reúso de Água

### 3.1 INTRODUÇÃO

O reúso de águas, ou seja, o reaproveitamento dos “resíduos” do processo de abastecimento é considerado uma alternativa viável para suprir as necessidades de abastecimento humanas em um cenário atual e futuro de escassez deste recurso.

“Atualmente, o assunto reúso de água está cada vez mais em evidência, contudo este não é novidade no mundo, desde, aproximadamente, 1960 encontram-se vários exemplos na literatura e de diversas formas diferentes para reaproveitamento dessas águas servidas” (TECHNOWATER, 2003).

Segundo Hespanhol (2001), as águas de esgoto ou salobras são espontaneamente utilizadas na agricultura ou aqüicultura sempre que água de boa qualidade não está disponível ou é de difícil obtenção. Esta prática, sem o devido controle, desconsidera procedimentos importantes para a proteção do meio ambiente, saúde dos usuários e consumidores dos produtos. Sendo assim, um planejamento adequado é recomendável para realizar um reúso consciente. O autor dá como exemplo a República da Namíbia que vêm tratando esgotos exclusivamente domésticos para fins potáveis desde 1968. Os esgotos industriais são coletados em rede separada e tratados independentemente. Além disso, um controle intensivo é efetuado pela municipalidade, para evitar a descarga, mesmo acidental, de efluentes industriais ou compostos químicos de qualquer espécie, no sistema de coleta de esgotos domésticos. A institucionalização do reúso nesse país promoveu a criação de normas e procedimentos para possibilitar o adequado manejo desta prática.

Em relação ao Brasil, Hespanhol (2001) informa que apesar do reúso estar difundido principalmente para irrigação de hortaliças e culturas forrageiras, não existe nenhum controle ou planejamento por parte dos usuários. Efluentes provenientes de córregos e rios poluídos são comumente utilizados para irrigação de diversos tipos de culturas, ignorando-se completamente que esta é uma prática danosa à saúde pública.

No Japão, plantas de tratamento de águas residuárias geram  $1.09 \times 10^{10} \text{ m}^3$  de efluentes por ano e destes são reusados  $8.5 \times 10^7 \text{ m}^3$ . Apesar do volume reusado parecer significativo, este representa apenas 0,8% do total tratado, mostrando que muito ainda precisa ser feito para o reaproveitamento total dos efluentes do País. Em um dos projetos identificados, a água recuperada é usada para descarga de banheiro em 19 edifícios. O critério utilizado no uso de água recuperada nas descargas dos banheiros é definido no “Relatório de Reúso de Águas Servidas Tratadas” (MAEDA et al 1996).

As águas de reúso da SABESP têm como origem as estações de tratamento de esgoto. Segundo a Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo (SABESP, 2006) atualmente são reaproveitados cerca de  $1.000 \text{ m}^3/\text{h}$  de efluentes em São Paulo, volume suficiente para abastecer cerca da metade da população da cidade de Feira de Santana. Parte deste efluente ( $47 \text{ m}^3/\text{h}$ ) é usado pelas prefeituras da Região Metropolitana de São Paulo para efetuar a limpeza pública. Caminhões devidamente preparados são abastecidos com água de reúso para efetuar a limpeza das ruas após as feiras livres poupando água potável. Os custos são bastante reduzidos. Os órgãos municipais pagam R\$ 0,36 por  $\text{m}^3$  de água (SABESP, 2006)

A SABESP estendeu a alternativa às empresas. A *Coats Correntes* foi a pioneira e, desde 1997, aproveita a água de reúso para tingir as linhas que fabrica. A economia chega a  $70 \text{ m}^3/\text{h}$  de água. Outras treze empresas também aderiram à prática e compram  $7 \text{ m}^3/\text{h}$  de água de reúso desde julho de 2002.

O Quadro 1 mostra os diversos tipos de reúso de água que têm sido empregados em países industrializados.

**Quadro 1:** Tipos de Reuso de Água.

TIPOS DE REUSO	APLICAÇÕES
Irrigação paisagística	Parques, cemitérios, campos de golfe, faixas de domínio de auto-estradas, campi universitários, cinturões verdes, gramados residenciais
Irrigação de campos para cultivos	Plantio de forrageiras, plantas fibrosas e de grãos, plantas alimentícias, viveiros de plantas ornamentais, proteção contra geadas
Usos industriais	Refrigeração, alimentação de caldeiras, lavagem de gases, água de processamento
Recarga de aquíferos	Recarga de aquíferos potáveis, controle de intrusão marinha, controle de recalques de solos
Usos urbanos não-potáveis	Irrigação paisagística, combate ao fogo, descarga de vasos sanitários, sistemas de ar condicionado, lavagem de veículos, lavagem de ruas e pontos de ônibus, etc.

Represamentos	Represas ornamentais, fins recreacionais e desportivos (navegação, pesca, esportes aquáticos, etc.)
Finalidades Ambientais	Aumento de vazão em cursos de água, aplicação em pântanos, alagados, indústrias de pesca
Usos diversos	Aqüicultura, fabricação de neve, construções, controle de poeira, dessedentação de animais

Fonte: Crook, 1993.

### **3.2 BREVES CONSIDERAÇÕES SOBRE RISCOS BACTERIOLÓGICOS ASSOCIADOS AO REÚSO DE ÁGUA**

Em relação às águas originadas no espaço doméstico é previsto que alguns tipos de reaproveitamento, possam envolver riscos à saúde pública. Porém, o fato dos agentes infecciosos estarem presentes nos efluentes não significa que doenças serão transmitidas com a sua utilização, no entanto, existe um risco potencial associado a esta prática. O risco real está sujeito a uma série de fatores combinados, tais como a resistência do microrganismo; fatores ambientais, como temperatura, luz, dessecação e predatismo; dose infectante; patogenicidade; susceptibilidade do hospedeiro e nível de exposição (CHAGAS, 2000 *apud* BASTOS, 1993).

Segundo Mehnert (2003) ainda existem poucas informações sobre o potencial contaminante de um sistema de irrigação que utiliza efluentes domésticos aos lençóis de água subterrâneos e ao solo. Sendo assim, a aplicação de efluentes no solo não deve ser feita de forma indiscriminada, sem nenhum controle. São normalmente encontrados em efluentes domésticos diversos tipos de patógenos, como bactérias, protozoários, helmintos e, mais recentemente, vírus.

O Quadro 2 apresenta um resumo das informações disponíveis sobre o tempo de sobrevivência no solo e em vegetais de organismos patogênicos encontrados nos esgotos e, no Quadro 3, são apresentados os valores das doses infectantes dos patogênicos humanos.

**Quadro 2:** Tempo de sobrevivência de microrganismos patogênicos no solo e vegetais sob temperatura ambientes de 20-30° C.

Microrganismos	Sobrevivência	
	Solo	Vegetais
Vírus entéricos	<100 dias (<20)	<60 dias (<15)
Bactérias <i>Coliformes fecais</i> <i>Salmonella sp</i> <i>Vibrio cholerae</i>	<70 dias (<20) <70 dias (<20) <20 dias (<10)	<30 dias (<15) <30 dias (<15) <5 dias (<2)
Protozoários <i>Entamoeba. histolytica cistos</i>	<20 dias (<10)	<10 dias (<2)
Helmintos <i>Ascaris lumbricoides ovos</i> <i>Necator americanus larvas</i> <i>Ancylostoma duodenale</i> <i>Taeni sagineta ovos</i> <i>Trichuris trichiura ovos</i>	Meses <90 dias (<30)  Meses Meses	<60 dias (<30) <30 dias (<10)  <60 dias (<30) <60 dias (<30)

Fonte: CHAGAS 2000 *apud* OMS, 1989.

Obs: Os valores fora dos parênteses referem-se aos máximos observados na literatura, os valores entre parênteses aos mais habitualmente verificado.

De todos os agentes patogênicos existentes no efluente doméstico, os vírus são os que apresentam uma sobrevivência maior no solo. A taxa de inativação destes agentes é mais lenta do que a das bactérias após a aplicação de efluentes no solo. Esta resistência aos fatores ambientais faz com que haja uma elevação do risco potencial de contaminação por vírus entéricos (STRAUB et al., 1995 *apud* MEHNERT, 2003). No Brasil, um estudo feito por CHRISTOVÃO et al. (1967), foi evidenciado presença de vírus entéricos em águas utilizadas na irrigação de hortas no Estado de São Paulo.

**Quadro 3:** Doses infantantes de enteropatogênicos humanos.

Patógeno	Dose Infectante Mínima (DI <sub>mi</sub> )
Helmintos	1 – 10
Protozoários	10 - 10 <sup>2</sup>
Bactérias	10 <sup>2</sup> - 10 <sup>6</sup>
Vírus	10 <sup>2</sup>

Fonte: Schwartzbol et al. *apud* Soccol e Paulino (2000).

A OMS - Organização Mundial de Saúde (1989) informa conforme apresentado na Quadro 4 que os nematóides têm uma alta frequência de infecção, seguida pelas bactérias e, por último, os vírus. Estes patógenos são em sua maioria provenientes das excretas humanas, que no esgoto doméstico são encontrados principalmente no efluente primário. O efluente secundário, também chamado de águas cinzas, possui uma menor quantidade destes patógenos, podendo ser considerado um efluente com um baixo risco de contaminação se comparado com o primário, no entanto, o risco potencial de contaminação proveniente do uso deste efluente não deve ser descartado.

**Quadro 4:** Riscos sanitários pelo uso de excretas e esgotos.

<b>Patógeno</b>	<b>Frequência de infecção</b>
<b>Nematóides</b> <i>Ascaris, Trichiuris, Ancilostoma</i>	<b>Alta</b>
<b>Bactérias</b> <i>Vibrio cholerae, S. typhi, Shigella,</i>	<b>Média</b>
<b>Vírus</b> Hepatite A, Polio, Cocksakie	<b>Mínima</b>
<b>Trematodes e cestoides</b> <i>Schistossoma, Taenia,</i>	Entre alta a nula, dependendo da forma de uso das excretas, dos esgotos e dos lodos

Fonte: OMS (1989).

Do ponto de vista epidemiológico, Shuval et al. (1997) fizeram uma avaliação de risco para a população de Israel, que comia 100 g de pepino por dia, oriundos de culturas irrigadas com efluentes tratados, contendo cerca de 1000 UFC/100 mL, em conformidade com a OMS (1989), e constataram que o risco anual de contrair uma doença por vírus é aproximadamente de  $10^{-6}$  a  $10^{-7}$  (ocorrência de uma infecção a cada 1.000.000 a 10.000.000 ano), enquanto por infecção por rotavírus, é da ordem de  $10^{-5}$  a  $10^{-6}$  (MEHNERT, 2003).

Há numerosos organismos na água e nos alimentos consumidos diariamente, sob esta ótica, o risco zero jamais será alcançado. Por isso, alguns procedimentos devem ser tomados ao se decidir por fazer o reúso de efluentes. Para a prática do reúso de águas cinza devem ser consideradas as seguintes recomendações (NSWHEALTH, 2002): (a) o contato direto com a água de reúso, humano e animal, deve ser evitado; (b) em caso de reúso da água cinza na descarga sanitária, recomenda-se um tratamento prévio incluindo uma etapa de desinfecção; (c) evitar a irrigação de culturas agrícolas cujo produto possa ser ingerido cru; (d) evitar a interconexão das redes de água potável e de água de reúso; (e) evitar a estocagem

de água cinza bruta (sem tratamento prévio com desinfecção); (f) identificar criteriosamente as redes de água potável e de água de reúso.

Segundo Silva (2003), alguns pesquisadores defendem que somente existirá risco nulo de doenças quando padrões bacteriológicos de qualidade de efluentes forem semelhantes aos padrões de potabilidade. Para tanto, será necessário processos rigorosos de tratamento, acarretando em significativos gastos com insumos e energia.

As dúvidas ainda existentes sobre os efeitos que o reúso podem causar na saúde humana, poderão ser esclarecidas através de estudos detalhados das características dos efluentes gerados. Com a identificação dos componentes do efluente é possível verificar quais seriam os prováveis riscos e qual seria o tratamento necessário para a reutilização.

### **3.3 A REGULAMENTAÇÃO DO REÚSO**

Para se tentar reduzir os riscos ou até mesmo impor riscos aceitáveis de contaminação foram criadas em vários países regulamentações para o reúso. As da Flórida, Califórnia, Organização Mundial de Saúde - OMS e Austrália são as mais conhecidas em relação às definições dos parâmetros para reúso. Contudo, os valores apresentados se mostram bastante restritivos, fazendo com que o seu atendimento onere a prática do reúso, representando uma barreira para a difusão desta prática. Sendo assim, considera-se importante o desenvolvimento de estudos que baseiem a definição de parâmetros que representem a qualidade mínima necessária para cada tipo de reúso, sem comprometimento da saúde das pessoas e do meio ambiente.

Quando padrões irrealísticos, tomados de países com condições e expectativas muito diferentes, são impostos, o desdém à regulamentação produz três males: violação crônica, provavelmente coberta de alguma maneira; fracasso na obtenção do melhor nível de tratamento possível; e ausência de melhorias e desenvolvimentos futuros (ABU-RIZAIZA, 1999).

**Quadro 5:** Parâmetros para Reuso.

Local	Coliformes totais (por 100 ml)	Nematóides
Califórnia – USA	2,2 por 100 ml em água recuperada para uso em descarga, lavanderias comerciais e fontes decorativas	-
Florida – USA	100% de remoção em água recuperada para uso em descarga e irrigação de áreas de recreação.	-
OMS	< 1000 por 100 ml em irrigação de culturas agrícolas e campos de esportes públicos	<1 por litro em irrigação de culturas agrícolas e campos de esportes públicos
Austrália	<150 por 100 ml para aplicações de recreação <10 para grandes contatos (ex. irrigação de vegetais para salada)	

Fonte: *Characteristics of Grey water, 2001.*

No Japão e no Texas (EUA), as normas apresentadas também apresentam grandes restrições. Como se pode observar no Quadro 6, os parâmetros de qualidade da água exigidos no Japão para dar descarga são parecidos com os valores exigidos para a água potável. No Texas, águas de reúso ao serem utilizadas em áreas de acesso amplo deverão possuir valores de coliformes abaixo de 75 CF/100 ml.

**Quadro 6:** Parâmetros para Reúso no Japão.

Parâmetro	Descarga Toaletes	Irrigação áreas verdes	Lagos e Fontes Ornamentais	Meio Ambiente (características Estéticas)	Meio Ambiente (contato público Limitado)
E.coli/100mL	≤ 10	ND	ND	-	-
Cloro residual combinado (mg/L)	Mantido	>0,4	-	-	-
Aparência	NO	NO	NO	-	-
Coliformes totais/100mL	-	-	-	< 1000	< 50
Turbidez (uT)	-	-	< 10	< 10	< 5
DBO (mg/L)	-	-	< 10	< 10	< 3
Odor	NO	NO	NO	NO	NO
Ph	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6	5,8 – 8,6
Cor (mgPt/L)	-	-	-	< 40	< 10

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA, 2004.*

**Quadro 7:** Parâmetros para Reúso nos EUA (Texas).

Uso	Padrão de qualidade
Compactação de Solos, controle de pó em estradas, lavagem de ruas	DBO < 20mg/l < 800 CF/100 ml
Playground e gramados de hotéis e áreas de acesso amplo	DBO < 5mg/l < 75 CF/100 ml 3 uT Cloro residual ≥ 1mg/l
Irrigação de parques públicos, campos de golfe, futebol, cemitérios	DBO < 20 mg/l <75 CF/100 ml
Irrigação de florestas e áreas de acesso restritivo	DBO < 20 mg/l < 800 CF/100 ml Cloro residual ≥ 1mg/l nitrato < 10mg/l

Fonte: *Environmental Protection Agency – EPA, 2004.*

No Brasil está sendo avaliada no Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH uma proposta de resolução para reúso agrícola (Anexo A), onde o ponto chave de discussão é sobre a definição dos parâmetros a serem considerados e as concentrações máximas de cada um deles. As propostas estão sendo analisadas amplamente com vários setores da sociedade no intuito de se encontrar limites que promovam o incentivo da prática do reúso.

### 3.4 EFLUENTE SECUNDÁRIO<sup>6</sup> PARA REÚSO

É crescente o interesse pelo estudo do efluente secundário, devido principalmente às características físico-químicas e microbiológicas que, segundo alguns estudos já realizados, apresentam uma menor contaminação em relação ao efluente primário. O efluente secundário pode representar 75% do total de esgoto produzido em uma residência (*Guidelines for the use and disposal of greywater in unsewered areas, 2002*). Estima-se que após tratamento o efluente secundário recuperado de uma residência poderá ser reaproveitado em descargas de vaso sanitário, mictórios, irrigação de jardins, etc. Outras aplicações externas poderiam ser as irrigações de gramados em cemitérios, parques, campos, jardins domésticos, lavagem de veículos e janelas, combate a incêndio, produção de concreto, etc. Este

---

<sup>6</sup> Efluentes residenciais excluindo-se os provenientes do vaso sanitário (primário)



efluente também poderia ser empregado para infiltrar no subsolo e fazer recarga do aquífero subterrâneo aproveitando a capacidade de filtração do solo.

Os itens que determinam as características dos efluentes secundários são influenciados por diversos fatores tais como a qualidade da água de abastecimento, o tipo de rede de distribuição, as atividades domésticas (i.e. estilos de vida, costumes, instalações, uso de produtos químicos) e forma de estocagem.

Para se identificar as oportunidades de reúso dos efluentes gerados é essencial que se tenha conhecimento das suas características. Para tanto, as pesquisas devem contemplar análises com base nos parâmetros de qualidade normalmente reconhecidos como necessários para fazer uma avaliação consistente. São eles: parâmetros físicos; parâmetros químicos; metais e outros elementos; compostos orgânicos; produtos químicos adicionados em efluentes secundários durante o consumo de água; sub-produto e metabolismo da degradação; microorganismos.

Em um estudo feito na Dinamarca, consolidou-se em um único artigo *Characteristics of Grey Water* (ERIKSSON, 2002), estudos realizados por pesquisadores de vários países. Os principais parâmetros físicos considerados neste artigo são: temperatura, cor, turbidez e sólidos suspensos. O artigo fornece algumas informações sobre as características dos efluentes secundários e as análises dos autores a respeito dos resultados encontrados.

Neste, ainda é informado que mensurar a turbidez e sólidos suspensos permite fornecer informações sobre o conteúdo de partículas e colóides que podem induzir ao entupimento das instalações. Partículas de fragmentos de alimentos da pia da cozinha, cabelo e fibras da lavanderia são exemplos de materiais sólidos em efluentes secundários.

A alcalinidade, dureza, pH, DBO, DQO, OD, nitrogênio, fósforo e metais pesados são considerados pelos autores os principais parâmetros químicos. Os efeitos da infiltração de efluentes secundários no pH do solo e na capacidade de retenção geralmente são determinados pela alcalinidade, dureza e pH da água. Além disso, assim como na turbidez, mensurar alcalinidade e dureza irá dar alguma informação a respeito do risco de entupimento das instalações. A quantidade de DBO e DQO irá indicar o risco da depreciação do oxigênio devido à degradação da matéria orgânica durante o transporte e estocagem e, assim, o risco da produção de

sulfetos. O artigo ainda informa que estocar o efluente por 24 h melhora a qualidade da água, contudo estocar mais de 48 horas poder-se-ia ter um sério problema com o esgotamento do oxigênio dissolvido.

O artigo de Eriksson (2002) também faz uma análise detalhada dos compostos orgânicos xenobióticos<sup>7</sup>, que constituem um heterogêneo grupo de componentes. Estes compostos são originados de produtos químicos usados em residências tais como: sabão, detergentes, xampus, perfumes, conservantes, corantes e limpadores. Segundo o autor existem cerca de 500 diferentes compostos orgânicos e inorgânicos que vêm sendo acompanhados em efluentes secundários domésticos. O componente orgânico com maior influência para a planta de tratamento de água é aquele apresentado pela longa cadeia dos ácidos gordurosos e éster (sabão, óleos e gorduras). O segundo maior grupo é formado pelos produtos lavadores e limpadores consistindo nos éteres de Polietilenoglicol e Polipropilenoglicol (PEG&PPG), aquilfenóis e etoxilados aquilfenóis (detergentes, aditivos de perfumes).

Microorganismos tais como vírus patogênicos, bactérias, protozoários e helmintos podem ser introduzidos em efluentes secundários pela lavagem de mão após uso do vaso sanitário, banho de bebês e crianças pequenas com a troca e lavagem de fraldas, além de vegetais não cozidos e carne crua. *Eschericia coli* é comumente usada como indicador de contaminação fecal. Outros parâmetros podem ser de interesse em lugares onde existem pessoas extremamente suscetíveis a infecções (idosos, HIV positivos, pessoas com coração transplantados, pneumonia asiática, etc.).

A pesquisa de Eriksson (2002) também apresenta um levantamento de valores de diversos parâmetros encontrados nos estudos pesquisados de qualidade dos efluentes secundários, contudo, com a variedade dos valores encontrados, foi possível apenas identificar faixas de qualidade por equipamento. Isto reforça a tese de que estas características são muito particulares, variando conforme os usos e

---

<sup>7</sup> Compostos orgânicos sintéticos

costumes. No Quadro 8 são apresentados os valores encontrados por parâmetros de qualidade.

**Quadro 8:** Parâmetros de Qualidade.

<b>PARÂMETROS FÍSICOS</b>		
TEMPERATURA	18 a 38°C	
TURBIDEZ	Lavanderia	
	Ciclo de lavagem	39-296NTU
	Ciclo do amaciante	14-29 NTU
	Outros efluentes secundários	15.3 a 240 NTU
SÓLIDOS SUSPENSOS	Efluente secundário	17-330 ml/l (na maioria da lavanderia e cozinha)
	Efluente tradicional	120-450 ml/l
SÓLIDOS TOTAIS	113-2410 ml/l (os maiores valores se originaram da pia da cozinha e da lavadora de pratos automática)	
<b>PARÂMETROS QUÍMICOS</b>		
PH	Lavanderia	8-10 (alcalino)
	Outros efluentes secundários	5-8.7
DQO e DBO	Banheiro	DQO (184-633 mg/l) DBO (76-300 mg/l)
	Lavanderia	DQO (725-1815 mg/l) DBO (48-472 mg/l)
	Cozinha	DQO (26-1380 mg/l) DBO (5-1460 mg/l);
	Mistura	DQO (13- 8000 mg/l) DBO (90-360 mg/l).
OD	(2.2-5.8 mg/l) e (0.4-4.6 mg/l).	
NITROGENIO	Efluente secundário	0.6-74 mg/l
	Efluente tradicional	20-80 mg/l
	Cozinha	40-74 mg/l (maiores valores)
	Banheiro e lavanderia	TOTAL Menores valores.
FOSFORO	Efluente Tradicional	6-23 mg/l (regiões onde o composto não foi banido)
	Efluente Tradicional	4-14 mg/l (regiões onde o composto foi banido).
METAIS E OUTROS ELEMENTOS	Lavanderia	Elevada concentração de sódio e zinco (0.09-0.34 mg/l)
	Banheiro	Zinco (0.2-6.3 mg zn/l)
	Outras concentrações	Zinco (0.01-1.8 mg zn/l)
Compostos Orgânicos Xenobióticos (XOCS): (não existe quantificação)		A maioria de constituintes orgânicos (cerca de 95%) consiste de detergentes.
MICRO-ORGANISMOS	Cozinha	E. Coli $1.3 \times 10^5$ - $2.5 \times 10^8$ por 100 ml
		Coliformes Termotolerantes $9.4 \times 10^4$ - $3.8 \times 10^8$ por 100 ml
		Estreptococci fecal entre $5150$ - $5.5 \times 10^8$ por 100 ml
	Lavanderia	Coliformes termotolerantes entre $9 \times 10^4$ - $1.6 \times 10^4$ por 100 ml
		Coliformes totais entre $5.6 \times 10^5$ - $8.9 \times 10^6$ por 100 ml
		Estreptococci fecal entre $1 \times 10^6$ - $1.3 \times 10^6$ por 100 ml
	Banheiro	Coliformes termotolerantes: $> 3 \times 10^3$ por 100 ml
		Coliformes totais entre $70$ - $2.4 \times 10^7$ por 100 ml
		Estreptococci fecal entre $1$ - $7 \times 10^4$ por 100 ml

A partir de outros estudos (NSW HEALTH, 2000; GHUNTER, 2001; QUENSLAND, 2002; CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES, 1995; BLUMENTHAL, 2000; e ERIKSSON,2002), foi possível observar que os efluentes do chuveiro e do lavatório apresentaram uma menor contaminação por microorganismos do que aqueles encontrados em lavanderias e pias de cozinha. Estas características os configura como fontes potenciais para uso em descargas do vaso sanitário. Os efluentes de pia apresentam uma carga orgânica considerável devido a sua utilização para lavagem de alimentos e utensílios impregnados de gordura, não sendo recomendável o seu reaproveitamento em descargas. Nos efluentes de lavanderias, são encontradas altas taxas de produtos químicos o que poderia dificultar o seu reuso para rega de jardins. A Tabela 5 apresenta uma média da qualidade por equipamento encontrada em uma das fontes estudadas.

**Tabela 5:** Média da qualidade do efluente por equipamento.

Poluente	Unidade	Águas cinzas			Águas negras
		Pia de cozinha	Lavadora de roupa	Chuveiro	
BDO5	Mg/l	1460	270	170	280
Sólidos suspensos	Mg/l	720	200	120	450
Nitrogênio	Mg/l	74	13.5	17	145
Fósforo	Mg/l	74	39	2	20
Coliformes Totais	/100 ml	2.000.000	215	1810	6.300.000
Coliformes Termotolerantes	/100 ml	-	107	1210	5.000.000
Fecal streptococci	/100 ml	-	77	326	-

Fonte : *National Association of Plumbing-Heating-Cooling Contractors (2002).*

Com a revisão bibliográfica, verificou-se a preocupação em diversas regiões do mundo, em se contabilizar os efluentes secundários separadamente. Os Governos de vários países onde foram implantados programas de economia de água, investiram em estudos de caracterização do perfil do consumidor, ou seja, o consumo por tipo de equipamento nas atividades diárias da família. A utilização da água dentro das casas varia de acordo com o comportamento da família, sua utilização está em parte ligada ao poder econômico, sofrendo significativas variações a depender do local (SABESP, 2003).

**Tabela 6:** Distribuição de água no consumo doméstico em outros países.

Equipamento/País	Suíça	EUA	Heatherwood*	UK	México	Suécia	Colômbia
Bacia Sanitária	40%	40%	25,7%	37%	35%	27%	40%
Banhos	37%	30%	18,84%	37%	30%	19%	30%
Lavatórios	-	-	15,42%	-	-	-	-
Cozinha	6%	10%	-	4%	-	-	5%
Bebidas	5%	-	-	-	-	-	-
Lavagem de Roupas	4%	15%	24,45%	11%	-	-	-
Lavagem de prato	-	-	3,27%	11%	-	-	10%
Limpeza de Pisos	3%	-	-	-	-	-	15%
Jardins	3%	-	-	-	-	-	-
Lavagem Automóveis	1%	-	-	-	-	-	-
Outros	1%	5%	12,31%	-	-	-	-

Fonte : SABESP, 2003.

\* Boulder – Califórnia.

Observando-se a Tabela 6, tende-se a afirmar que cerca de 35% do total do consumo de água doméstico poderia ser recuperado pelo reúso de efluentes secundários em descargas.

No entanto, quando a SABESP fez uma monitoração piloto de consumo de água em uma população de baixa renda no Conjunto Habitacional Jardim São Luiz – Zona Sul de São Paulo –, durante um curto período de observação em 6 blocos e 6 prédios diferentes, obtiveram-se os seguintes resultados:

**Tabela 7:** Distribuição de água no consumo doméstico no Jardim São Luiz

Pontos de utilização de água	Consumo diário por habitação (l/dia-habitação)	Consumo (%)
Bacia Sanitária	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupas	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
Consumo Total	437	100

Fonte : SABESP, 2003.

Apesar destes dados serem primários e necessitarem de uma continuidade no monitoramento, atingindo variações sazonais, férias e algumas situações atípicas para caracterização mais real do perfil do consumidor, eles confirmam a idéia de que é necessário se realizar pesquisas independentes em cada região, pois as diferenças locais podem ser maiores do que se imagina.

## **4. Metodologia**

A pesquisa tem como principal objetivo o desenvolvimento de uma metodologia para caracterizar efluentes domésticos intra-domiciliares, tanto no aspecto quantitativo como qualitativo que possa ser replicada em diversos locais, em escala maior. O local do trabalho foi a cidade Feira de Santana, Bahia. As informações sobre quantidade e qualidade dos efluentes domésticos gerados nos equipamentos hidrosanitários investigados: pia, lavatório, chuveiro, tanque ou máquina de lavar e descarga, visam subsidiar proposições de alternativas de instalações sanitárias que possibilitem a minimização do uso, tratamento e reúso das águas servidas na edificação, promovendo um uso racional da água e favorecendo o descarte de forma mais apropriada no meio ambiente.

### **4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA DE ESTUDO**

O município de Feira de Santana pertence à bacia hidrográfica do Rio Paraguaçu, onde predomina o clima semi-árido, imprimindo um regime hidráulico intermitente a quase todos os cursos d'água. Dos 71 municípios existentes nesta bacia, 61 estão inseridos no polígono da seca, que representam 95% da área total da bacia, conforme Figura 3. A intermitência dos rios na bacia, não possibilita a permanência de vazões de base constantes e, conseqüentemente, provoca menor capacidade de diluição e maior susceptibilidade a alterações nos padrões de qualidade da água.

Segundo informações apresentadas no Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Médio e Baixo Paraguaçu (BAHIA, SRH, 1997), uma das maiores fontes de poluição desta Bacia é provocada por aglomerações urbanas, através do lançamento de despejos domésticos sem tratamento. A medida que os agrupamentos populacionais se tornam mais densos, como no caso de Feira de Santana, maior é o consumo per capita de água, que, conseqüentemente, gera um incremento nos volumes gerados e lançados.



**Figura 3:** Mapa da Bacia do Paraguaçu.

Atualmente, Feira de Santana é a segunda maior cidade do Estado da Bahia, com uma extensão de 111 km<sup>2</sup> (área municipal de 1.344 km<sup>2</sup>). A população da sede municipal é de 425.070 habitantes (IBGE, 2000), que representa 88,43% da população total do município. As principais atividades econômicas são o comércio, indústria, serviços, agricultura e pecuária. Feira de Santana fica a 108 Km de Salvador, tendo como acesso principal a BR 324.

O município está inserido em uma zona de planície entre o Recôncavo e os Tabuleiros Semi-áridos do Nordeste Baiano e a vegetação predominante é a Caatinga. Os dois tipos climáticos dominantes são o seco sub-úmido e úmido sub-úmido, com temperatura média anual de 24,1°C e precipitação média anual entre 900 e 1.400 mm. O risco de seca em Feira de Santana é considerado médio, com grau de severidade 4, numa escala que vai até 6 (BAHIA, SRH, 1997).

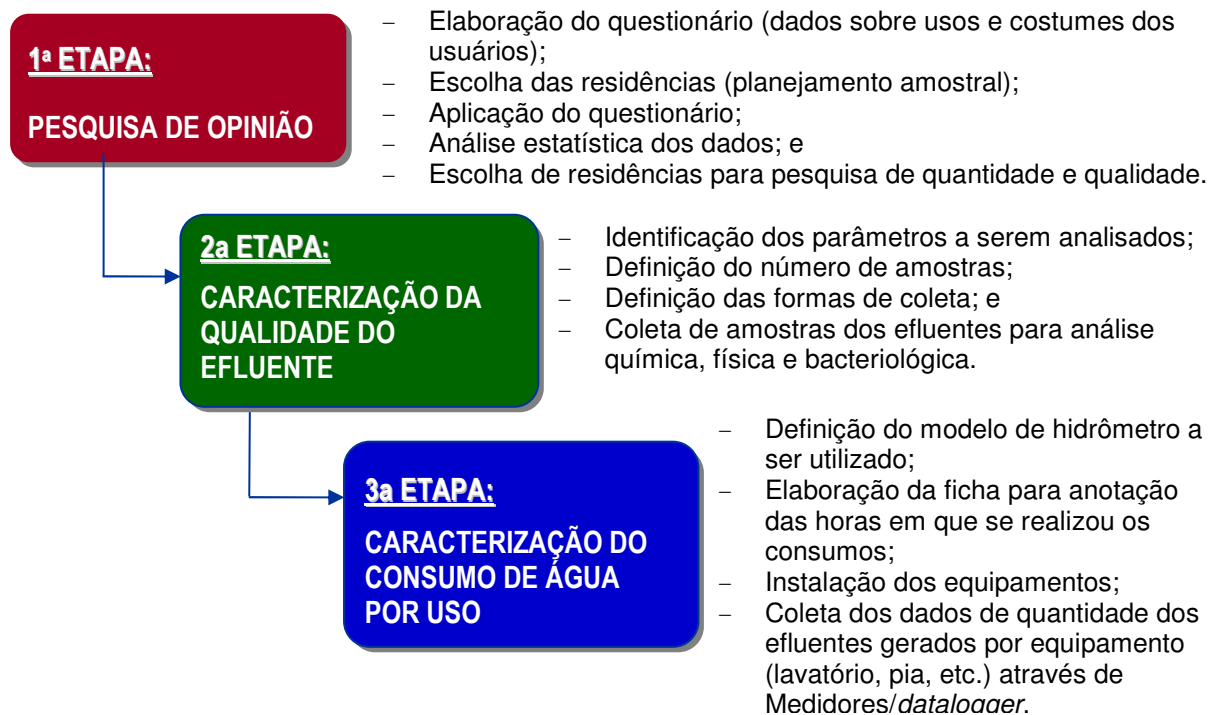
Apesar de não possuir um estresse hídrico muito alto, a falta de saneamento básico faz com que Feira de Santana seja a 11<sup>a</sup> colocada no ISB (Índice dos Serviços Básicos) entre os municípios do estado da Bahia, perdendo para municípios menores tais como Alagoinhas, Saubara e Dias D'Ávila (BAHIA, SEI, 2001).

Dos 119.208 domicílios particulares permanentes, cerca 88.174 (74%) possuem abastecimento de água da rede geral, que tem como fonte a Barragem de

Pedra do Cavalo. Outras fontes são poços artesianos e nascentes que atendem a 22.906 dos domicílios (19%). Destes domicílios particulares permanentes, cerca de 108.682 (91%) possuem banheiro ou sanitário. Nestas residências que possuem banheiros, cerca de 39% possuem ligações com a rede geral de esgotos, as restantes lançam seus efluentes em valas, fossas ou sumidouros (IBGE, 2002).

## 4.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi realizada em três etapas seguindo o fluxo apresentado abaixo:



**Figura 4:** Fluxo de desenvolvimento do estudo.



## **4.3 PRIMEIRA ETAPA: PESQUISA DE OPINIÃO**

### **4.3.1 Objetivo**

A pesquisa de opinião teve como objetivo principal levantar informações sobre as famílias e seus hábitos de consumo de água. Para tanto, foi necessário identificar as características das famílias e das residências, os hábitos em relação ao uso de água, além do conhecimento e aceitação quanto o reúso de água.

### **4.3.2 Metodologia**

#### 4.3.2.1 Elaboração do Questionário

Para elaboração do questionário tomou-se como base um questionário elaborado pelos pesquisadores do projeto, agregando-se a este elementos de um modelo de questionário elaborado pelo Projeto de Avaliação de Políticas Públicas: AISAM II no Âmbito do Programa do Habitar, financiado pelo FINEP, junto à UFBA e a UNEB, de onde se aproveitou o quadro de características familiares e a formatação.

O processo de elaboração foi dinâmico. Alterações foram feitas ao longo do tempo, adequando-se a cada nova sugestão dada nas discussões e reuniões promovidas com colaboradores e pesquisadores do projeto. As primeiras alterações ocorreram visando abordar de forma mais detalhada possível os três tópicos considerados mais relevantes do questionário, a saber: características da residência, características da família e seus hábitos com relação ao consumo de água; e alguma abordagem sobre o conhecimento e a aceitação da família quanto ao reúso de água.

Foi identificado que existia uma limitada abordagem sobre o reúso. Assim, foram adicionados ao questionário pontos que visavam buscar informações mais detalhadas sobre este aspecto, bem como informações sobre a predisposição da família em participar das etapas seguintes do projeto; incluindo coleta de amostras de efluentes para definição da qualidade e quantidade de água por equipamento.

O consumo de água nas atividades domésticas foi o cerne para a elaboração do segundo modelo de questionário. Logo no início do questionário, perguntas em

relação à quantidade de pessoas que estavam presentes na casa durante o dia foram adicionadas, preocupando-se em considerar os moradores e empregados domésticos. Nas características da casa, foram adicionadas questões sobre a infraestrutura hídrica (reservatórios, instalações, distribuição e vazamentos). Atividades que contribuem para o consumo de água também foram adicionadas, como em relação aos animais, às vias não pavimentadas e à limpeza dos cômodos da casa. Os produtos utilizados em cada cômodo da casa foram discriminados, tanto no uso diário, como na limpeza.

Na seção sobre reúso de água e de água de chuva, as perguntas foram aperfeiçoadas, e uma última seção foi criada abordando a origem da água consumida e no caso da água fornecida pela Embasa, a regularidade do fornecimento. Questões sobre o esgotamento sanitário também foram adicionadas.

Na terceira série de alterações, a meta foi sintetizar o segundo questionário para que a entrevista não ficasse muito longa: simplificações de perguntas e exclusões foram o que mais marcaram, passando de um questionário de 8 páginas para 6.

Após sucessivas alterações, chegou-se a uma sexta versão que foi testada em uma pesquisa piloto em Salvador no bairro do Candeal. Após a pesquisa piloto, constatou-se que o questionário ainda estava longo e que os pesquisados mostravam-se menos interessados em responder as perguntas com o passar do tempo. Na sua estrutura, o questionário foi amplamente revisado, consertando pequenos erros dos modelos anteriores.

Nas respostas, a mudança mais relevante foi a adoção do código: 0 para a opção *não se aplica*, além da simplificação de algumas respostas. No Anexo A, encontra-se a versão final do questionário utilizado.

#### 4.3.2.2 Áreas de Estudo

A escolha das áreas de estudo para a pesquisa de campo na cidade de Feira de Santana se deu em função de informações fornecidas pela concessionária estadual de água e esgoto (EMBASA) sobre os setores de abastecimento da cidade. Foi utilizado o banco de dados da EMBASA com informações cadastradas no *Software MapInfo*©.

A área de estudo compreende o Setor 1 que abrange os bairros: Pedra do Descanso; Muchila; Jardim Acácia; Chácara São Cosme; Centro; Serraria Brasil; Olhos D'água; Tomba e Brasília. Nestes bairros encontra-se uma população, em sua maioria, de baixa renda.

#### 4.3.2.3 Planejamento Amostral

Uma vez definida a população para estudo e o domicílio como unidade de análise, foi desenvolvido o plano amostral da pesquisa de campo. Obteve-se da EMBASA, unidade de Feira de Santana, um banco de dados contendo informações acerca do consumo de água em todas as unidades domiciliares e não-domiciliares, que possuíam matrícula na concessionária, ou seja, que eram abastecidas por rede pública de água e que faziam parte do Setor 1 da cidade. Esse banco de dados inclui uma população de 20.473 domicílios. Porém, sendo o domicílio a unidade de estudo nesta pesquisa, optou-se por excluir todas as unidades que não se caracterizavam unicamente como domicílio e, além disso, dentro do total de domicílios, foram excluídos os que, segundo informações na planilha, encontravam-se desabitados, com a situação da ligação de água suprimida ou cortada. Após estas exclusões verificou-se a necessidade de eliminar também as ligações que possuíam mais de duas economias.

Da lista de domicílios cadastrados na EMBASA, consideraram-se então 18.274 domicílios. Este número final foi obtido descartando unidades como casas comerciais, instituições, empresas, etc. De posse deste número, que representa o total do universo delimitado para pesquisa, o desenvolvimento da amostra consistiu em sortear de forma aleatória uma quantidade de domicílios para a aplicação do instrumento de coleta de dados.

Admitindo-se que a maioria dos domicílios desta área possui características semelhantes e que não se definiu uma única variável importante e fundamental para ser estudada, utilizou-se o procedimento de amostragem aleatória sistemática para a composição da amostra final. Este tipo de amostragem consiste em cobrir toda uma área seguindo uma determinada seqüência.

Assumindo que o objetivo do trabalho seja estimar proporções, calculou-se o tamanho da amostra  $n$ , utilizando a seguinte equação:

$$n = \frac{z^2 \hat{p}(1 - \hat{p})N}{\varepsilon^2 (N - 1) + z^2 \hat{p}(1 - \hat{p})}$$

**Equação 1**

onde  $z$  representa o valor da distribuição normal padrão correspondente ao nível de confiança adotado. Neste caso, utilizou-se  $z = 1,96$  que corresponde a um nível de confiança de 95,0%;  $\hat{p}$  representa a proporção da principal característica de estudo. Normalmente, este valor pode ser obtido através de estudos anteriores. Não havendo referências anteriores, pode-se utilizar o valor 0,50 sem perda de informação. Sendo assim, encontra-se o maior tamanho de amostra possível dentre os valores do intervalo (0,1);  $N$  representa o total de elementos da população, ou seja, 18.274 domicílios;  $\varepsilon$  representa a margem de erro, para mais ou para menos, admitida para os resultados. Neste caso, se utilizou cinco pontos percentuais.

A amostra, assim delimitada foi de 379 domicílios, partindo-se então para a seleção dos mesmos.

Os domicílios foram ordenados pelo endereço seguindo a ordem alfabética. Em seguida, desenvolveu-se o procedimento de amostragem aleatória sistemática que consiste em considerar os  $N$  elementos da população reunidos em grupos definidos por um intervalo de amplitude  $N/n$  (divisão do tamanho da população pelo tamanho da amostra obtido) e sortear um elemento de cada grupo para compor a amostra. Neste procedimento há garantia de cobertura completa da lista porque o sorteio varrerá todos os grupos.

Calculado o intervalo de amplitude foi encontrado o número 49 que é o fator de contagem no processo de amostragem aleatória sistemática. Fez-se então um sorteio aleatório de um número entre 1 e 49. O número sorteado, neste caso o “3”, representa o primeiro domicílio da lista ordenada a compor a amostra. O segundo domicílio é o que está a 49 domicílios após do primeiro, ou seja, o de número 52, e assim sucessivamente. Após a estratificação, segundo os consumos de água as 379 amostras ficaram distribuídas da seguinte forma:

**Tabela 8:** Consumos das residências.

Tipo de consumo	Classe*	Número de residências	Porcentagem
Baixo	0 _ 10 m <sup>3</sup> /mês	156	41%
Médio Baixo	11 _ 18 m <sup>3</sup> /mês	165	43%
Médio	19 _ 25 m <sup>3</sup> /mês	37	10%
Médio Alto	26 _ 50 m <sup>3</sup> /mês	18	5%
Alto	> 50m <sup>3</sup> /mês	3	1%
Total		379	100%

\* Obs.: Classe de consumo utilizada pela EMBASA.

#### 4.3.2.4 Escolha dos Pesquisadores de Campo

Para a pesquisa de campo foram selecionados estudantes da Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS. Estes foram treinados nos seguintes assuntos: abordagem ao entrevistado, utilização do questionário, observações do pesquisador e conduta. Os alunos foram agrupados em duplas, com intuito de proporcionar segurança e permitir que um apoiasse e aprendesse com o outro durante a pesquisa.



**Foto 1 :** Treinamento dos Pesquisadores de Campo em Feira de Santana.

Os pesquisados foram munidos com duas camisas com a logomarca do projeto, crachá de identificação e cartões de visita com os números de telefones e endereço da UEFS e UFBA. Foram necessários 3 meses para realizar a pesquisa nos 379 domicílios.



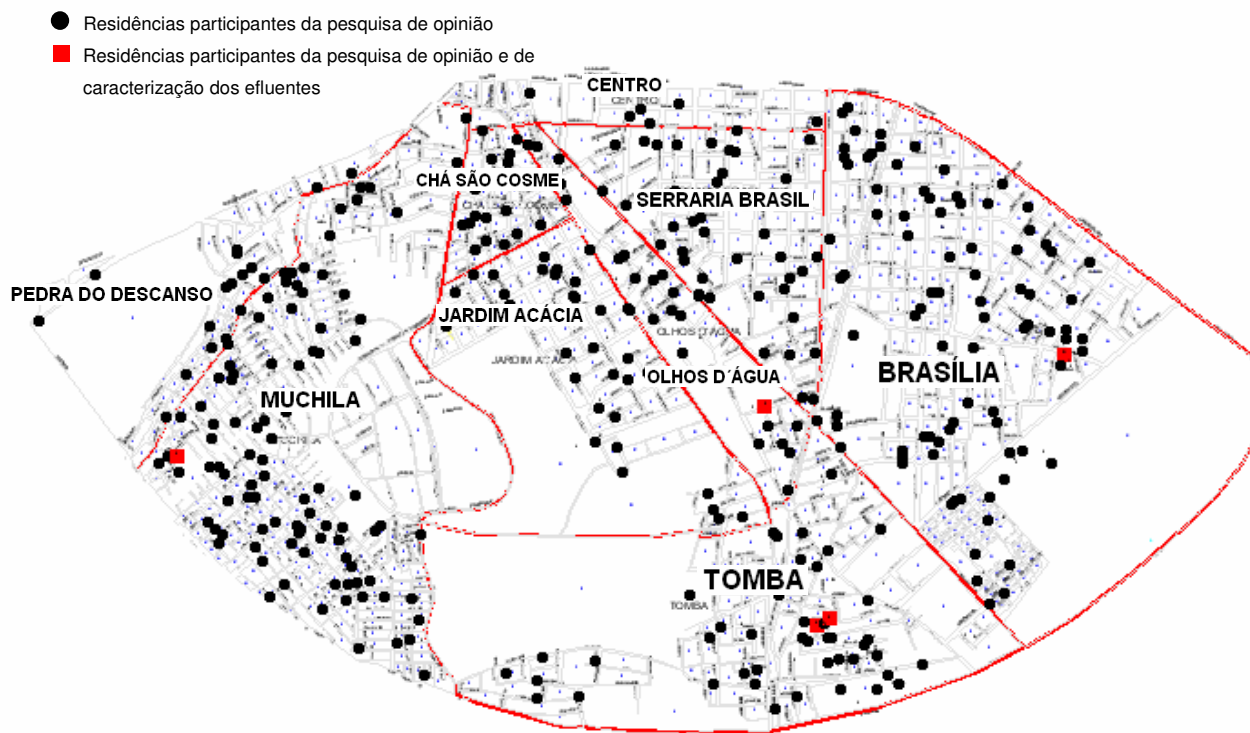
**Foto 2:** Equipe de Pesquisadores de Campo – alunos da UEFS.

#### 4.3.2.5 Logística da Pesquisa de Campo

A EMBASA forneceu à pesquisa um banco de dados georreferenciados em MapInfo© contendo informações sobre as datas das medições, consumos, nome do proprietário, endereço, número de economias e tipo de consumidor.

A pesquisa de campo teve início no dia 25 de outubro de 2004 e término no dia 30 de Janeiro de 2005. Todas as semanas, os pesquisadores da UFBA reuniram-se com os pesquisadores de campo a fim de verificar a consistência dos questionários aplicados, fazer o recolhimento dos questionários preenchidos da semana, determinar as novas residências a serem pesquisadas e distribuir materiais para a pesquisa. Durante as entrevistas, foram distribuídas cartilhas da EMBASA sobre economia de água ('Com Água Não Se Brinca' e 'Vamos Falar Sobre a Economia de Água'), kits da marca DECA para identificação de vazamentos, cartões de visita, camiseta e boné com a identificação do Projeto.

Com o auxílio do programa ARCVIEW, foi possível cruzar as informações do MapInfo© com os dados das amostras selecionadas, isolando-as, e permitindo a formação de um novo mapa (Figura 5). Como um método de controle da pesquisa, as amostras foram organizadas em grupos de 06, que seriam o número de casas visitadas por cada pesquisador em uma semana.



**Figura 5:** Mapa de localização das áreas de estudo – Setor 1 de Feira de Santana.

Os questionários aplicados foram avaliados quanto a sua consistência, qualificando-os como válidos (questionários consistentes) e inválidos (questionários inconsistentes), e lançados na lista da amostra. Os questionários considerados inconsistentes eram novamente submetidos aos entrevistados para que fossem dirimidas as dúvidas sobre as informações apresentadas.

As informações dos questionários foram digitalizadas utilizando-se o *software* estatístico *Statistical Package for the Social Sciences (SPSS)* versão 11. Utilizou-se as ferramentas estatísticas do SPSS para a realização das análises descritivas da pesquisa de opinião, conforme apresentado no Capítulo 5. Este software também foi utilizado inicialmente para se fazer as associações entre as variáveis dos questionários, no entanto, os resultados obtidos se mostraram pouco claros, o que gerou dúvidas e dificuldades na análise. Desta forma, decidiu-se então utilizar o software estatístico Minitab® para fazer as análises das relações entre as questões através do Coeficiente de Correlação de Pearson. Esta ferramenta se mostrou muito mais amigável, tanto na elaboração dos gráficos como na análise dos resultados.

Em estatística, o coeficiente de correlação de Pearson, também chamado de "coeficiente de correlação produto-momento" ou simplesmente de "r de Pearson" mede o grau da correlação (e a direção dessa correlação - se positiva ou negativa) entre duas variáveis de escala métrica (LAPPONI, 2000).

Este coeficiente, normalmente representado pela letra "r" assume apenas valores entre -1 e 1, conforme o Quadro 09.

**Quadro 09:** Coeficiente de correlação produto-momento, ou "r de Pearson".

r = 1	Significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis.
r = -1	Significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis - Isto é, se uma aumenta, a outra sempre diminui.
r = 0	Significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra. No entanto, pode existir uma outra dependência que seja "não linear". Assim, o resultado r=0 deve ser investigado por outros meios.

Fonte: LAPPONI, 2000

O coeficiente de correlação de Pearson calcula-se segundo a seguinte equação:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2} \cdot \sqrt{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}} \quad \text{Equação 2}$$

onde  $x_1, x_2, \dots, x_n$  e  $y_1, y_2, \dots, y_n$  são os valores medidos de ambas as variáveis.

Para, além disso:

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n x_i \quad \text{Equação 3}$$

e

$$\bar{y} = \frac{1}{n} \cdot \sum_{i=1}^n y_i \quad \text{Equação 4}$$

$\bar{x}$  e  $\bar{y}$  são as médias aritméticas de ambas as variáveis.



Considerando um intervalo de confiança de 95%, correlações que apresentaram p-valor menor que 0,05 foram consideradas significantes, dada as seguintes hipóteses:

**Quadro 10:** Hipóteses.

Se  $p\text{-valor} > 0,05 \Rightarrow$  aceita  $H_0$ , rejeita  $H_1$  (Não existe correlação entre as variáveis)

Se  $p\text{-valor} \leq 0,05 \Rightarrow$  rejeita  $H_0$ , aceita  $H_1$  (existe correlação entre as variáveis)

#### **4.3.3 Escolha das Residências para Desenvolvimento da Metodologia**

Das 379 residências pesquisadas através dos questionários foram selecionadas 05 (cinco) para fazerem parte da pesquisa da qualidade e quantidade de efluente gerado por equipamento hidráulico. O processo de seleção foi iniciado com a identificação dos usuários que informaram nos questionários que aceitariam participar da pesquisa de campo (item 10 do questionário – Apêndice A). De acordo com os dados dos questionários, cerca de 200 pesquisados (56%) afirmaram a sua participação na pesquisa de campo.

Estas pessoas foram contatadas para a confirmar sua participação. A maioria dos pesquisados mudou de opinião no momento da confirmação e outros não foram encontrados. Obteve-se a confirmação de 10 entrevistados (5% da amostra). A seguir foram realizadas visitas a estas famílias para explicar quais seriam os objetivos da pesquisa e verificar a adaptabilidade dos equipamentos hidráulicos existentes nestas residências (torneiras, chuveiros, etc.) aos equipamentos de coleta que seriam instalados. Nesta verificação foi observado o acesso ao reservatório superior, a possibilidade de instalação do hidrômetro (segurança e tubulações) e se as instalações eram adequadas para a adaptação dos equipamentos de coleta de amostras de efluentes, com o mínimo de intervenção.

Em relação aos 379 entrevistados na primeira etapa, estas 5 residências representam um nível de confiança das amostras de 55,6% ( $\epsilon_0 = 44,4\%$ ). Este nível de confiança não é considerado suficiente para se ter uma amostra representativa, pois o erro amostral tolerável considerado neste estudo foi de 5%, haja vista que não há estudos desta natureza feitos no local para comparação. Sendo assim, os resultados das análises dos efluentes e dos consumos de água apresentados deverão ser interpretados com cautela. Calculou-se o erro amostral  $\epsilon_0$ , utilizando a seguinte equação:

$$\epsilon_0 = \sqrt{\frac{N - n}{N \cdot n}} \quad \text{Equação 5}$$

onde  $N$  representa o total de elementos da população, ou seja, 379 domicílios e  $n$  representa o número de amostras escolhidas para a segunda e terceira etapas da pesquisa, ou seja, 05 domicílios.

A seguir, são apresentadas as cinco residências escolhidas para participar da segunda e terceira etapa da pesquisa.



**Foto 3:** Residência 1 - Caminho Alto das Pedrinhas – Feira X.

As características da residência 1 (Foto 3) são: dois pavimentos, 04 quartos, 02 banheiros, sala e cozinha. A família aí residente é composta por: mãe, filha e 03 netos. Os níveis de escolaridade são: Mãe – alfabetizada; filha – até a 5ª. Série; netos – ensino médio completo, 5ª. Série e 8ª. Série em curso. A renda: R\$ 800,00. A descarga: caixa de sobrepor 14 litros, caixa acoplada 6 litros. Abastecimento: reservatório inferior e superior.



**Foto 4:** Residência 2 localizada na Rua Romana, no Bairro do Tomba.

As características da residência 2 (Foto 4) são: térrea, 02 quartos, 01 banheiro, sala, cozinha e quintal. A família: Mãe, filha, genro e neto. Níveis de escolaridade: mãe - 2ª a 3ª série do ensino fundamental; filha - ensino médio completo; genro - 4ª série do ensino fundamental e neto – pré-escolar. Renda: R\$ 400,00. Descarga: caixa de sobrepor 14 litros. Abastecimento: reservatório inferior e superior.



**Foto 5:** Residência 3 localizada na Rua Pedro Suzart Cond. Augusto Renoir.

As características da residência 3 (Foto 5) são: térrea, 03 quartos, 03 banheiros, sala, cozinha, varanda e quintal. Família composta por mãe, pai e filha. Escolaridade: mãe – Universitário; pai – Universitário e filha– alfabetização. Renda: 20 SM. Descarga: caixa acoplada 10 litros. Abastecimento: reservatório inferior e superior.



**Foto 6:** Residência 4, localizada na Rua Araguari, Eucalipto.

Características da residência 4 (Foto 6) são: térrea, 03 quartos, 01 banheiro, sala, cozinha, varanda e quintal. Família: mãe, pai e filha. Escolaridade: mãe – 4ª série do ensino fundamental; pai – 4ª série do ensino fundamental, e filha – ensino médio completo. Renda: R\$ 400,00 a R\$ 600,00. Descarga: caixa acoplada 6 litros. Abastecimento direto da rua.



**Foto 7:** Residência 5 - localizada na Travessa Romana, Bairro do Tomba.

Característica da residência 5 (Foto 7) são: térrea, 04 quartos, 02 banheiros, sala, cozinha, varanda e quintal. Família: mãe, filho e 03 inquilinos. Escolaridade: mãe e filho analfabetos. Renda: R\$ 290,00. Descarga: caixa de sobrepor 14 litros. Abastecimento direto da rua.

## 4.4 SEGUNDA ETAPA: METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO QUALITATIVA DOS EFLUENTES INTRADOMICILIARES

### 4.4.1 Objetivo

O objetivo desta etapa da pesquisa foi desenvolver e testar uma metodologia de coleta de efluente por equipamento hidro-sanitário visando a caracterização qualitativa destes efluentes. Desta forma, foi elaborada no âmbito da pesquisa todo o processo de coleta destes efluentes, desde a escolha dos domicílios, parâmetros a serem analisados, número de amostras, logística de coleta e das análises. A metodologia da pesquisa foi desenvolvida de forma que pudesse ser replicada em escala maior em instalações hidráulicas convencionais.

### 4.4.2 Metodologia para Caracterização da Qualidade

#### 4.4.2.1 Escolha dos Parâmetros para Análise

Inicialmente, foram definidos os parâmetros a serem analisados. Levando em consideração critérios para o reúso, foram escolhidos os seguintes parâmetros:

**Quadro 11:** Parâmetros escolhidos para análise.

Coliformes termotolerantes
Coliformes totais
Sódio
DBO
DQO
Fosfato
Nitrogênio total
Potássio
Sólidos suspensos
Sólidos totais
Cálcio
Dureza
Magnésio
Cloro (livre e total)

#### 4.4.2.2 Logística da Coleta dos Efluentes

Para realizar as análises foram considerados os laboratórios a seguir. Universidade Estadual de Feira de Santana - UEFS por possuir laboratório equipado, contudo, sem condições para análises de Coliformes, DQO e nitrogênio. Estas análises ficaram a cargo da Empresa Baiana de Águas e Saneamento - EMBASA de Feira de Santana. A análise da concentração de Nitrogênio ficou a cargo do laboratório do Departamento de Engenharia Ambiental da UFBA, em Salvador. O magnésio foi obtido através de cálculo<sup>8</sup>, e o cloro (total e livre) foi medido *in loco* através do Método Colorimétrico.

Dificuldades operacionais da pesquisa impediram a realização das análises de DBO. Contudo, recomenda-se a análise deste parâmetro em pesquisas futuras.

No planejamento da logística das visitas às residências pesquisadas foi definido que as coletas dos efluentes seriam feitas duas vezes por semana, sempre às segundas-feiras e às quartas-feiras, em conformidade com a disponibilidade dos laboratórios e dos moradores. As cinco casas foram revezadas durante os dias de coleta, tendo-se um tempo mínimo de uma semana entre as visitas com o intuito de amenizar o incômodo causado pela instalação dos equipamentos. Os equipamentos eram instalados no dia marcado com os moradores no período da tarde e os efluentes eram coletados no dia seguinte (geralmente as segundas e quartas) à tarde. Este período correspondia a aproximadamente 24 horas de coleta, possibilitando coletar efluentes das atividades da manhã, tarde e noite.

Em relação à quantidade de amostras, foram feitas 06 repetições na análise de cada parâmetro coletado por equipamento, por isso, foram feitas 06 visitas em cada residência. Nas 05 casas pesquisadas foram necessárias 30 visitas para completar as coletas.

Considerando que em todas as amostras foram pesquisados os parâmetros escolhidos (exceto o DBO e o cloro) para cada um dos equipamentos (lavatório, pia, lavanderia e chuveiro) com 06 repetições, têm-se um total 288 análises realizadas para cada residência. No conjunto das 05 residências, foram então, feitas 1.440 análises de efluentes secundários. A análise do cloro não foi feita em todas as

---

<sup>8</sup>  $[Mg, mg/L] = (Dureza (mg CaCO_3/L) - 2,497 [Ca, mg/L])/4,118$

amostras coletadas como pode ser visto no Apêndice C, sendo assim, o total de análise deste parâmetro foi de 180, considerando-se cloro livre e total.

Além dos equipamentos citados, também foram feitas análises de coliformes totais e termotolerantes na água dos selos dos vasos sanitários com o objetivo de fazer outras pesquisas futuras do Teclim/DEA/UFBA. Considerando-se as análises de cloro e de coliformes nos vasos sanitários, o número total de análises realizadas foi de 1.680.

#### 4.4.2.3 Procedimentos de Coleta

Para cada equipamento, adotou-se uma forma de coleta. Na pia de cozinha, tanque de lavar roupa e lavatório fez-se a coleta por meio de bombonas de 50 litros que foram acopladas ao sifão através de magotes de borracha, ajustados através de braçadeiras como apresentados nas Fotos 8 e 9.



**Foto 8:** Coleta na lavanderia.



**Foto 9:** Coleta no lavatório.

No chuveiro coletou-se a água de banho por meio de bacia e no vaso sanitário por imersão de vasilhame de pequeno volume (200ml).





**Foto 10:** Coleta no chuveiro.



**Foto 11:** Coleta no Vaso.

As amostras antes de serem encaminhados para análise, eram homogeneizadas e divididas para serem distribuídos entre os laboratórios. As bombonas de 50 litros eram enviadas para a EMBASA e os vasilhames menores de 2 litros e 0,5 litros eram encaminhados para a UEFS e para a UFBA em Salvador.



**Foto 12:** Homogeneização e distribuição dos efluentes em vasos menores.

Após as coletas, as amostras eram imediatamente encaminhadas para os laboratórios para poderem ser acondicionadas e conservadas conforme as exigências das normas.

#### 4.4.2.4 Métodos Utilizados para Análise das Amostras

Os métodos de análise utilizados encontram-se no Quadro 12 a seguir:

**Quadro 12:** Parâmetros analisados em cada amostra.

Parâmetro	Método de análise
DQO	Micro refluxo de DQO da HACH
Coliformes Termotolerantes	Fermentação em tubos múltiplos
Coliformes Totais	Fermentação em tubos múltiplos
Nitrogênio Total	Método Digestão, Persulfato. Kit Hach (10072)
Fosfato	Método do Ácido Ascórbico, <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition.</i>
Dureza Total	Método titulométrico do EDTA, NBR - 12621.
Sólidos Totais	Método gravimétrico, NBR - 10664.
Sólidos Suspensos	Método gravimétrico, NBR - 10664.
Cálcio	Método titulométrico do EDTA, NBR - 13799.
Magnésio	Método do Cálculo, NBR - 13800.
Sódio	Fotometria de emissão de chamas, <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition.</i>
Potássio	Fotometria de emissão de chamas, <i>Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20th Edition.</i>
Cloro Livre e Total	Método colorimétrico – Test cloro – Microquant cloro. Marca Merck.

Após a realização das análises, os laboratórios encaminharam os relatórios com os resultados para a UFBA. As informações foram compiladas em tabelas elaboradas para cada parâmetro, informando os locais da coleta, data do ensaio e valores achados por equipamento conforme apresentado no Apêndice C.



**Foto 13:** Laboratório UEFS.



**Foto 14:** Laboratório EMBASA.

## 4.5 TERCEIRA ETAPA: METODOLOGIA PARA CARACTERIZAÇÃO QUANTITATIVA DOS EFLUENTES

### 4.5.1 OBJETIVO

O objetivo desta parte da pesquisa foi desenvolver uma metodologia de medição do consumo de efluentes por equipamento hidráulico, de forma que se pudesse ser replicada em qualquer residência. A medição foi realizada na alimentação d'água para equipamentos com instalações hidráulicas convencionais.

### 4.5.2 Metodologia

#### 4.5.1.1 Escolha do Medidor

Antes de iniciar a coleta de dados do consumo de água por equipamento nas residências, foi feito um levantamento sobre os tipos de medidores de vazão existentes no mercado de forma a se identificar o tipo adequado para os propósitos da pesquisa.

**Quadro 13:** Tipos de Hidrômetros, vantagens e desvantagens para uma utilização na pesquisa.

HIDRÔMETROS	SUBTIPO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
VOLUMÉTRICO	<i>Pistão Rotativo</i>	Melhor precisão em pequenas vazões Facilidade nas instalações (posições) Inst. de telemedição sem perda de qualidade.	Freqüentes travamentos em águas com sólidos em suspensão Caro em relação aos de turbina ou velocimétricos Não é regulamentado pelas normas brasileiras
	<i>Disco nutante</i>	Melhor precisão em grandes vazões. Facilidade nas instalações (posições)	Medidor para diâmetros maiores. Não é regulamentado pelas normas brasileiras
TURBINA, VELOCIMÉTRICO OU TAQUIMÉTRICO	<i>Multijato</i>	O mais utilizado no Brasil Resistente aos sólidos em suspensão Mais resistente do que o monojato.	Caro em relação aos monojatos Posições de instalação limitadas.
	<i>Monojato</i>	Mais compacto do que o multijato Mais Flexível nas instalações do que o multijato Mais Barato em relação aos multijatos (cerca de 20%)	Mede vazões baixas, porém sem muita precisão
	<i>Woltman</i>	Resistentes para medição contínua	Fabricados para diâmetros maiores do que 50mm

ELETRÔNICO	<i>Totalizador Eletrônico</i>	Incorporação de diversas funções (alarmes, etc) Fácil na instalação de telemetria	Caro em relação aos demais Necessita de bateria Mais sensível às variações climáticas
	<i>Sensor Eletrônico</i>		Usado para bitolas maiores (acima de 100mm)

Fonte: Adaptado do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA (1999).

Com base nas informações do Quadro 13 e do detalhamento apresentado no Anexo 2, escolheu-se para a pesquisa um medidor de  $\frac{3}{4}$ " para diagnóstico em campo com medição velocimétrica, multijato e com saída de sinal ótica. Ao medidor foi acoplado um coletor e armazenador de dados tipo *Datalogger* desenvolvido pela LAO (Liceu de Artes e Ofícios de São Paulo).



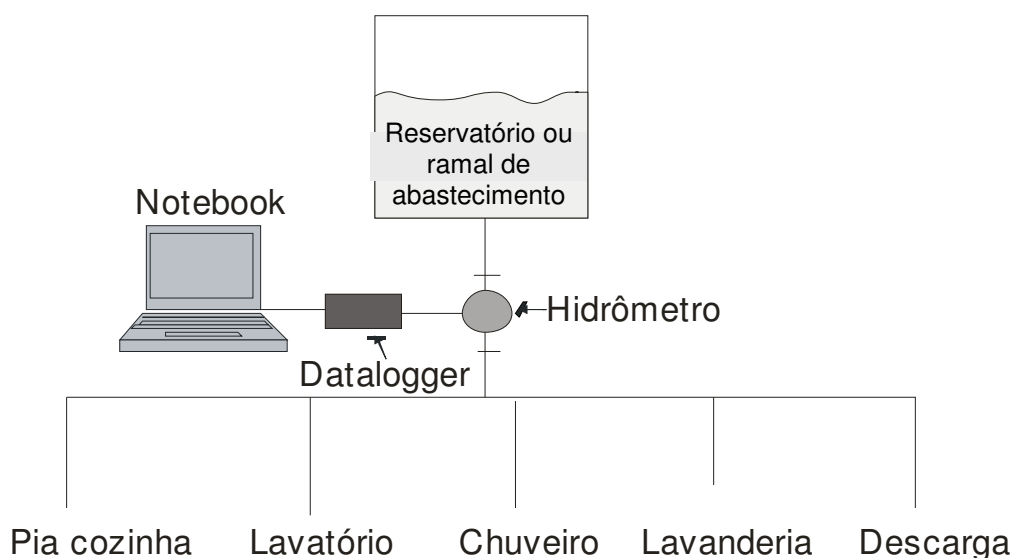
**Foto 15:** Hidrômetro e *datalogger* instalados.

#### 4.5.1.2 Coleta dos Dados

A metodologia aplicada para a coleta dos dados dos consumos por equipamento foi desenvolvida tomando como base no estudo de Sympson e Crabtree (1997), intitulado “Monitoramento do Padrão de Consumo de Água

Doméstico”, que consiste na instalação de um hidrômetro com um *Datalogger*<sup>9</sup> na tubulação de abastecimento da residência, onde são registrados os consumos dos usuários.

Para a coleta de dados dos consumos e das vazões, foi instalado nas residências um medidor especial para diagnóstico em campo e um coletor e armazenador de dados para o medidor tipo *Datalogger*. O conjunto hidrômetro e *datalogger* foi instalado no ramal principal de entrada de água das residências, como apresentado na Figura 6 a seguir:



**Figura 6:** Esquema de instalação dos equipamentos para coleta dos dados.

No *Datalogger* os pulsos do consumo foram registrados e armazenados a cada 15 segundos. Estes dados foram coletados num computador portátil. Os pulsos foram convertidos em vazões através do programa ProgLAO v5.0.2.® e transformados em arquivos Excel© para elaboração dos gráficos dos consumos e possibilitar a análise dos dados. Em cada residência, foram medidos os consumos de quatro semanas. Os dados eram coletados ao final de cada semana.

---

<sup>9</sup> Equipamento eletrônico onde são armazenados os dados dos sinais resultantes das medições feitas pelo hidrômetro.

Com os dados do *Datalogger* e a verificação das vazões dos equipamentos procurou-se identificar os consumos por equipamentos sem que houvesse a necessidade de se instalar um hidrômetro em cada um destes. Para que isso fosse possível, o método de identificação das vazões por equipamento hidro-sanitário foi desenvolvido seguindo as seguintes etapas: (a) inicialmente procurou-se identificar a vazão de cada equipamento através de medições diretas; (b) Outra forma de aferição da vazão foi através da análise do sinal gerado por cada equipamento após o uso (dados do *datalogger*); (c) Com os dados das vazões estabelecidas através dos dois métodos se fez o gráfico com as entradas e saídas do sistema; (d) Através do gráfico foi possível identificar os sinais característicos de cada equipamento; (e) Foi solicitado às famílias que anotassem os horários de uso de cada equipamento para que se pudesse ser confrontado com os dados registrados; (f) Através dos sinais característicos de cada equipamento e de alguns registros dos horários anotados pelos moradores procurou-se identificar as vazões de cada equipamento.

## 5. Resultados e Discussão

### 5.1 ELABORAÇÃO DA PESQUISA DE OPINIÃO

A pesquisa de opinião foi realizada com o intuito de caracterizar a população quanto ao perfil do consumo e de comportamento em relação a utilização da água. Além disso, pretendia avaliar a aceitação da proposta do reúso de efluentes e uso da água de chuva. Para tanto, inicialmente, foram identificadas as perguntas que deveriam ser respondidas com a aplicação do questionário, tais como: (1) Qual é o consumo de água da população pesquisada? (2) Qual o nível de conhecimento e de aceitação do reúso e do uso da água de chuva? (3) Qual é a aceitação dos usuários em participar da pesquisa de caracterização dos efluentes (qualidade e consumo)?(4) Quais as características da população estudada?(5) Quais são as características físicas das residências? Identificação de algumas características físicas visando a participação da pesquisa de caracterização dos efluentes (qualidade e consumo); (6) Quais são as formas de uso da água e os hábitos da população neste sentido?(7) Que relação existe entre as características do uso d'água e a quantidade consumida diariamente?

O questionário apresentado no Apêndice A foi estruturado de forma a responder estas perguntas. Foram elaboradas 87 questões que foram agrupadas em 08 tópicos: I) Questões a respeito do reúso de água e uso da água de chuva; II) Características das famílias; III) Formas de abastecimento de água; IV) Características da residência; V) Hábitos da família; V.1) No banheiro; V.2) Na cozinha; V.3) Na área de serviço; V.4) Área externa; V.5) Outros. VI) Infra-estrutura hídrica; VI.1) Rede pública de água; VI.3) Esgotamento sanitário; VII) Renda da família; VIII) Observações do pesquisador.

No Tópico I apresentam-se questões a respeito do reúso de água e uso da água de chuva que tiveram como principal objetivo estimar o nível de conhecimento da população em relação ao tema e também qual seria a sua aceitação no caso da implantação de um programa de reúso de água nestas residências. As informações sobre o abastecimento apresentadas no Tópico III foram elaboradas para identificar de que forma a água chega às residências. As observações do pesquisador

apresentadas no Tópico VI e VIII foram importantes, principalmente, para identificar as características físicas das residências, visando à implementação das próximas etapas da pesquisa (avaliação da quantidade e qualidade de efluentes); apresentar dados sobre vazamentos; dificuldades encontradas; tempo de aplicação do questionário e troca de residências. A partir dos tópicos II, IV, V e VII, foram geradas perguntas de forma a se investigar a relação destes elementos/fatores com o consumo de água na residência.

As análises descritivas e de correlação feitas neste capítulo, serviram para responder quais as questões mais relevantes para se caracterizar o consumo e o perfil dos usuários pesquisados.

### **5.1.1 Análise Descritiva dos Questionários**

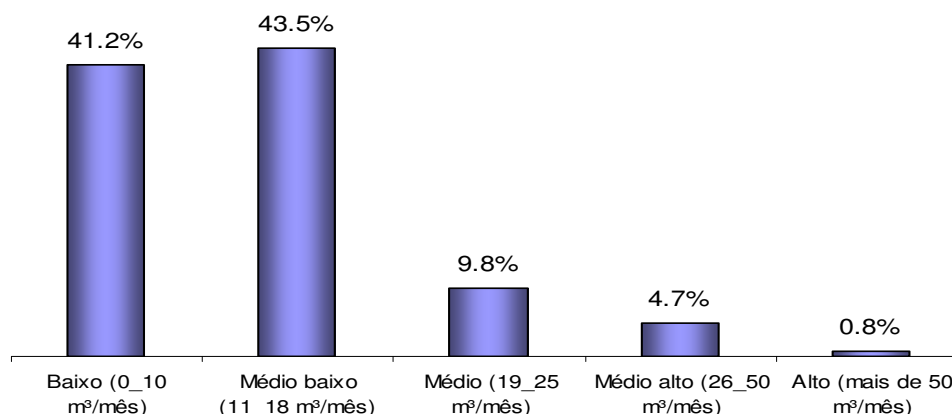
Após a elaboração do banco de dados com as informações dos 379 questionários, foi realizada a análise descritiva das variáveis pesquisadas para caracterização das residências e usuários. Neste capítulo, é apresentado o resumo dos principais resultados considerados obtidos.

A análise descritiva foi feita com o objetivo de caracterizar o perfil das residências e dos usuários do sistema de abastecimento de água na cidade de Feira de Santana - BA. Com esta análise foi possível responder as seis primeiras questões formuladas.

#### **5.1.1.1 Dados sobre Consumo e Renda**

O gráfico 1 apresenta a distribuição dos consumos das residências pesquisadas. Verifica-se que 85% dos domicílios pesquisados consomem no máximo 18 m<sup>3</sup> de água por mês, abrangendo dois tipos de consumidores, segundo a classificação adotada pela EMBASA; baixo consumidor e médio baixo consumidor. O primeiro tem seu consumo entre 0 e 10 m<sup>3</sup>/mês e o segundo consome entre 11 e 18 m<sup>3</sup>/mês. Na amostra em estudo, o menor consumo foi de 2 m<sup>3</sup>/mês e o maior foi de 62 m<sup>3</sup>/mês. A média de consumo foi de aproximadamente 13 m<sup>3</sup>/mês, o desvio padrão foi de 7,67m<sup>3</sup>/mês e o consumo mais freqüente observado na amostra em estudo foi de 10 m<sup>3</sup>.





**Gráfico 1:** Distribuição dos consumos das residências pesquisadas.

A média de consumo por pessoa foi de 115 l/dia. Conforme apresentado na Tabela 9, sobre o consumo per capita em diversos locais, o consumo em Feira de Santana está um pouco abaixo da média de consumo na região norte do Brasil (140 l/dia).

**Tabela 09 – Consumo per capita em diversos locais.**

CIDADES, REGIÕES E PAÍSES	CONSUMO L/pessoa/ dia	FONTE
Austrália	270	Geólogo Pedro Jacobi <a href="http://www.geologo.com.br">www.geologo.com.br</a>
Canadá	300	
Escócia	410	
Estados Unidos / Canadá	300	
Brasil RJ	140	
Brasil MG	124	
Brasil DF	225	
Brasil Norte	140	
Berlim / Alemanha	165	Berliner Wasserbetriebe: <a href="http://www.bwb.de/englisch/trinkwasser/water_consumtion.html">www.bwb.de/englisch/trinkwasser/water_consumtion.html</a>
Inglaterra	141	National Statistics of England <a href="http://www.statistics.gov.uk">www.statistics.gov.uk</a>
Suíça	159	Federal Office of Environment of Switzerland <a href="http://www.sig-ge.ch/fr/vous/priv/statisques/eau">www.sig-ge.ch/fr/vous/priv/statisques/eau</a> <a href="http://conso.eng.asp">conso.eng.asp</a>
Denver / EUA	200	Plínio Thomas/1986 - Livro: Previsão de Consumo de Água - Interface das Instalações de Água e Esgoto com Serviços Públicos - 2000 <a href="http://www.navegareditora.com.br">www.navegareditora.com.br</a>
Holanda	135	Plínio Thomas/1993 - Livro: Previsão de Consumo de Água - Interface das Instalações de Água e Esgoto dom Serviços Públicos - 2000 <a href="http://www.navegareditora.com.br">www.navegareditora.com.br</a>

Fonte: PLANETA ORGÂNICO (<http://www.planetaorganico.com.br/trabmario-anexo.pdf>), 2007.

A Tabela 10 apresenta a média de consumo por pessoa para a população pesquisada por classes de consumo.

**Tabela 10** – Classes de consumo x média de consumo por pessoa em Feira de Santana.

Classes de consumo	Média do consumo (l/pessoa/dia)	Média do número de pessoas
Baixo (0 a 10 m <sup>3</sup> /mês)	86.32	3.57
Médio baixo (11 a 18 m <sup>3</sup> /mês)	118.16	4.42
Médio (19 a 25 m <sup>3</sup> /mês)	152.78	5.45
Médio alto e alto ( acima de 26 m <sup>3</sup> /mês)	212.88	5.77

Conforme apresentado na Tabela 10, verifica-se um aumento do consumo por pessoa conforme se aumenta as classes de consumo, se aproximando de valores de consumo verificados em locais como Denver (EUA) e Austrália (Tabela 9). Este aumento não é proporcional a média do número de pessoas na residência, por isso, conclui-se que, as residências localizadas nas faixas de médio a alto consumidores estão gastando mais água do que a média regional. Este grupo seria prioritário para implementação de ações visando redução do consumo *per capita*.

A classe de consumo parece representar a realidade social na cidade de Feira de Santana, onde a maioria da população é de baixa renda. Como pode ser observado na Tabela 11, a renda da família em mais de 70% das residências investigadas, é de até 5 salários mínimos.

**Tabela 11:** Renda da Família.

Faixa	Nº	%	% Acumulada
0 a 5 SM	278	73,4	73,4
6 a 10 SM	89	23,5	96,9
11 a 20 SM	8	2,1	99,0
Não soube responder	2	0,5	
Desempregada	1	0,3	
Não quis responder	1	0,3	
Total	379	100,0	

### 5.1.1.2 Perfil dos Entrevistados

A Tabela 12 apresenta a posição dos entrevistados na hierarquia da família.

**Tabela 12:** Posição dos entrevistados na família.

Posição do entrevistado	Nº	%	% Acumulado
Pessoa responsável	97	39,6	39,6
Cônjuge/companheiro	79	32,2	71,8
Filho/enteado	42	17,1	89,0
Sobrinho/agregado	3	1,2	90,2
Neto	2	0,8	91,0
Mãe	5	2,0	93,1
Irmão	4	1,6	94,7
Funcionário doméstico	10	4,1	98,8
Outro	3	1,2	100,0
Total	245	100,0	
S/Informação	134	-	
Total	379	-	

A maioria dos entrevistados (cerca de 70%) possui uma posição de responsável ou cônjuge / companheiro do responsável pela residência.

Na sociedade atual a mulher ainda é a principal responsável pela organização da casa, por isso, o seu comportamento em relação ao uso da água para as atividades de criação dos filhos, limpeza e conservação do lar são considerados preponderantes para se estabelecer o consumo residencial. Na amostra estudada, cerca de 55% dos moradores das residências é do sexo feminino, e, ainda, segundo os dados coletados, os funcionários domésticos são todos do sexo feminino. Observa-se predominância do sexo masculino apenas na posição da pessoa responsável pela família. Estima-se que um trabalho de educação para fomentar formas de economia de água e de reúso feitos inicialmente apenas para uma população feminina poderia ter um efeito mais significativo. Maiores estudos seriam necessários para comprovar esta teoria.

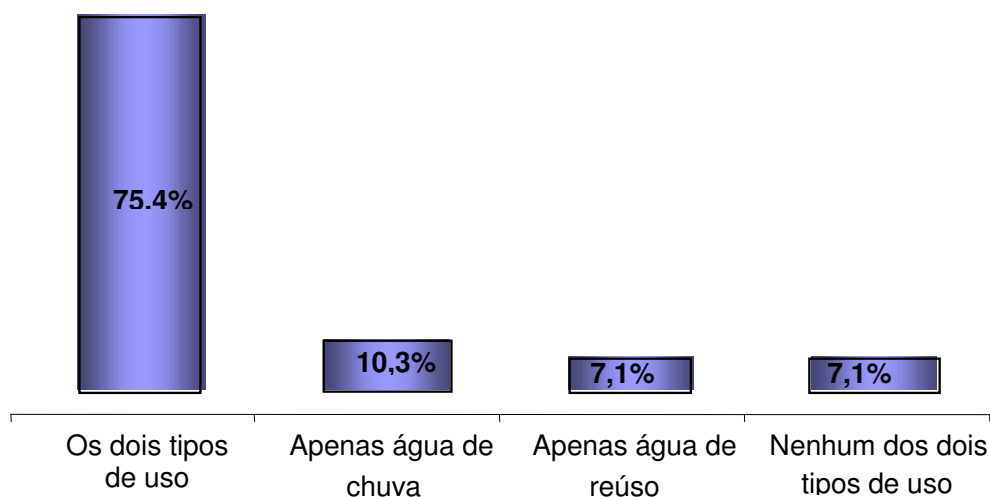
Quanto a faixa etária, independente da posição que ocupa na família, verifica-se idade média é de aproximadamente 32 anos. Esta informação indica que o grupo estudado é composto em sua maioria de pessoas jovens. Estima-se que quanto

mais jovem é a população maiores são as chances de aceitação de mudanças de paradigmas, por isso, as inovações necessárias em relação ao uso da água neste grupo poderia ser melhor assimilada.

O nível de escolaridade predominante é o ensino médio completo (31,1%), em seguida tem-se o ensino fundamental incompleto representando (29,7%) e a terceira escolaridade mais freqüente entre os moradores é ensino médio incompleto representado por 13,4%. Apenas 2,8% dos moradores possuem curso universitário completo. A falta de uma educação formal pode ser uma barreira em relação a conscientização de uma população frente aos seus direitos e deveres na sociedade e de como seus atos influenciam o meio ambiente. Por isso, uma campanha direta e intensiva para a conscientização sobre a necessidade de economia de água é fundamental em uma população pouco instruída.

#### 5.1.1.3 Avaliação do conhecimento e aceitação do Reúso

O Gráfico 2 apresenta informações sobre o nível de aceitação do reúso nas residências.



**Gráfico 2:** Informações sobre a aceitação do reúso nas residências.

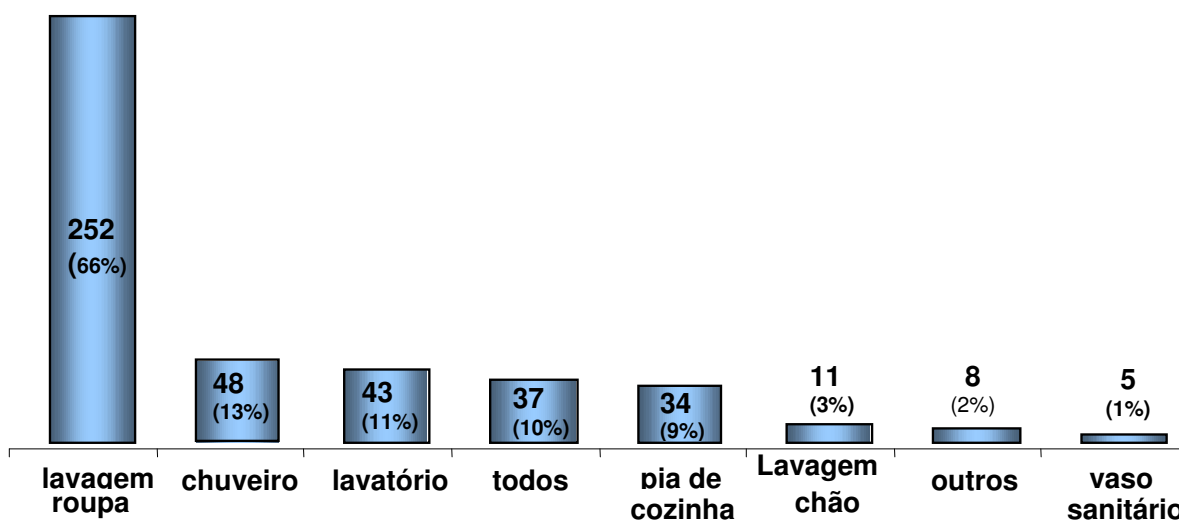
Em relação ao conhecimento acerca do reúso de água ou uso de água de chuva como fonte alternativa de abastecimento, a maioria dos entrevistados (cerca de 65%) respondeu que já tinham algum conhecimento sobre o assunto. A fonte de

informação mais mencionada foi a televisão (53%). A segunda fonte de informação mais citada foi através de conhecidos, amigos e familiares (32%).

A quase totalidade dos entrevistados (97%) considera importante hoje em dia o reúso da água e o uso da água de chuva como fontes alternativas de abastecimento. Para aqueles que consideram esta questão importante, os motivos mais relevantes são: em 1º lugar a escassez de água na região representando 34,7% dos entrevistados; em 2º lugar a economia de recursos financeiros com 31,4%; e em 3º lugar, com 18,5%, a conservação dos recursos naturais .

Perguntou-se aos entrevistados se eles fariam o reúso da água ou o uso da água de chuva em sua residência. Como pode ser observado no Gráfico 2, a maioria dos entrevistados informaram que fariam os dois tipos de uso e cerca 10% informaram que usariam apenas água de chuva.

O Gráfico 3 representa a avaliação de quais efluentes seriam aceitos para recuperação.



**Gráfico 3:** Avaliação de quais efluentes seriam aceitos para recuperação.<sup>10</sup>

Segundo os 379 entrevistados que responderam a questão referente às fontes de água mais aceitas para reutilização numa relação de 6 (seis) verifica-se: em 1º lugar a lavagem de roupa mencionada por 252 entrevistados (66%); em 2º

<sup>10</sup> As percentagens foram calculadas tomando como base os 379 entrevistados. Deve-se considerar que algumas respostas apontam mais de uma alternativa.

lugar o chuveiro mencionado por 48 (13%) entrevistados, e; em 3º lugar temos o lavatório mencionado por 43(11%) entrevistados.

Outras fontes mencionadas de forma espontânea representou 2,7% do total: piscina (0,3%), lavagem de banheiro (0,6%), plantas (0,3%), lavagem de pratos (0,6%), tomar banho (0,3%), limpeza de casa (0,3%), lavagem de moto (0,3%).

Metade dos 379 entrevistados consideraram que o reúso de água seria mais efetivo na lavagem de calçada e cerca de 30% informaram que fazer o reúso em descarga de vasos sanitários seria uma melhor opção. O tipo de consumo menos citado para se utilizar água de reúso foi para lavagem de carro, com apenas 4% na preferência.

Ao serem perguntados se aceitariam participar de uma pesquisa para caracterização dos efluentes domésticos em suas residências, 56% dos entrevistados responderam que sim.

#### 5.1.1.4 Características das Residências

Um dos fatores que influencia no consumo de água é o tipo de residência, pois, a depender do tamanho da casa e do número de cômodos poder-se-á estabelecer uma relação com a quantidade de consumidores. Estima-se que quanto maior a casa, maior será o consumo.

A Tabela 13 apresenta a freqüência absoluta e percentual da distribuição de entrevistados por número de banheiros na residência.

**Tabela 13:** Número de banheiros nas residências.

Nº Equipamento	Entrevistados	%	% acumulado
0	1	0,3	0,3
1	234	61,7	62,0
2	107	28,2	90,2
3	25	6,6	96,8
4	8	2,1	98,9
5	3	0,8	99,7
6	1	0,3	100
Total	379	100	

Cerca de 90% das residências pesquisadas possuem no máximo 2 banheiros, entretanto, vale destacar que a maior frequência em relação ao número de banheiros é de apenas 1 conforme pode ser visto na Tabela 13, representando a realidade de aproximadamente 62% dos entrevistados. No banheiro é onde se encontra o maior número de equipamentos hidráulicos, sendo que, os mais frequentemente encontrados são: chuveiro, lavatório e descarga de vaso sanitário. Outros equipamentos também encontrados neste cômodo são: banheira e ducha.

A Tabela 14 apresenta o número de chuveiros e duchas nas residências.

**Tabela 14:** Número de chuveiros e duchas nas residências.

Nº Equipamento	Temperatura da água				Ducha	%
	Quente	%	Frio	%		
1	97	25,6	244	64,4	21	5,5
2	37	9,8	55	14,5	8	2,1
3	3	0,8	13	3,5	1	0,3
4	1	0,3	1	0,3	-	-
5	1	0,3	1	0,3	1	0,3
Nenhum	240	63,3	65	17,2	348	91,8
Total	379	100,0	379	100,0	379	100,0

Para tomar banho o equipamento mais utilizado na residência dos entrevistados é o chuveiro com água fria representando 64,4% dos entrevistados que possuem apenas 01 chuveiro frio na residência. Quanto ao chuveiro com água quente, apenas 25,6% das residências possuem um, sendo que destas, 9,8% possuem 2 chuveiros. Verifica-se na Tabela 14 uma incidência pequena na utilização da ducha higiênica nas residências dos entrevistados, apenas 5,5% .

A maioria dos entrevistados, em torno de 97,8%, possui até 03 vasos sanitários na residência, sendo a maior incidência de um vaso sanitário representando 64,4%. Apenas 1% dos entrevistados possuem bidê ou banheira.

O número de quartos nas residências geralmente está associado ao número de moradores, pois, geralmente as famílias escolhem o tamanho das residências de

acordo com o tamanho da família. O número de dormitórios mais freqüente nas residências é 3 segundo 45,6% dos entrevistados

A maioria das residências dos entrevistados (99,5%) não possui lavadora de prato e 32,2% possuem pelo menos uma máquina de lavar.

Em torno de 44,6% dos entrevistados possuem mangueira em casa para regar jardim e lavagem de carros, varandas e calçadas.

Quanto ao abastecimento através da rede pública de água, segundo os entrevistados existe uma regularidade no abastecimento de cerca de 60% das residências durante 24h do dia. No entanto, 40% dos entrevistados informaram que o fornecimento de água é intermitente, com interrupção do fornecimento de até 15 dias.

Quanto ao Esgotamento Sanitário através de sistema público, o esgoto doméstico de 64% dos entrevistados é lançado na rede pública de esgoto, 28% utiliza fossa e 8% dispõe de esgoto na rede de drenagem ou a céu aberto.

Cerca de 90% das casas pesquisadas possuem um pavimento. A maior freqüência de área útil, segundo levantado pelos pesquisados, é de 50 a 100m<sup>2</sup>, representando a realidade de 63% das residências.

Os pesquisadores encontraram vazamentos visíveis em 8% das residências pesquisadas. As torneiras da pia de cozinha, torneiras dos lavatórios e descargas foram os locais mais freqüentes onde foram detectados vazamentos.

Avaliando a situação das instalações hidráulicas para adaptação da medição observou-se: (1) As tubulações de alimentação do reservatório de 90% das residências seriam adaptáveis ao hidrômetro para medição; (2) Estima-se que 70% das residências possuiriam fácil acesso às tubulações de entrada do reservatório.

Verifica-se que em 93% das residências os pesquisadores encontraram algum tipo de dificuldade para realizar a pesquisa, tais como: moradores que não aceitaram responder as perguntas, moradores que não se encontravam em casa ou o endereço não foi encontrado. Devido a estes casos houve troca de residência em 35% das amostras. O critério para troca era: residência unidomiciliar, localizada no mesmo barro e de preferência vizinha ao antigo logradouro. O tempo médio gasto no preenchimento do questionário foi de 24 minutos, com tempo mínimo de preenchimento de apenas 10 minutos e máximo de até 60 minutos.



#### 5.1.1.5 Hábitos dos Usuários

Observou-se que mais da metade dos entrevistados (53%), utilizam a água da rede de abastecimento em casa na realização de todas as atividades: beber, cozinhar, limpeza pessoal e da casa, lavagem de roupa e até na irrigação de jardim/horta. Constata-se, porém, que aproximadamente 22% dos entrevistados não utilizam a água da rede de abastecimento para beber, sendo a mesma utilizada em todas as outras atividades. Também foi verificado que 16% não utilizam a água da rede de abastecimento na irrigação de jardim ou horta, sendo que, nas demais atividades, é feita a utilização da água da rede de abastecimento.

A Tabela 15 apresenta a frequência absoluta e percentual do uso de produtos de higiene no banheiros.

**Tabela 15:** Produtos de higiene usados no banheiro.

Produto	No. pessoas	%
Sabonete, shampoo, pasta de dente e condicionador	201	53
Sabonete, shampoo, pasta de dente, condicionador e hidratante	52	13.7
Sabonete, shampoo, pasta de dente, condicionador hidratante, e higienizador bucal.	39	10.3
Sabonete, shampoo e pasta de dente	28	7.4
Outros	59	15.6
Total	379	100,0

Os produtos de higiene e uso pessoal utilizados no banheiro pela maioria dos entrevistados numa lista de 7 produtos são: sabonete, shampoo, pasta de dente e condicionador, como mostrado na Tabela 15.

Quanto ao uso de produtos de limpeza, o Quadro 14 apresenta o ranking geral do uso destes produtos.

**Quadro 14:** No ranking geral de produtos costumeiramente utilizado para limpeza.

1º lugar	36,7%	Desinfetante, água sanitária e sabão em pó.
2º lugar	10,8%	Desinfetante, água sanitária, sabão em pó e detergente.
3º lugar	8,2%	Desinfetante e sabão em pó.
4º lugar	7,9%	Água sanitária e sabão em pó.

Balde com água e produtos de limpeza são os itens mais comuns utilizados para a limpeza do banheiro segundo 68,6% dos entrevistados. Em 2º lugar tem-se a utilização de pano úmido com produto que é a forma utilizada por 20,1% dos entrevistados. Estas duas formas mencionadas representam 88,7% do total das respostas. Verifica-se que a não utilização de produtos de limpeza é uma prática de pouca incidência.

O tipo e quantidade de produto utilizado para limpeza e higiene pessoal nas residências poderá determinar o grau de contaminação da água após o uso. Sendo assim, conhecer os tipos de produtos mais utilizados nas diversas atividades correlacionando-os com as análises físico-químicas dos efluentes poder-se-á estabelecer as características dos efluentes gerados. Novos produtos de limpeza poderiam ser desenvolvidos visando uma menor contaminação dos efluentes propiciando o reaproveitamento deste recurso.

Para 40,4% dos entrevistados a preferência em relação a produtos de limpeza está relacionada ao preço (produto barato), 27,7% não tem preferência, 24% destes preferem os produtos de marca e 6,1% preferem os produtos de limpeza de produção caseira. Verifica-se também que 66,8% dos entrevistados não se preocupam em usar a quantidade de produto sugerida no rótulo, 16,4% usam o produto em menor quantidade enquanto 7,1% usam maior quantidade.

O quintal é o local onde se costuma dar banho nos animais na residência de 37% dos entrevistados, 4% dão banho nos animais em outros locais, contra 59% dos entrevistados que não dão banho nos animais ou simplesmente não possuem animais.

Constata-se que 94% dos entrevistados informam se preocupar com vazamentos existentes na residência.

### 5.1.2 Análise de Correlação entre as Informações Resultantes da Aplicação do Questionário

Após a análise descritiva, analisou-se a correlação entre as variáveis investigadas fazendo-se uso dos parâmetros estatísticos: índice de correlação e de diagramas de dispersão, utilizando-se como ferramenta para esta análise o pacote estatístico MINITAB®. Visando realizar um estudo comparativo entre os fatores investigados, os gráficos de dispersão são apresentados conjuntamente através de uma matriz de correlação

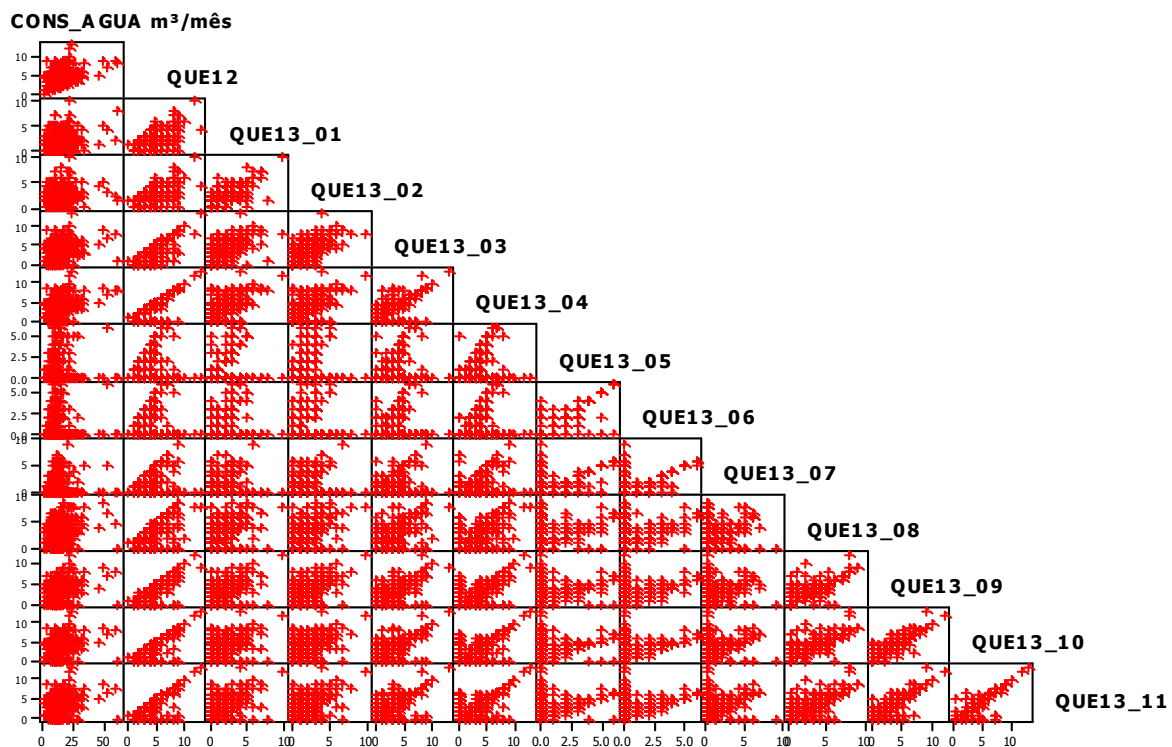
#### 5.1.2.2 Tópico II - Características das Famílias e Impacto no Consumo

Visando identificar quais são as características das famílias que mais impactam no consumo de água, as informações resultantes da aplicação das questões apresentadas no Quadro 15 foram correlacionadas com o consumo.

**Quadro 15:** Questões do tópico II correlacionadas.

SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-12	Número de moradores na residência
QUE -13	Número de moradores que estão presentes na casa: 1) seg-sex manhã; 2) seg-sex tarde; 3)seg-sex noite (18 às 22 hs); 4) seg-sex madr.(22 às 05 hs); 5) 1+3; 6) 2+3; 7) 1+2+3; 8) sábado manhã; 9) sábado tarde; 10) sábado noite; 11) domingo
QUE-14	Número de funcionários domésticos na residência: 1) turno matutino; 2) turno vespertino; 3) turno noturno; 4) 1+2; 5) 1+2+3+4
QUE-15	Periodicidade dos funcionários domésticos eventuais: 1) 01 vez/ semana; 2) 02 vezes/ semana; 3) 03 vezes/ semana

Como pode ser observado na matriz de correlação (Figura 7) elaborada com os dados de consumo, número de moradores e as informações sobre a presença das pessoas na residência, existe uma tendência para uma correlação positiva entre a maioria destas variáveis.



**Figura 7:** Matriz de correlação entre as questões 12, 13 e o consumo.

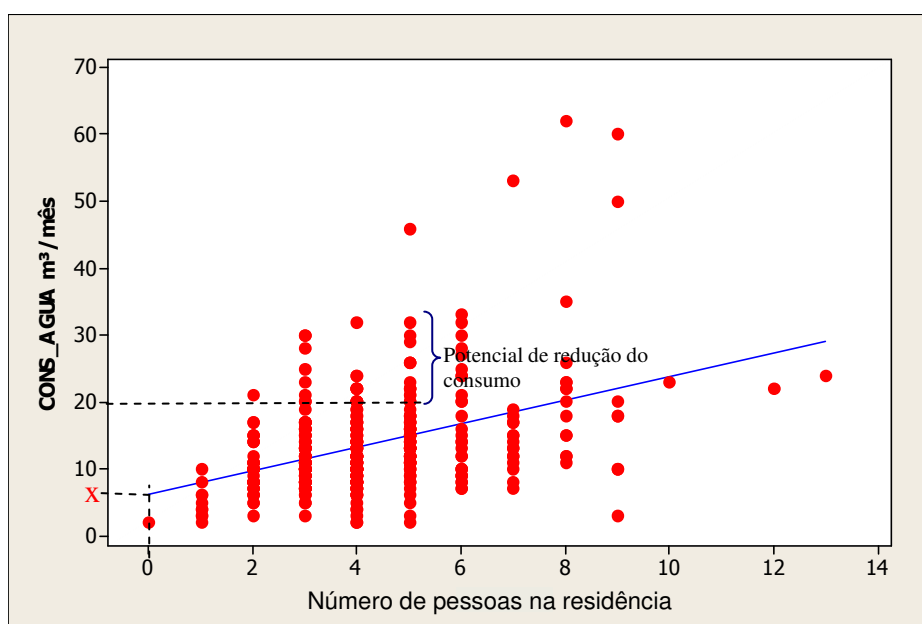
**Tabela 16:** Correlações de Person ( $p$  valor) entre as características da família e o consumo.

Questões	Correlação com o consumo	p-valor
QUE12	0.419	0.000
QUE13_01	0.240	0.000
QUE13_02	0.185	0.000
QUE13_03	0.309	0.000
QUE13_04	0.391	0.000
QUE13_05	0.003	0.950
QUE13_06	-0.064	0.214
QUE13_07	-0.013	0.806
QUE13_08	0.261	0.000
QUE13_09	0.273	0.000
QUE13_10	0.258	0.000
QUE13_11	0.238	0.000

As correlações significativas apresentadas na Tabela 16 podem ser justificadas pelo fato de todas elas estarem relacionadas com o número de pessoas presentes na residência, que é considerado um fator relevante para se estimar o consumo de água. A maior correlação encontrada foi entre a quantidade de

moradores e o consumo de água. Entre os períodos estudados, o maior valor de correlação foi entre o consumo e a quantidade de pessoas presentes à noite. Esta informação pode ser um indicativo de que a maioria dos moradores está presente à noite em casa, momento em que consomem água para preparação de comida, banhos ou descarga. A correlação existente entre a quantidade de pessoas no final de semana e o consumo foi significativa, principalmente na avaliação da permanência aos sábados. Avaliando este resultado estima-se que a maioria dos moradores da amostra pesquisada permanece em casa nos finais de semana, fazendo com que o consumo aumente nestes dias.

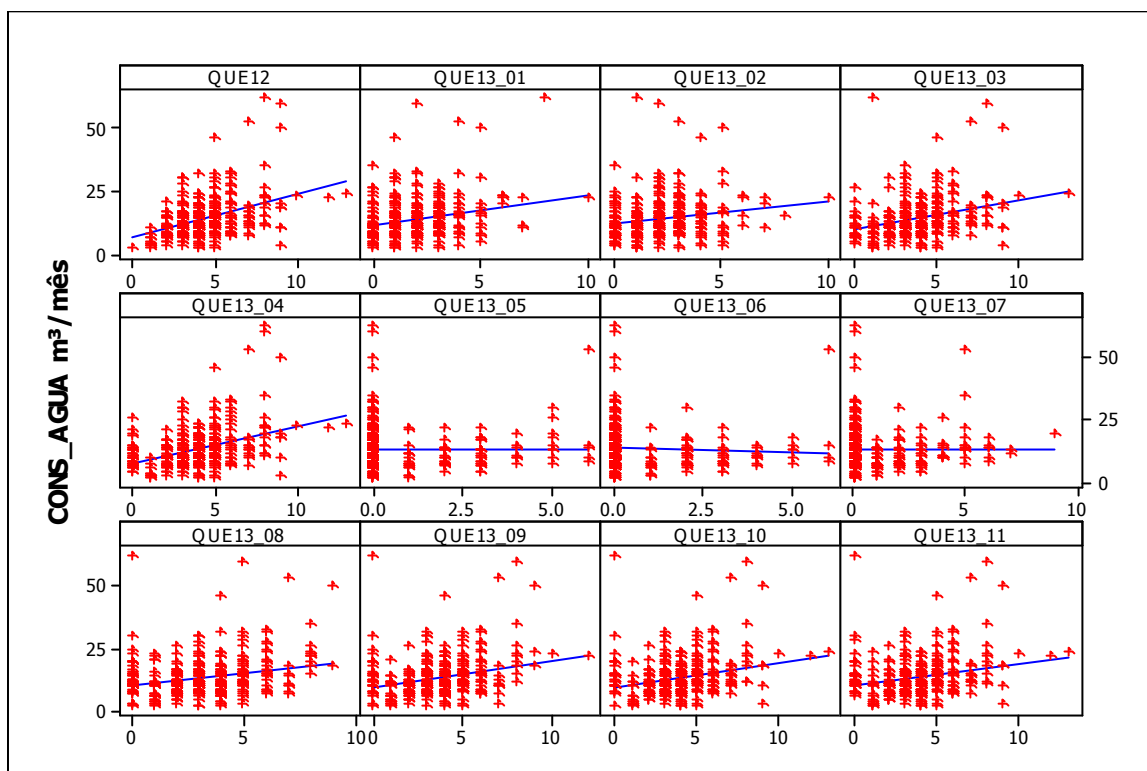
Ao se analisar o gráfico resultante do modelo da correlação entre o consumo e o número de moradores (Figura 8) identifica-se que o coeficiente linear da reta não é zero indicando que, teoricamente, mesmo com zero moradores na residência existe um valor de “consumo”. O coeficiente linear (X) estimado pode ser um indicativo de existência de perdas de água no sistema. Uma maior variabilidade relativa do consumo para número de residentes de 03 a 06 indica o potencial de redução no consumo, especialmente se considerada um valor médio de consumo diário por pessoa de 140 l/dia. Por exemplo, residências com 05 moradores poderiam reduzir seu consumo para, pelo menos, 20 m<sup>3</sup>/mês.



**Figura 8:** Correlação entre o número de moradores na residência e o consumo.

Faz-se necessário um estudo mais detalhado para se comprovar esta suposição.

A Figura 9 apresenta os gráficos das correlações entre os períodos de permanência dos moradores na residência e o consumo.



**Figura 9:** Correlação entre o consumo e as questões do grupo 13.

Na Figura 9 verifica-se que na maioria das configurações se repete um padrão apresentado na Figura 08, ou seja, a reta apresenta coeficiente linear diferente de zero.

Conforme apresentado na Figura 9 não existe correlação entre o consumo e as questões relacionadas com o período de permanência dos moradores na residência quando estão agrupados (QUE 13\_05, QUE 13\_06 e QUE 13\_07). Isto demonstra que no grupo estudado não é comum a permanência dos moradores na residência em dois ou mais turnos durante os dias úteis da semana.

Quanto a correlação entre a presença de empregados domésticos e consumo, apresentado na Figura 10, esperava-se um maior consumo de água nas

residências que possuíam empregados domésticos, entretanto, isto não foi verificado.

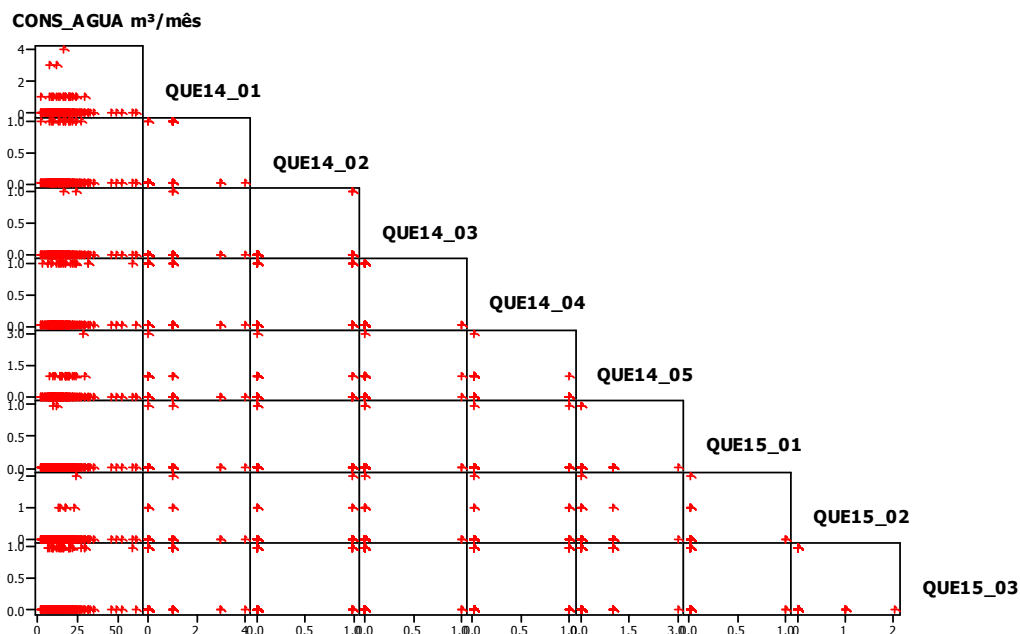


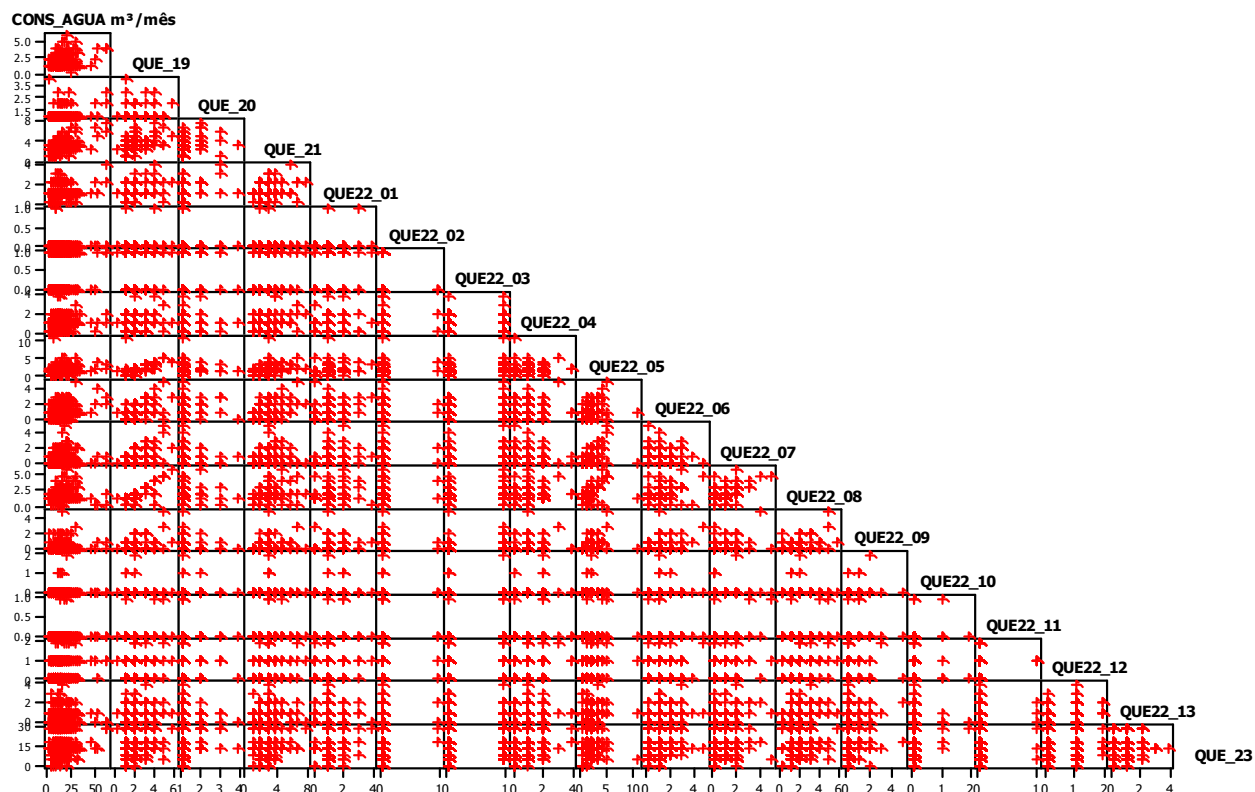
Figura 10: Matriz de Correlação entre as questões 14, 15 e o consumo.

#### 5.1.2.2 Tópico IV - Características da Residência e Impacto no Consumo

Para identificar as características da residência, foram elaboradas as questões apresentadas no Quadro 16. Estes dados foram correlacionados entre si e com o consumo, conforme apresentada na matriz de correlação (Figura 11).

Quadro 16: Questões do tópico II correlacionadas.

SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-19	Número de banheiros
QUE -20	Número de cozinhas
QUE-21	Número de dormitórios
QUE-22	Número de equipamentos existentes na residência: 1) Torneira da pia; 2) lavadora de pratos; 3) lavadora de roupas; 4) torneira do tanque; 5) torneira do lavatório; 6) chuveiro c/ água natural; 7) Chuveiro com água quente; 8) vaso sanitário; 9) ducha; 10) bidê; 11) banheira; 12) aspersor; 13) torneira externa.
QUE-23	Tipo de descarga do vaso sanitário: 0) não se aplica; 1) caixa de embutir – 20 litros; 2) caixa de sobrepôr – 14 litros; 3) válvula de descarga; 4) caixa acoplada – 8 litros; 5) caixa acoplada – 6 litros.



**Figura 11:** Matriz de correlação entre as questões 19 a 23 e o consumo.

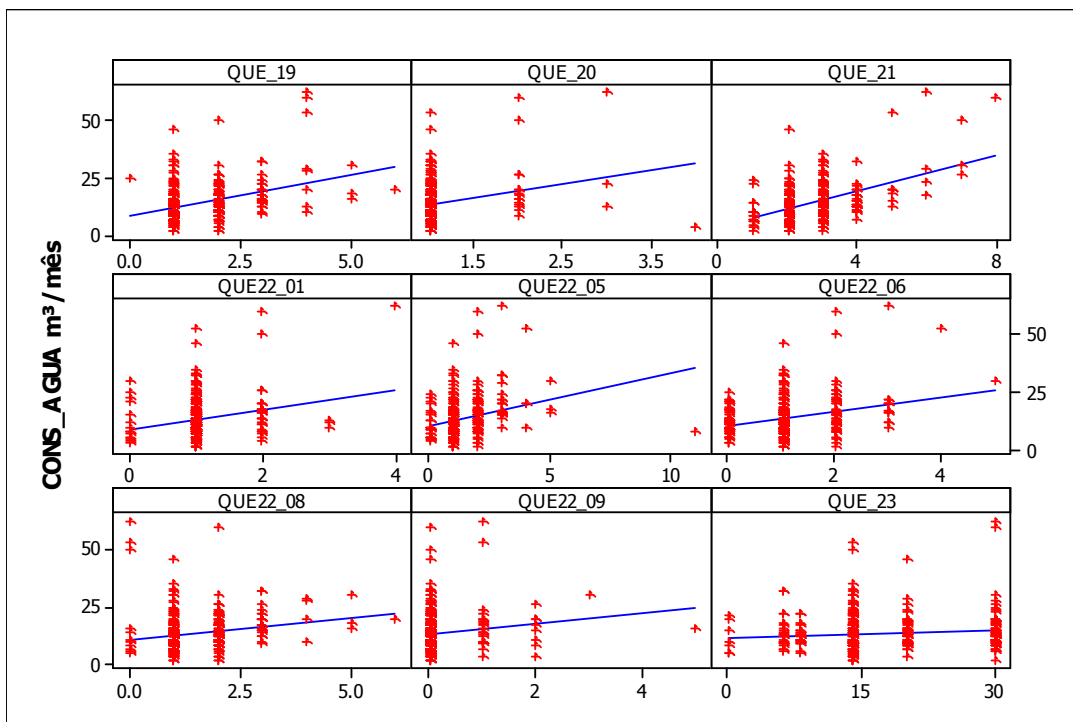
Observando-se a matriz de correlação elaborada com os dados de consumo e as características das residências, verifica-se que há correlação entre a maioria das variáveis. Os resultados dos cálculos das correlações significativas ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) apresentados na Tabela 17 demonstram como estas variáveis afetam o consumo.



**Tabela 17:** Correlações de Person (p valor) entre as características da residência e o consumo.

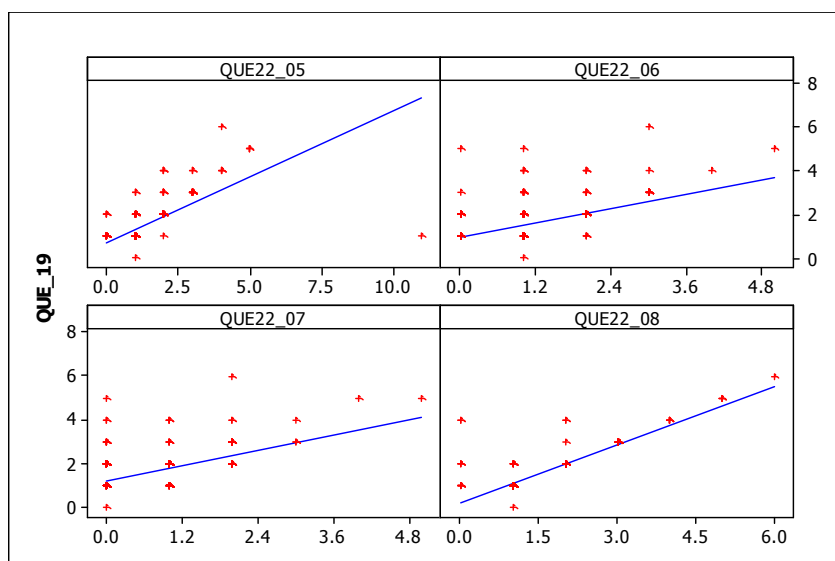
Questões	Descrição	Correlação com o consumo	p-valor
QUE_19	No. de banheiros	0.385	0.000
QUE_20	No. de cozinhas	0.230	0.000
QUE_21	No. de dormitórios	0.484	0.000
QUE22_01	No. de torneiras da pia	0.215	0.000
QUE22_02	No. de lavadora de pratos	-0.034	0.511
QUE22_03	No. de lavadora de roupas	0.238	0.000
QUE22_04	No. de tanque de lavar roupas	0.069	0.180
QUE22_05	No. de torneira de lavatórios	0.277	0.000
QUE22_06	No. de chuveiros com água fria	0.285	0.000
QUE22_07	No. de chuveiros com água quente	0.167	0.001
QUE22_08	No. de vasos sanitários	0.193	0.000
QUE22_09	No. de duchas	0.135	0.009
QUE22_10	No. de bidê	0.031	0.550
QUE22_11	No. de banheiras	0.040	0.439
QUE22_12	No. de aspersores	0.110	0.033
QUE22_13	No. de torneiras externas	0.077	0.133
QUE_23	Tipo de descarga	0.100	0.052

Conforme apresentado na Figura 12, o consumo de água apresenta uma correlação significativa com o número de dormitórios, podendo ser justificada por este se tratar de um item diretamente associado ao número de pessoas na residência. Além disso, alguns equipamentos existentes na residência apresentaram correlação positiva em relação ao consumo, tais como: torneira da pia, máquina de lavar roupa, torneira do lavatório, chuveiro e vaso sanitário. Nesta população é pouca a representatividade dos seguintes equipamentos: lavadora de pratos, bidê, banheira, aspersor e torneiras externas, por isso, o valor da correlação entre os dados da quantidade existente destes equipamentos com o consumo foi baixa. Estima-se que devido a popularização da máquina de lavar roupa, este equipamento foi mais representativo em relação ao consumo do que o tanque de lavar roupa.



**Figura 12:** Correlação entre as características das residências e o consumo.

A Figura 13 mostra que a correlação entre o número de banheiros e a quantidade de torneira de lavatório, chuveiro e vaso sanitário é positiva e significativa, por isso, é sugerido que em próximos questionários seja apresentada apenas uma destas perguntas, pois uma já responde a outra.



**Figura 13 :** Correlação entre o número de banheiros e as questões sobre o número de torneiras do lavatório, chuveiros e vasos sanitários.

Apesar de ter tido uma baixa correlação com o consumo, a questão apresentada sobre o tipo de descarga (QUE\_23) é importante para auxiliar em programas de minimização de uso da água visando a troca por equipamentos economizadores, por isso, esta informação não deve ser descartada. A baixa correlação poderia ser justificada por erros de identificação do tipo de descarga existente na residência, pois, apesar de terem sido treinados, não é garantido que os pesquisadores identificaram corretamente o tipo de descarga apresentado em cada residência.

### 5.1.2.3 Tópico V.1 – Hábitos da Família no Banheiro e o Impacto no Consumo

As perguntas sobre os hábitos da família no banheiro procuraram responder questões sobre as formas de uso dos equipamentos e a correlação destas com o consumo de água. No Quadro 17 são apresentadas perguntas feitas neste tópico:

**Quadro 17:** Questões do tópico V.1 correlacionadas.

SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-25	Número de pessoas que tomam banho em casa: 1) 01 vez /dia; 2) 02 vezes/ dia; 3) 03 vezes ou mais por dia
QUE -26	Número de pessoas que costumam desligar o chuveiro para se ensaboar: 1) sim; 2) não
QUE-27	Número de mulheres que costumam ficar no banho durante: 1) até 10 min.; 2) 10 a 30 min.; 3) 30 a 60 min.; 4) acima de 60 min.
QUE-28	Número de homens que costumam ficar no banho durante: 1) até 10 min.; 2) 10 a 30 min.; 3) 30 a 60 min.; 4) acima de 60 min.
QUE-29	Número de pessoas que tomam banho com a temperatura da água: 1) quente; 2) fria.
QUE-30	Número de chuveiros cujo tempo de aquecimento da água é: 1) imediato; 2) até 3 min.; 3) 03 a 05 min.; 4) mais de 05 min.
QUE-31	Número de pessoas que escovam os dentes em casa: 1) 01 vez /dia; 2) 02 vezes/ dia; 3) 03 vezes ou mais por dia
QUE-32	Número de pessoas que costumam deixar ou não a torneira aberta todo o tempo em que usam a pia do banheiro: 1) deixa aberta; 2) não deixa aberta.
QUE-33	Número de homens que faz a barba na semana: 1) 01 vez /dia; 2) 02 vezes/ dia; 3) 03 vezes ou mais por dia.
QUE-34	Número de pessoas que lavam as mãos em casa: 1) até 02 vezes /dia; 2) 03 vezes/ dia; 3) 05 vezes ou mais por dia
QUE-35	Número de pessoas que costumam lavar as mãos em casa: 1) antes de ir ao vaso; 2) depois de ir ao vaso; 3) 1+2; 4) antes das refeições; 5) depois das refeições; 6) 4+5;
QUE-36	Número de pessoas que utilizam o vaso sanitário em casa: 1) pela manhã; 2) pela tarde; 3) pela noite; 4) 1+2; 5) 1+3; 6) 2+3; 7) 1+2+3;
QUE-37	Número de pessoas que dão descarga no vaso sanitário: 1) depois de ir ao vaso; 2) antes e depois de ir ao vaso
QUE-41	Número de vezes que se lava o banheiro na semana: 0) não se aplica; 1) 01 vez; 2) 02 a 03 vezes; 3)04 a 05 vezes; 04) todos os dias

As correlações entre as questões deste tópico e o consumo foram estimadas, sendo que as consideradas significativas ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) são apresentadas na Tabela 18.

**Tabela 18:** Correlações de Person ( $p$  valor  $< 0,05$ ) entre os dados dos hábitos da família no banheiro e o consumo de água.

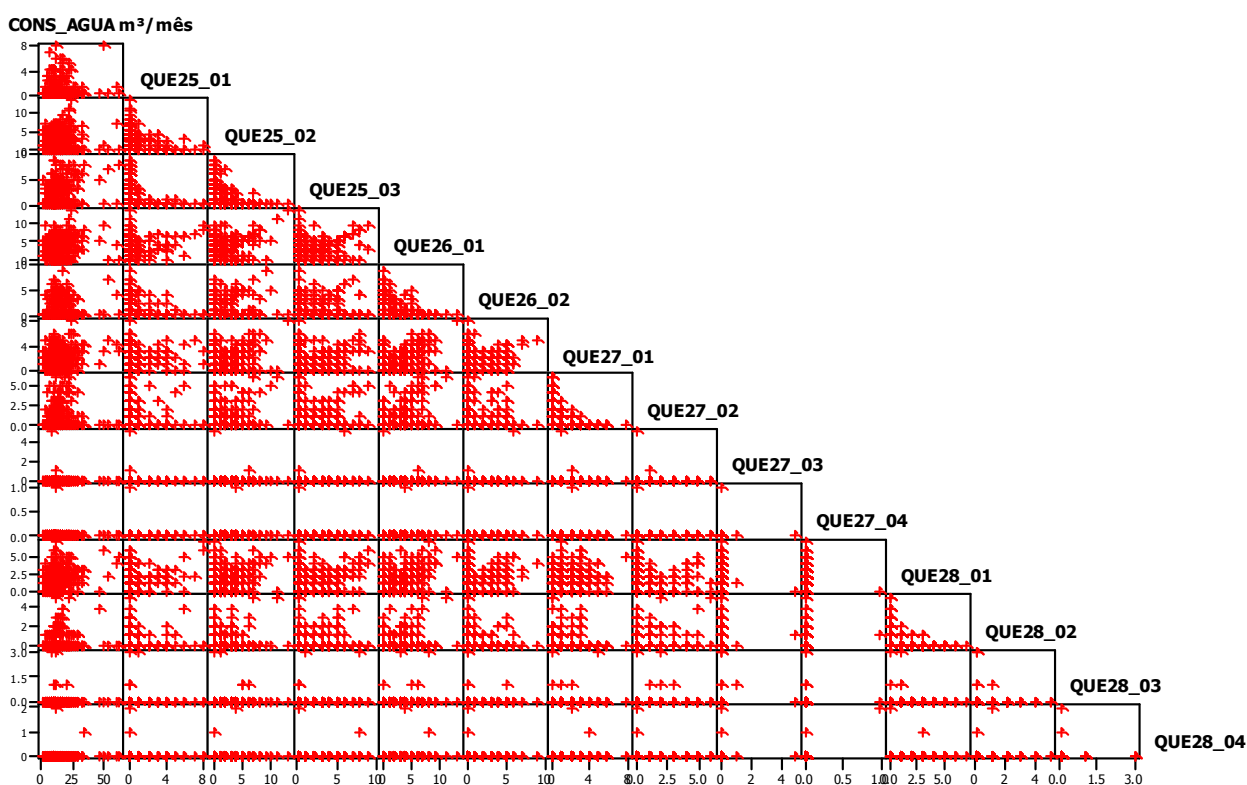
Questões	Correlação com o consumo	p-valor	Questões	Correlação com o consumo	p-valor
QUE25_01	0.075	0.146	QUE32_02	0.310	0.000
QUE25_02	0.044	0.393	QUE33_01	0.059	0.253
QUE25_03	0.249	0.000	QUE33_02	0.180	0.000
QUE26_01	0.165	0.001	QUE33_03	0.025	0.625
QUE26_02	0.157	0.002	QUE34_01	0.094	0.069
QUE27_01	0.213	0.000	QUE34_02	0.145	0.005
QUE27_02	0.058	0.263	QUE34_03	0.146	0.005
QUE27_03	-0.039	0.453	QUE35_01	0.060	0.242
QUE27_04	-0.011	0.838	QUE35_02	0.333	0.000
QUE28_01	0.255	0.000	QUE35_03	-0.004	0.942
QUE28_02	0.083	0.109	QUE35_04	0.192	0.000
QUE28_03	-0.028	0.586	QUE35_05	0.100	0.052
QUE28_04	0.055	0.287	QUE35_06	0.055	0.283
QUE29_01	0.140	0.006	QUE36_01	0.126	0.014
QUE29_02	0.226	0.000	QUE36_02	0.101	0.051
QUE30_01	0.142	0.005	QUE36_03	0.130	0.011
QUE30_02	0.090	0.081	QUE36_04	-0.093	0.069
QUE30_03	0.050	0.334	QUE36_05	0.051	0.324
QUE30_04	0.050	0.334	QUE36_06	-0.080	0.118
QUE31_01	0.041	0.430	QUE36_07	0.025	0.623
QUE31_02	0.039	0.454	QUE37_01	0.313	0.000
QUE31_03	0.269	0.000	QUE37_02	0.073	0.154
QUE32_01	0.093	0.071	QUE_41	0.061	0.237

A única correlação encontrada com o consumo nos dados apresentados sobre o número de pessoas que tomam banho em casa apresentada na questão 25, foi em relação ao número de pessoas que tomam banho três vezes ou mais por dia. Segundo os dados apresentados, o fato das pessoas desligarem o chuveiro no momento de se ensaboar durante o banho (questão 26) interferiu de forma positiva no valor da correlação em relação ao consumo. Este resultado é coerente com a realidade, já que segundo informações da SABESP (2006) em um banho de ducha por 15 minutos se consome cerca de 243 litros de água e o simples ato de fechar o

registro enquanto se ensaboa, diminui o tempo de banho para 5 minutos, fazendo o consumo cair para 81 litros (60% de economia).

Em relação ao tempo de permanência de mulheres e homens no banho, a única correlação encontrada com o consumo em ambos os casos foi entre o número de pessoas que ficam no banho até 10 minutos (questão 27\_1 e 28\_1). Nesta análise de gênero, tanto as mulheres quanto os homens em sua maioria costumam ficar no banho em um tempo de até 30 minutos.

A matriz de correlação entre as questões 25 a 28 do Quadro 18 e o consumo é apresentada na Figura 14.

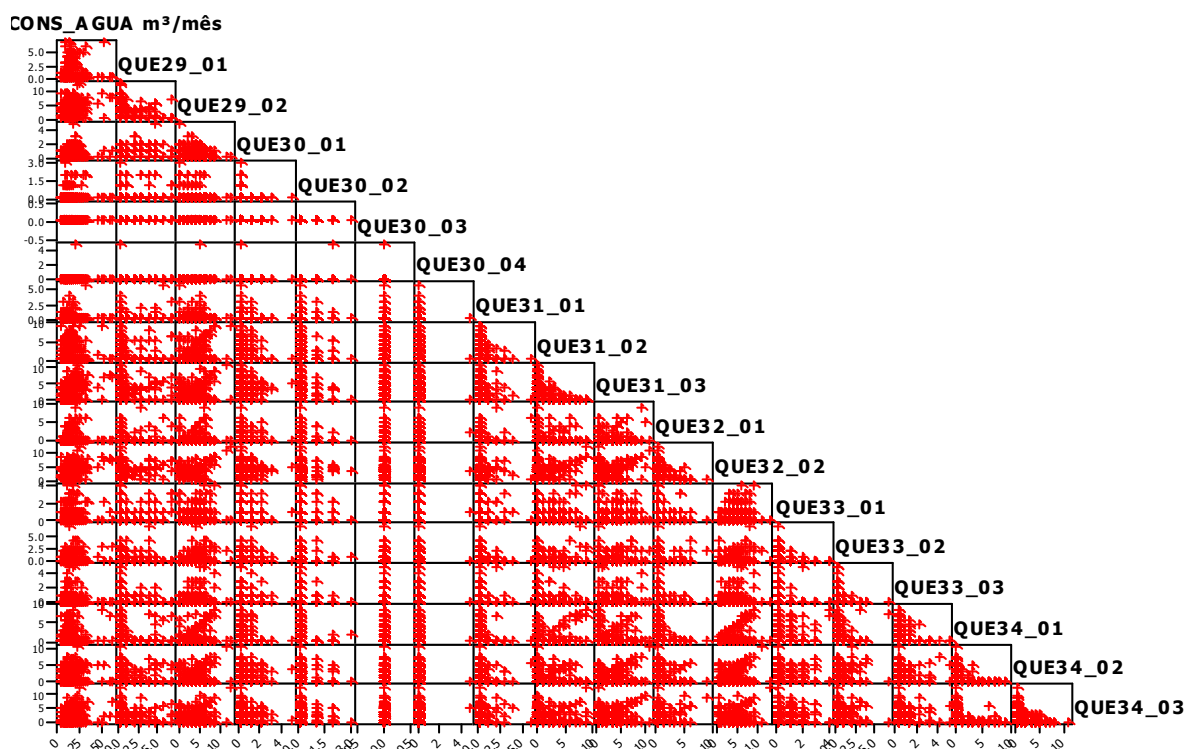


**Figura 14:** Matriz de correlação entre as questões 25 a 28 e o consumo.

Não foram encontradas diferenças significativas da correlação entre o consumo e as informações sobre o número de pessoas que tomam banho com a temperatura da água quente ou fria (questão 29). Na questão 30, a única correlação encontrada com o consumo foi em relação a informação sobre o número de chuveiros onde o tempo de aquecimento é imediato. Apesar da pouca

representatividade das questões 29 e 30, as informações obtidas através destes dados poderiam ser utilizadas em outros estudos relacionados ao consumo energético.

Em relação ao número de pessoas que escovam os dentes em casa (questão 31), o maior valor da correlação foi entre o consumo e o número de pessoas que escovam os dentes três ou mais vezes ao dia. A maioria das pessoas informou que não deixa a torneira aberta durante todo o tempo de uso do equipamento enquanto escova os dentes, justificando a correlação com o consumo encontrada neste item. Segundo as informações apresentadas sobre a questão 33, a única correlação com o consumo encontrada foi em relação ao número de homens que fazem a barba duas vezes por semana (Figura 15).



**Figura 15:** Matriz de correlação entre as questões 29 a 34 e o consumo.

Foi encontrada uma fraca correlação entre o consumo e o número de pessoas que lavam as mãos em casa (questão 34), sendo que, não foi encontrada correlação entre o consumo e número de pessoas que lavam as mãos apenas uma vez por dia.

Na questão 35 as maiores correlações encontradas com o consumo foi em relação ao número de pessoas que lavam as mãos depois de ir ao vaso sanitário e antes das refeições.

Em relação ao período de uso do vaso sanitário (questão 36) foram encontradas correlações com o consumo nas informações sobre o uso do vaso pela manhã e à noite (Figura 16). A maioria das pessoas dá descarga no vaso sanitário apenas após o uso, sendo assim, foi encontrada uma correlação com o consumo e esta questão.

Não foi encontrada correlação entre o consumo e o número de vezes que se lava o banheiro na semana (questão 41).

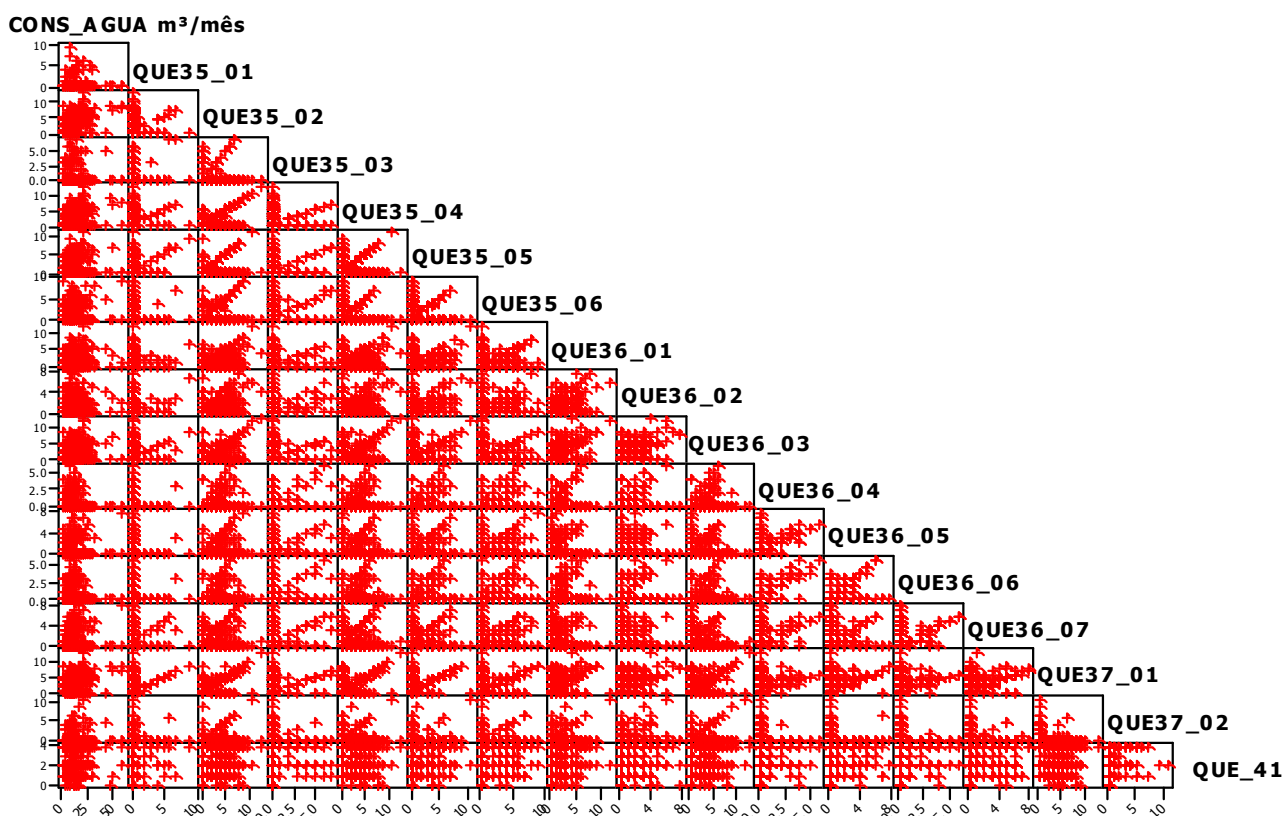


Figura 16 : Matriz de correlação entre as questões 35 a 37, 41 e o consumo.

#### 5.1.2.4 Tópico V.2 – Hábitos da Família na Cozinha e o Impacto no Consumo

A cozinha é um dos cômodos da casa em que verifica um significativo consumo, por isso, é importante se conhecer de que forma este uso se estabelece

na residência. As perguntas a seguir foram elaboradas com o intuito de se ter uma noção do comportamento das famílias ao usar a água na cozinha:

**Quadro 18:** Questões do tópico V.2 a serem correlacionadas.

SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-42	Número de pessoas que durante a semana: 1) tomam café da manhã; 2) almoçam; 3) jantam; 4) 1+2; 5) 1+3; 6) 2+3; 7) 1+2+3
QUE -43	Número de vezes que se lava louça em um dia: 0) não se aplica; 1) 01 vez/dia; 2) 02 vezes/dia; 3) 03 vezes ou mais
QUE-44	Número de vezes que se lava louça na semana: 0) não se aplica; 1) 01 vez; 2) 02 a 03 vezes; 3) 04 a 05 vezes; 4) todos os dias
QUE-45	Número de pessoas que costumam deixar ou não a torneira aberta todo o tempo em que lavam a louça: 1) deixa aberta; 2) não deixa aberta.
QUE-46	Número de vezes em que usa a máquina de lavar louça na semana: 0) não se aplica; 1) 01 vez; 2) 02 a 03 vezes; 3) 04 a 05 vezes ; 4) todos os dias
QUE-47	Número de pessoas que consomem água para beber em casa: 1) torneira; 2) mineral
QUE-51	Número de vezes que se lava a cozinha na semana: 0) não se aplica; 1) 01 vez; 2) 02 a 03 vezes; 3)04 a 05 vezes; 04) todos os dias

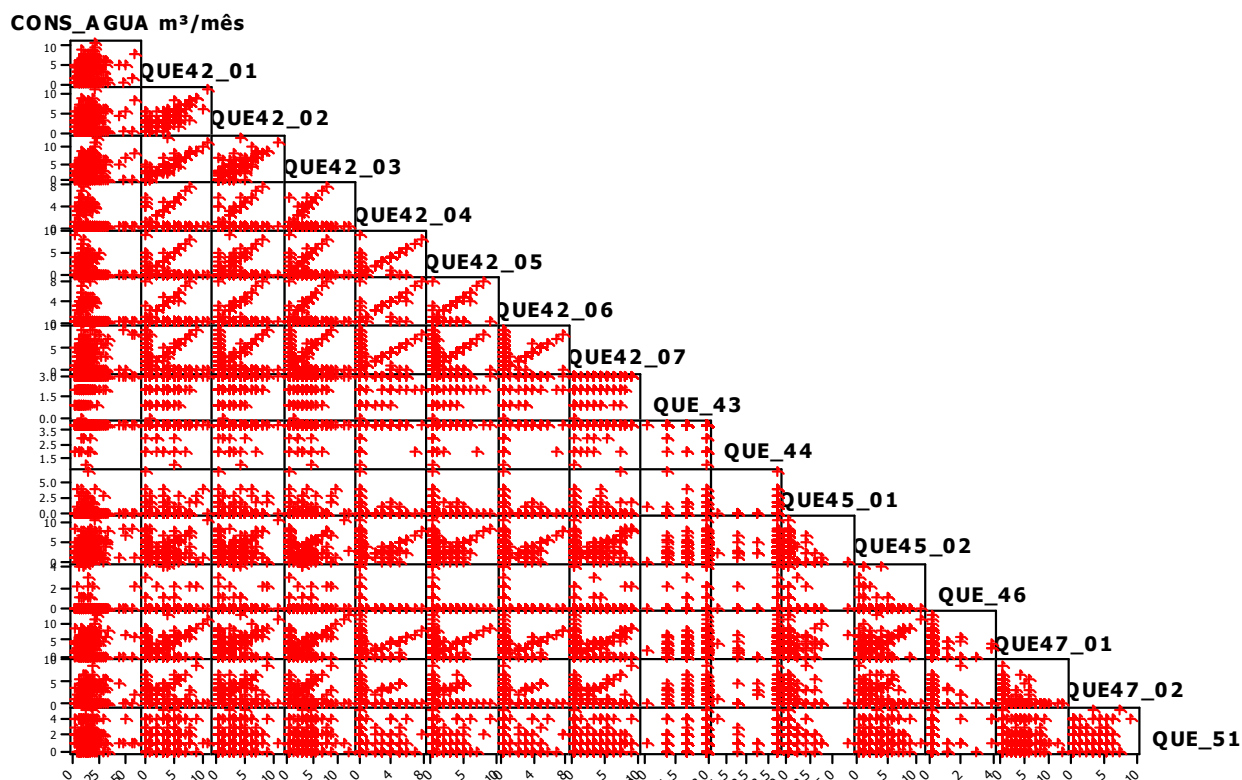


Figura 17 : Matriz de Correlação entre as questões 42 a 47, 51 e o consumo.

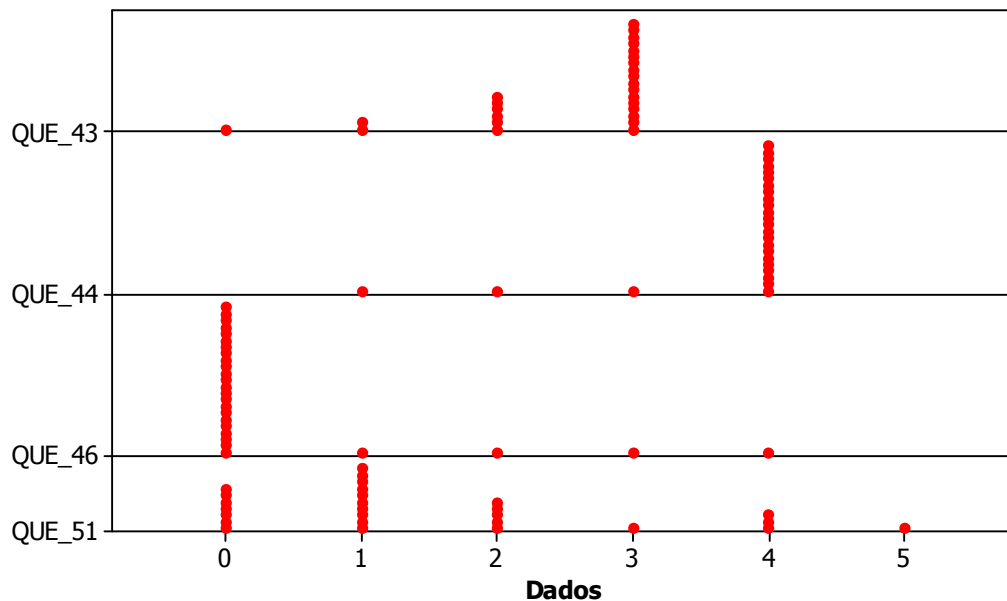


Os valores das correlações significativas das questões sobre os hábitos dos moradores na cozinha estão apresentados na Tabela 19. Verifica-se que 08 questões das 15 analisadas possuem correlação significativa com o consumo de água.

**Tabela 19** : Correlações de Person (p valor) entre os dados dos hábitos da família na cozinha e o consumo de água.

Questões	Correlação com o consumo	p-valor
QUE42_01	0.206	0.000
QUE42_02	0.202	0.000
QUE42_03	0.209	0.000
QUE42_04	-0.103	0.044
QUE42_05	-0.095	0.066
QUE42_06	-0.082	0.113
QUE42_07	0.137	0.008
QUE_43	0.178	0.001
QUE_44	0.065	0.207
QUE45_01	0.014	0.791
QUE45_02	0.218	0.000
QUE_46	0.037	0.473
QUE47_01	0.023	0.658
QUE47_02	0.218	0.000
QUE_51	0.043	0.401

Na análise das questões sobre o número de pessoas que apenas tomam café da manhã (QUE 42\_01), almoçam (QUE 42\_02) ou jantam (QUE 42\_03), identifica-se que estas apresentam correlação com o consumo. Quando estas questões são agrupadas, apenas a QUE 42\_07 (café, almoço e jantar) apresenta alguma correlação. A frequência com que se lava louça em um dia também apresenta correlação com o consumo, no entanto, as informações sobre quantas vezes se lavam louça na semana não teve o mesmo resultado. Conforme pode ser visto na Figura 18 (QUE\_43) a população em sua maioria lava a louça todos os dias, pelo menos 03 vezes ao dia, o que justifica os valores de correlação encontrados.



Cada símbolo representa 16 observações

**Figura 18:** Diagrama de pontos dos dados referentes às questões 43, 44, 46 e 51.

A maioria das pessoas informou que não deixa a torneira aberta durante todo o tempo em que lava a louça, por isso, estes dados apresentaram correlação com o consumo. Nesta mesma lógica, encontra-se a informação sobre água de beber, onde o número de pessoas que bebem água mineral apresentou a correlação com o consumo. Estas informações podem parecer contraditórias, pois cada uma delas deveria ser inversamente proporcional ao consumo, no entanto, se levarmos em conta que estão relacionadas com o número de pessoas, entende-se os motivos pelo qual a correlação foi positiva.

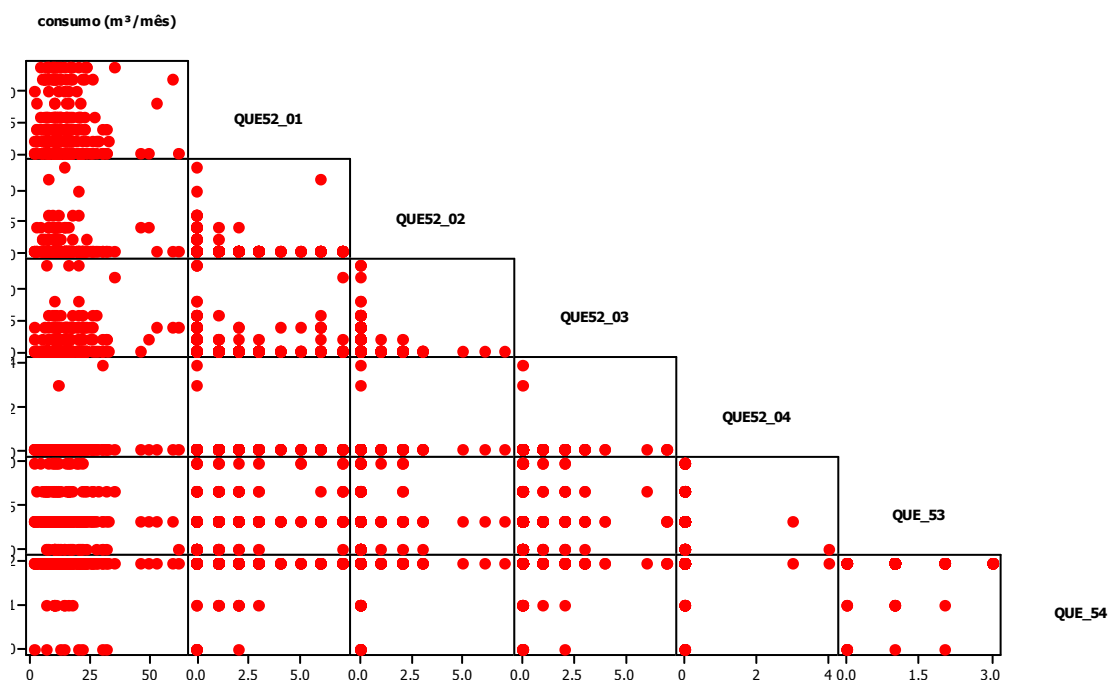
As questões sobre o uso de máquina de lavar louça (QUE\_ 46) e número de vezes que lava a cozinha (QUE\_51) não apresentaram correlação com o consumo. Pela pouca representatividade das informações sobre a lavagem dos ambientes sugere-se a questão 51 seja retirada do questionário para elaboração de novas pesquisas.

### 5.1.2.5 Tópico V.3 – Hábitos da Família na Área de Serviço e o Impacto no Consumo

As perguntas a seguir foram elaboradas com o intuito de se avaliar o comportamento das famílias ao usar a água na área de serviço:

**Quadro 19** : Questões do tópico V.3 a serem correlacionadas.

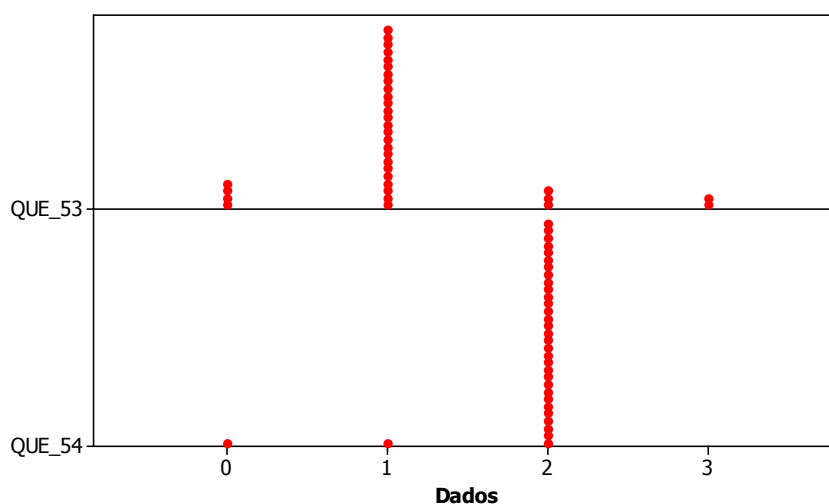
SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-52	Número de dias que se lava a roupa usando: 1) tanque; 2) baldes/bacias; 3) máquina de lavar; 4) outros
QUE -53	Número de vezes que se lava roupa em um dia: 0) não se aplica; 1) 01 vez/dia; 2) 02 vezes/dia; 3) 03 vezes ou mais
QUE-54	As pessoas da residência costumam deixar a torneira aberta todo o tempo em que lavam a roupa no tanque? 1) sim; 2) não.



**Figura 19:** Matriz de Correlação entre as questões 52, 53 e 54 e o consumo.

Com a análise de correlação entre as questões relacionadas com o uso da água na área de serviço, verifica-se que a única correlação significativa encontrada

(0,25) foi a informação do número de dias que se lava a roupa na semana utilizando-se a máquina de lavar (QUE52\_03). Este resultado está coerente com as informações sobre a correlação encontrada entre o consumo de água e número de lavadora de roupas da amostra estudada.



Cada símbolo representa 12 observações

**Figura 20:** Gráfico de frequência dos dados referentes às questões 53 e 54.

Cerca de 70% dos pesquisados informaram que lavam a roupa apenas uma vez por dia e que não costumam deixar a torneira aberta durante todo o tempo em que lavam a roupa.

#### 5.1.2.6 Tópico V.4 – Hábitos da Família na Área Externa ao Domicílio e o Impacto no Consumo

As perguntas do Quadro 20 foram elaboradas com o intuito de avaliar o comportamento das famílias ao usar a água na área externa da casa:

**Quadro 20: Questões do tópico V.4 a serem correlacionadas.**

SIGLA	DESCRIÇÃO
QUE-58	Área irrigada: 0) não se aplica; 1) jardineira; 2) jardim pequeno – até 20 m <sup>2</sup> ; 3) jardim grande – acima de 20 m <sup>2</sup> ; 4) horta/pomar
QUE -59	Número de vezes que se rega o jardim na semana com os seguintes equipamentos: 1) aspersor; 2) regador; 3) mangueira; 4) outro
QUE-60	Piscina 0) não se aplica; 1) pequena (até 5 m <sup>3</sup> ); 2) média (5 a 10 m <sup>3</sup> ); 1) 3 grande (acima de 10 m <sup>3</sup> ).
QUE-63	Como é feita a limpeza de carros, motos, bicicletas ou calçadas: 0) não se aplica; 1) mangueira; 2) balde; 3) outro
QUE-64	As pessoas na residência costumam deixar a torneira aberta todo o tempo em que lavam os carros, motos, bicicletas ou calçadas: 0) sim; 1) não
QUE-65	Quantidade de animais existentes nas residências: 0) não se aplica; 1) cachorro; 2) gato; 3) peixe; 4) outro.

Com a análise de correlação entre as questões relacionadas com o uso da água na área externa da casa, verifica-se que nenhuma das questões tem correlação com o consumo de água.

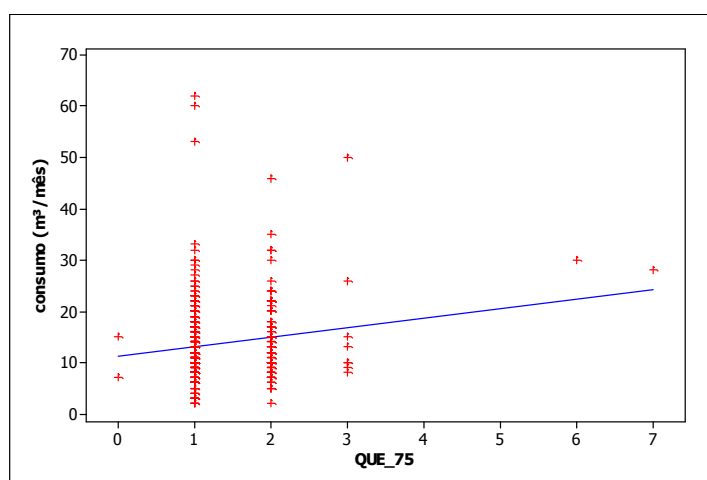
Apesar da pouca representatividade destas questões na população estudada estes dados são considerados importantes para a caracterização do consumo nas residências.

#### 5.1.2.7 Tópico V.5- Renda da Família e o Impacto no Consumo

A pergunta QUE-75, apresentada no Quadro 21, foi elaborada com o intuito de se ter dados sobre a renda das famílias pesquisadas. Ao analisar o índice de correlação entre o consumo e a renda das famílias, observa-se que existe, apesar de baixa, uma correlação direta entre estas duas questões (Figura 21).

**Quadro 21: Questões do tópico V.5 a serem correlacionadas.**

SIGLA	DESCRIÇÃO	Correlação com o consumo	p-valor
QUE -75	Renda da família: 1) 0 a 5 SM; 2) 6 a 10 SM; 3) 11 a 20 SM; 4) 21 a 50 SM; 5) outro	0,152	0,003



**Figura 21:** Correlação entre a renda da família e o consumo (QUE\_75).

Uma correlação entre o consumo *per capita* e a renda *per capita* seria a melhor forma de avaliar a interação entre estes dois parâmetros, contudo, nesta pesquisa isto não foi possível, pois, como foi estabelecido faixas de renda no questionário impossibilitou a identificação da renda *per capita*. Em futuras pesquisas é recomendável que se colete a informação da renda de cada família individualmente ao invés de se estabelecer faixas de renda.

### 5.1.3 Discussão

A pesquisa de opinião, mostrou que a população estudada é, em sua maioria, de classe média-baixa e consumo considerado igualmente médio-baixo a baixo. Em torno de 70% dos entrevistados informaram possuir algum conhecimento sobre o tema reuso de água e o uso da água de chuva, mas cerca de 30%, ainda nada sabem sobre estes temas.

Também observou-se que a população está disposta a economizar, não necessariamente para a conservação dos recursos naturais, mas principalmente pela escassez hídrica da região e economia de recursos financeiros.

A maioria dos entrevistados informou que fariam o reuso da água ou o uso da água de chuva em sua residência. Em relação ao reuso, a fonte mais aceita é o

efluente da lavagem de roupa, que, segundo os entrevistados, poderia ser utilizado para a limpeza da calçada e descarga de vaso sanitário.

Em relação às características das residências, a maior parte das casas pesquisadas possui um pavimento, três quartos, um banheiro e uma cozinha. Vale ressaltar que apesar da baixa renda verificada, cerca de 30% dos entrevistados possui pelo menos uma máquina de lavar. Quanto ao equipamento mais utilizado nas residências dos entrevistados é o chuveiro com água fria. Verifica-se pequena utilização da ducha higiênica nas residências pesquisadas.

Os produtos de higiene e uso pessoal utilizados no banheiro pela maioria dos entrevistados são: sabonete, shampoo, pasta de dente e condicionador.

Balde com água e produtos de limpeza são os itens mais comuns utilizados para a limpeza da casa. Os produtos de limpeza costumeiramente utilizados são: desinfetante, água sanitária, sabão em pó e detergente. A preferência dos entrevistados em relação a produtos de limpeza está relacionada ao preço e a maioria não se preocupa em usar a quantidade de produto sugerida no rótulo.

Com o resultado da avaliação do questionário, identificou-se que a maioria das questões apresentadas nele (Apêndice A) mostrou-se adequada aos objetivos propostos pela pesquisa em relação aos usos e costumes e associação destas informações com o consumo de água. Das 109 avaliações dos itens do questionário realizadas, 41 (37%) apresentaram correlação com o consumo. As maiores correlações encontradas em relação ao consumo estão apresentadas na Tabela 20, que segue.

**Tabela 20:** Maiores correlações encontradas entre as questões analisadas e o consumo (p-valor < 0,05).

Questões	Questão	Correlação com o consumo
QUE_21	Número de dormitórios	0,484
QUE12	Número de moradores na residência	0,419
QUE13_03, 04, 06, 09, 10 e 11	Número de moradores que estão presentes na casa: 3)seg-sex noite (18 às 22 hs; 4) seg-sex madr.(22 às 05 hs); 8) sábado manhã; 9) sábado tarde; 10) sábado noite; 11) domingo	0,309 0,391 0,261 0,273 0,258 0,238
QUE_19	Número de banheiros	0,385

QUE35_02	Número de pessoas que costumam lavar as mãos em casa: 2) depois de ir ao vaso;	0,333
QUE37_01	Número de pessoas que dão descarga no vaso sanitário: 1) depois de ir ao vaso;	0,313
QUE32_02	Número de pessoas que costumam deixar ou não a torneira aberta todo o tempo em que usam a pia do banheiro: 2) não deixa aberta.	0,310
QUE22_06	Número de equipamentos existentes na residência: 6) chuveiro c/ água natural;	0,285
QUE22_05	Número de equipamentos existentes na residência: 5) torneira do lavatório;	0,277
QUE31_03	Número de pessoas que escovam os dentes em casa: 3) 03 vezes ou mais por dia	0,269

Em relação às correlações apresentadas na questão 13 (número de moradores por turno nas residências), podem ser justificadas pelo fato de todas elas estarem relacionadas com o número de pessoas presentes na residência, que é considerado um fator relevante para se estimar o consumo de água. Entre os períodos estudados o maior valor de correlação foi entre o consumo e a quantidade de pessoas presentes à noite. A correlação existente entre a quantidade de pessoas no final de semana e o consumo foi significativa, principalmente na avaliação da permanência aos sábados.

Apesar da correlação entre o consumo e a quantidade de pessoas presentes durante o dia não ter sido tão significativa quanto à noite devido ao número de pessoas presente neste horário, deve-se levar em conta que, durante o dia, atividades podem estar sendo realizadas por apenas uma pessoa, tais como, lavagem de pratos e roupas, refletindo significativamente nos valores do consumo. Os moradores que não estão presentes na residência, demandam indiretamente um consumo através de atividades realizadas por outras pessoas. As mulheres que representam a maioria dos moradores, cerca de 55% do universo pesquisado, são as principais responsáveis pelas atividades para manutenção do lar, por isso, estima-se que um trabalho de conscientização para conservação e reutilização de água nesta população seria bastante efetiva.

Através da análise do gráfico resultante do modelo da correlação entre o consumo e o número de moradores, identificou-se que o coeficiente linear da reta não é zero, sendo assim, estima-se que existe perdas de água no sistema. Apesar



desta constatação, maiores estudos seriam necessários para comprovar esta teoria. Este gráfico também demonstra que ao considerarmos um valor médio de consumo diário por pessoa de 140 l/dia, residências com 05 moradores teriam um potencial de redução no seu consumo para, pelo menos, 20 m<sup>3</sup>/mês. Em algumas residências a economia poderia ser até de 30%.

Com as análises de correlações realizadas foi identificado que algumas questões apresentadas poderiam ser descartadas por serem repetitivas, ou mesmo, sem representatividade em relação aos objetivos do estudo. São elas: quantidade de torneira de lavatório, chuveiro e vaso sanitário; número de vezes que se lava o banheiro na semana (questão 41); informações sobre a lavagem dos ambientes - questão 51 e 57.

## **5.2 CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DO EFLUENTE**

Como resultado das análises é apresentado um levantamento dos valores dos diversos parâmetros encontrados no estudo de qualidade dos efluentes secundários, contudo, foi verificada uma grande variedade de valores em determinados parâmetros, identificando-se faixas de qualidade por equipamento. Isto reforça a tese de que estas características são muito particulares, variando conforme os usos e costumes dos consumidores. A seguir são apresentados os valores encontrados por cada parâmetro analisado e as suas faixas de variação.

### **5.2.1 Análise dos Parâmetros Químicos**

#### **5.2.1.1 Nitrogênio**

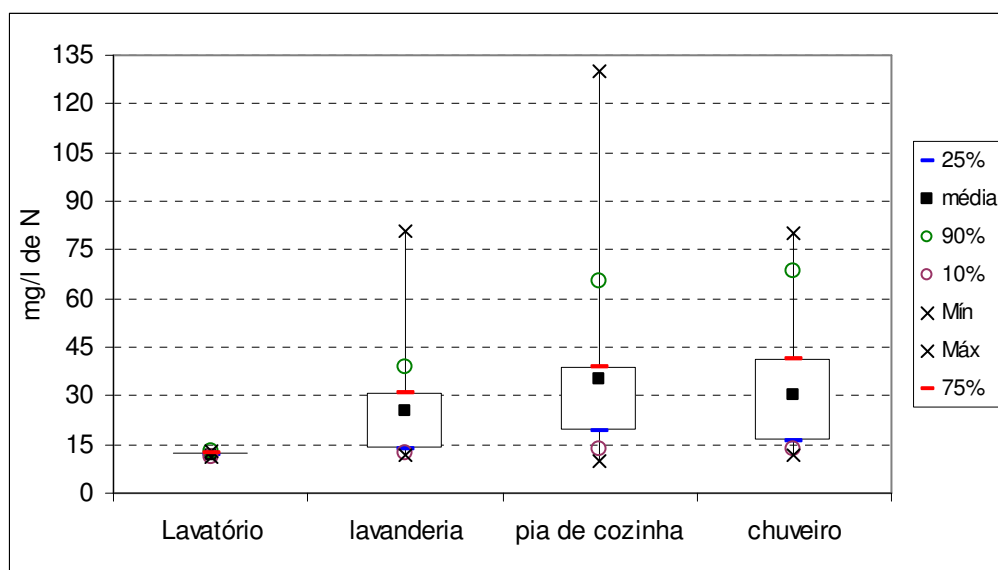
O nitrogênio (N) é encontrado em compostos orgânicos e participa na formação de proteínas, um dos componentes básicos da biomassa (ESTEVES, 1988 *apud* SIMONASSI, 2001). O nitrogênio amoniacal e orgânico são predominantes nos efluentes de esgotos, por isso, ele é empregado como indicador de poluição de corpos d'água por esgotos domésticos (CETESB, 2007). O uso de produtos farmacêuticos, loções, cosméticos, substâncias usadas na limpeza dos dentes, detergentes e material de limpeza contribui com a concentração de nitrogênio no efluente doméstico. Para fabricação destes produtos é utilizada a amônia que é o nome químico da substância composta por um átomo de nitrogênio e três de hidrogênio:  $\text{NH}_3$ . A amônia é aplicada diretamente ou através dos seus compostos como veículo do nitrogênio (PPCI, 2007).

Segundo Soares (2005), o reúso do esgoto doméstico tratado poderá implicar em uma diminuição do uso de fertilizantes comerciais, pois, por conter nitrogênio, é considerado um fertilizante natural que proporciona benefícios para as plantas. No entanto, é recomendado fazer o uso eficiente deste recurso através do adequado gerenciamento das importantes fontes de nitrogênio para irrigação (Asano et al., 1986; Montiel et al., 1995 *apud* Soares, 2005), pois, caso o nitrogênio não seja completamente assimilado pelas plantas, poderá ocorrer percolação da quantidade

excedente através solo até as fontes de água potável (Kandiah, 1985; Broadbent e Reisenaver, 1986 *apud* Soares, 2005).

Os riscos associados à contaminação da água pelo excesso de nitrogênio lançado no solo são: eutrofização de águas de superfície e problemas de saúde pública (Hynes, 1963; Hooper, 1969; Hill, 1991 *apud* Soares, 2005). Por esta razão, estima-se que altas concentrações de nitrogênio seja fator limitante para o reúso de efluentes na agricultura. Devido à importância do nitrogênio nesta prática, a identificação de suas concentrações nos diversos efluentes gerados pelas residências faz-se necessário.

As plantas forrageiras se desenvolvem muito bem com a adubação nitrogenada podendo responder a doses de até 1800 kg/ha/ano de nitrogênio, como no caso de gramíneas tropicais, no entanto, estas respostas ocorrem de forma diferenciada a depender da espécie da planta (Chandler, 1973 *apud* Rodrigues et al, 2003).



**Gráfico 4:** Concentração de nitrogênio por equipamento hidráulico (mg/l de N).

**Tabela 21:** Análise estatística da concentração de nitrogênio por equipamento (mg/l de N).

Estadística	Lavatório	lavanderia	pia de cozinha	chuveiro
Desvio Padrão	1.41	15.57	27.37	23.36
Média	12.00	25.17	34.84	30.00
Mínimo	11.00	12.00	10.00	12.00
Máximo	13.00	81.00	130.00	80.00
Coef. de variação	0.12	0.62	0.79	0.78

Como pode ser observado no gráfico 4 e na tabela 21, os maiores valores de concentração de nitrogênio foram encontrados no efluente da pia de cozinha. Os resultados das análises das concentrações dos efluentes da lavanderia e do chuveiro são bastante semelhantes, no entanto, deve-se levar em consideração que 12 (doze) amostras dos efluentes provenientes dos chuveiros apresentaram valores abaixo do limite de detecção (LMD) e os da lavanderia foram apenas 06 (seis).

Alguns resultados das análises das amostras do lavatório e do chuveiro da residência nº 05 foram desconsiderados na análise estatística, pois os valores apresentados se mostraram atípicos em comparação com as outras residências pesquisadas. Estes efluentes eram descritos pelos pesquisadores de campo como de cor leitosa e consistência diferente das amostras coletadas nas outras residências. Com base nestas informações estima-se que substâncias pouco usuais foram lançadas nestes efluentes através de banhos e limpeza.

Os efluentes dos lavatórios analisados apresentam em sua maioria valores abaixo do LMD. O método utilizado para análise do nitrogênio possui um LMD de 10 mg/litro. As médias foram calculadas excluindo os dados com valores abaixo do LMD.

É recomendável que em pesquisas futuras se utilize outros métodos com limites de detecção menores a fim de se obter informações mais detalhadas sobre os efluentes estudados.

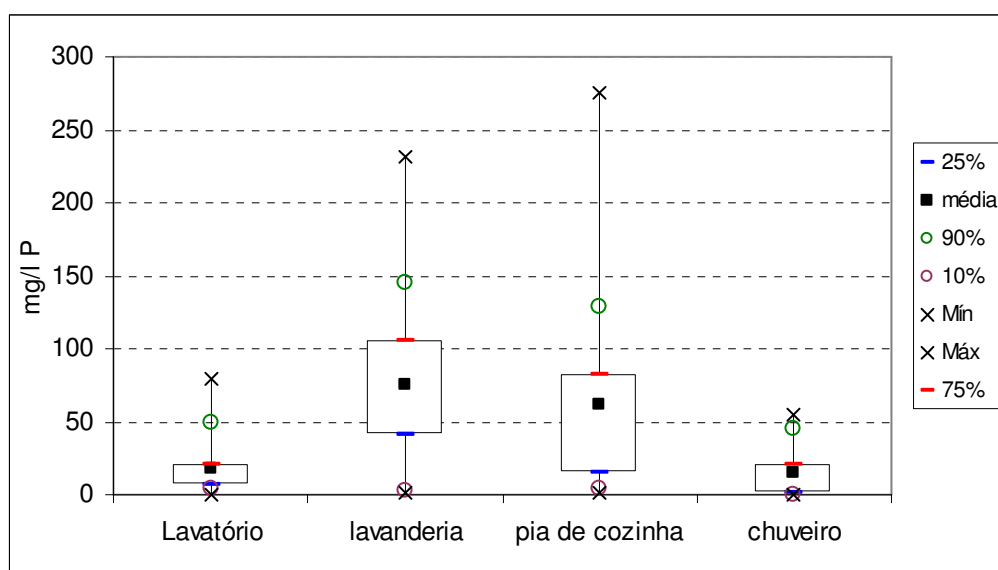
#### 5.2.1.2 Fósforo

Os detergentes superfosfatados e a matéria fecal rica em proteínas dão origem ao fósforo existente em esgotos domésticos (CETESB, 2003). O excesso de fósforo lançado é responsável pela eutrofização dos corpos d'água. A eutrofização é o crescimento excessivo das plantas aquáticas, tanto planctônicas quanto aderidas, a níveis tais que sejam considerados como causadores de interferências com os usos desejáveis do corpo d'água (Thomann e Mueller, 1987 *apud* Von Sperling, 1996). Essas plantas aquáticas tem o potencial de liberar grande quantidade de toxinas prejudiciais a saúde humana. Por conta disso, o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) publicou uma resolução em abril de 2005

com normas para redução do teor de fósforo em detergentes em pó visando à diminuição da carga de fósforo nos rios e lagos brasileiros.

Devido à baixa concentração e a sua grande interação com o solo, o fósforo é o nutriente mais usado no Brasil para adubação, no entanto, é o menos requerido pelas plantas (Faquim, 1994 *apud* Rodrigues et al, 2004). A presença de solos pobres em fósforo disponíveis para os vegetais se traduz na baixa produção (AGUIAR, 2005). Essa situação é acentuada em períodos de estiagem. Além de prejudicial à planta, a pouca quantidade de fósforo em forragens faz com que os animais que pastam no local fiquem com baixo peso e doentes (EMBRAPA, 2007).

Aproveitar o fósforo proveniente dos esgotos doméstico para fins agrícolas é uma excelente oportunidade de minimização da poluição dos rios através da irrigação com efluentes em substituição aos fertilizantes comerciais.



**Gráfico 5:** Concentração de fósforo por equipamento hidráulico (mg/l P).

Os detergentes em pó possuem teores maiores de fósforo que os demais produtos de limpeza, por isso, as maiores concentrações são encontradas na lavanderia e na pia de cozinha. Nestes produtos o fósforo está presente como STPP (tripolifosfato de sódio) e tem a função de facilitar e aumentar a eficiência no processo de limpeza (ABIPLA, 2007).

**Tabela 22:** Análise estatística da concentração de fósforo por equipamento (mg/l P).

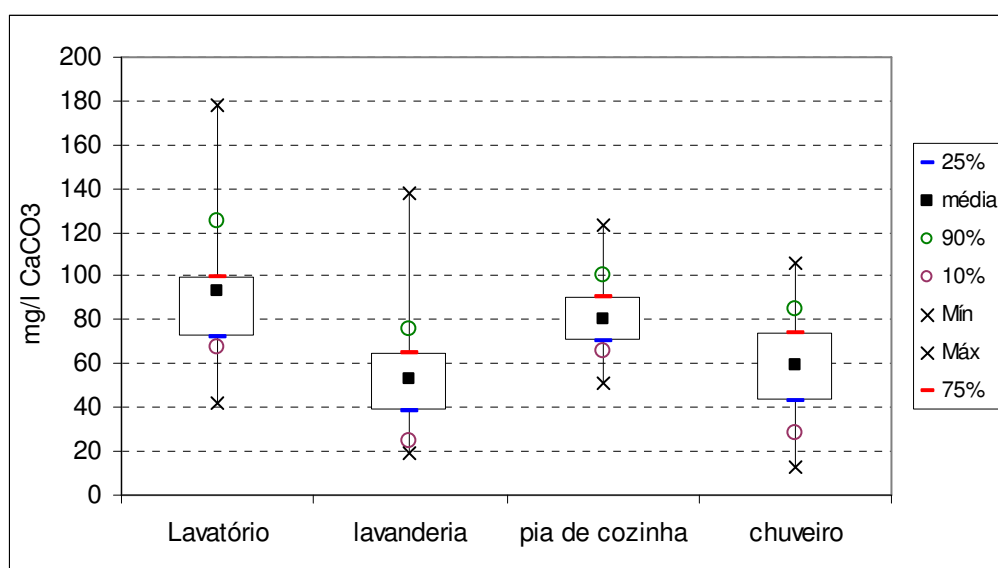
<b>Estatística</b>	<b>Lavatório</b>	<b>lavanderia</b>	<b>pia de cozinha</b>	<b>Chuveiro</b>
Desvio padrão	19.04	61.27	59.62	16.74
Média	17.99	75.72	61.81	15.11
Mínimo	0.40	1.70	1.70	0.00
Máximo	80.00	231.00	275.00	55.00
Coef. Var	1.06	0.81	0.96	1.11

### 5.2.1.3 Dureza, Magnésio e Cálcio

A dureza da água é medida pelo seu conteúdo de cálcio e magnésio. Este conteúdo consiste de níveis de íons de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) sob a forma de carbonatos (COTTON et al., 1968 apud Savoy et al, 2004). De acordo com Sawyer et al (1994) as concentrações de cálcio e magnésio permitem classificar a água em: Água mole (dureza menor que 50 mg/l em CaCO<sub>3</sub>); Água moderada (dureza entre 50 e 150 mg/l em CaCO<sub>3</sub>); Água dura (entre 150 e 300 mg/l em CaCO<sub>3</sub>); Água muito dura (maior que 300 mg/l em CaCO<sub>3</sub>).

Foi identificado em estudos feitos em várias regiões do mundo que existe uma correlação inversa entre a dureza das águas e doenças cardiovasculares. Estima-se que o parâmetro que define esta relação é o magnésio, pois, nos tecidos cardíacos de pacientes mortos por enfarto, foram encontrados valores estatisticamente menores deste elemento que em pacientes mortos por outras causas. No entanto, outros fatores podem ser responsáveis por esta correlação, tais como, a relação Mg/Ca e/ou a existência de elementos benéficos em águas duras, em relação a águas leves (CORTECCI, 2001). Por esta razão, a *Food Standard Agency* do Reino Unido (2006) apresentou uma proposta onde estabelece que a dureza mínima da água de beber deverá ser de 60 mg/l.

Águas com dureza elevada precipitam tensoativos de sódio e potássio dificultando as operações de lavagem. Estima-se que 10 mg/l de CaCO<sub>3</sub> fazem com que haja um desperdício de 190 gramas de sabão puro por cada metro cúbico de água. As fórmulas dos limpadores empregam uma grande variedade de eletrólitos que agem na eficiência da limpeza, diminuindo a dureza da água com o aumento da alcalinidade (Lyondell Chemical, 2007).



**Gráfico 6:** Valores da dureza por equipamento hidráulico (mg/l CaCO<sub>3</sub>).

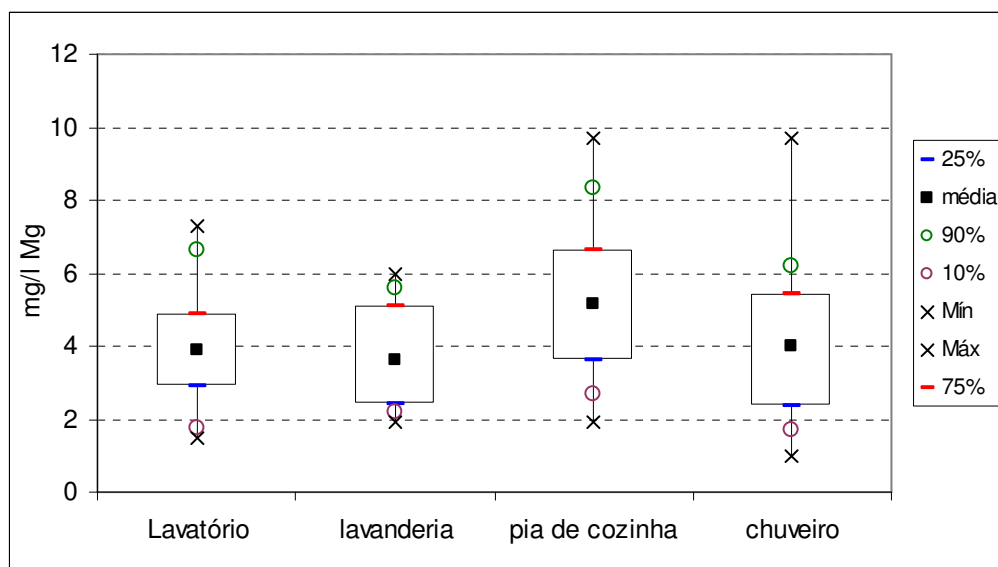
Com as análises, identificou-se que o efluente do lavatório pode ser classificado com dureza moderada, tendo algumas amostras com valores de água dura. Os efluentes da lavanderia da pia de cozinha e do chuveiro também estão no patamar de moderada dureza, tendo alguns valores de água mole.

A dureza da água pode causar problemas em tubulações para irrigação com água de reúso tais como: incrustações, corrosão e entupimentos. No entanto, os valores apresentados indicam que os efluentes encontrados não oferecem este risco, pois, segundo Pitts et al. (1990), quando a dureza é menor que 150 mg/l em CaCO<sub>3</sub> é classificada em água com baixo risco de entupimento, médio para valores maiores que 150, menores que 300 e alto para valores acima de 300.

O efluente com maiores concentrações em CaCO<sub>3</sub> foi o do lavatório, onde também apresenta-se o máximo valor encontrado nas análises. Todas as amostras demonstraram uma dureza moderada.

**Tabela 23:** Análise estatística da dureza por equipamento (mg/l CaCO<sub>3</sub>).

<b>Estatística</b>	<b>Lavatório</b>	<b>lavanderia</b>	<b>pia de cozinha</b>	<b>Chuveiro</b>
Desvio padrão	27.49	25.19	15.96	23.95
Média	93.03	53.27	80.73	59.44
Mínimo	42.00	19.00	51.00	13.00
Máximo	178.00	138.00	123.00	106.00
Coef. Var	0.30	0.47	0.20	0.40



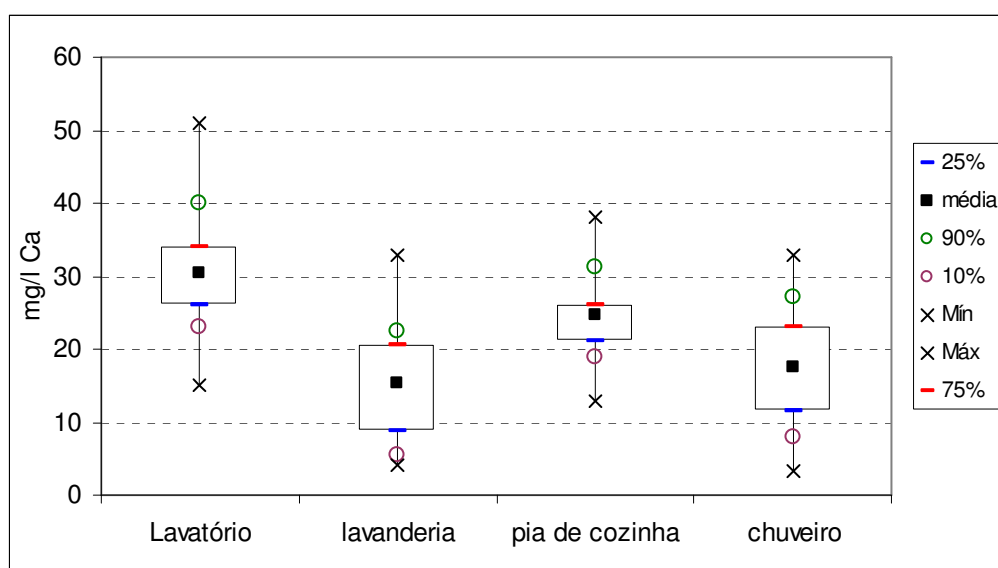
**Gráfico 7:** Concentração de magnésio por equipamento hidráulico (mg/l Mg).

O Sulfato de magnésio é um dos componentes na fórmula de alguns produtos de limpeza. As concentrações encontradas nos efluentes por equipamento se apresentam bastante equilibradas, sendo que, nos dados do efluente da pia de cozinha é apresentado o máximo valor encontrado (ver gráfico 7).

O crescimento das plantas pode ser afetado por efeitos tóxicos causados pelos íons carbonatos e bicarbonatos. Acredita-se que os efeitos tóxicos não são provenientes da absorção direta dos íons carbonatos e bicarbonato pelas plantas, mas sim pelo aumento do Ph na solução do solo, prejudicando a absorção de elementos essenciais pelas raízes e reduzindo a disponibilidade de micronutriente para a planta (Whipker et al., 1996 *apud* Maia et al., 2001). Após um período de 5 a 7 anos de irrigação com água de reúso, poderá ocorrer um processo de cimentação do solo provocado pela acumulação de carbonato, principalmente de cálcio, pela água de irrigação. Este acúmulo dificulta a chegada da água de irrigação até as raízes (Babcock & Egorov, 1973 *apud* Maia et al., 2001).

Produtos como sabonete e pasta de dente contêm cálcio em sua formulação, estima-se que por este motivo maiores concentrações foram encontradas nos efluentes dos lavatórios dos banheiros (ver gráfico 8).





**Gráfico 8:** Concentração de cálcio por equipamento hidráulico (mg/l Ca).

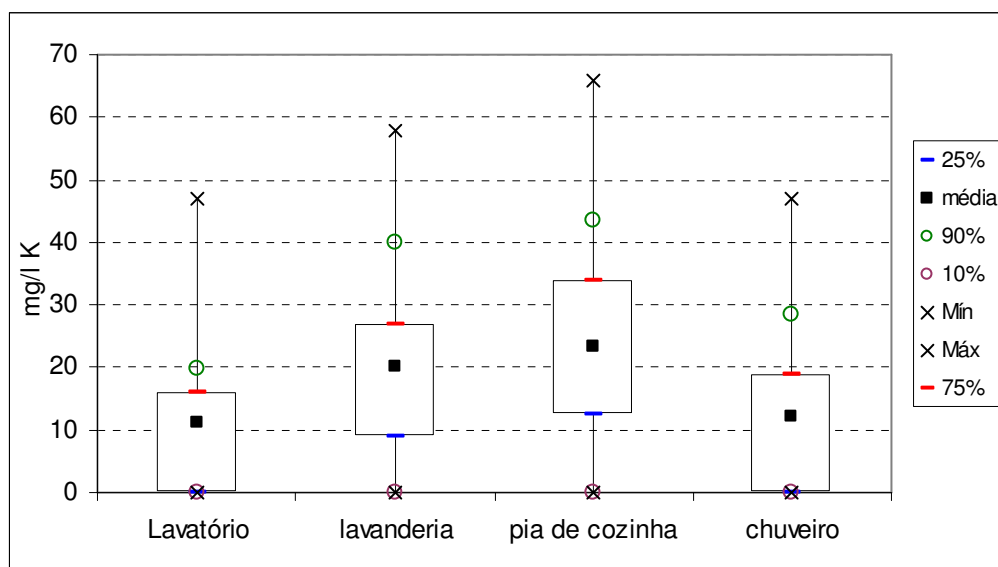
O balanço ideal de cátions no complexo de troca deve estar ocupado por 65% de  $\text{Ca}^{2+}$ , 10% de  $\text{Mg}^{2+}$ , 5% de  $\text{K}^{+}$  e 20% de  $\text{H}^{+}$ , perfazendo uma saturação igual a 80%. Esta proporção variará a depender do tipo de cultura, solo e do nível de saturação por bases (Bear & Toth, 1948 *apud* Oliveira et al., 2001).

#### 5.2.1.4 Potássio

Os sais de potássio (K) são largamente utilizados na agricultura como fertilizantes por serem imprescindíveis para o crescimento das plantas. A sua disponibilidade no solo e a absorção pelas plantas parecem estar relacionadas com a disponibilidade dos cátions divalentes, Ca e Mg, dominantes do complexo de troca (Oliveira et al., 2001).

A elevada demanda de potássio na agricultura é justificada por este ser o segundo nutriente mais absorvido pelas plantas. O Brasil possui poucas jazidas de minério de potássio (rocha com alta concentração do nutriente) e somente uma é explorada comercialmente. Por esta razão, o Brasil importa cerca de 90% do fertilizante potássico, consumido, principalmente na forma de cloreto de potássio. Em 2003 foram produzidas, no país, 390,3 mil toneladas de K, correspondendo a apenas 10% da demanda nacional (CASTELÕES, 2006).

O hidróxido de potássio é utilizado como reagente industrial no fabrico de sabões líquidos (NAUTILUS, 2005).



**Gráfico 9:** Concentração de potássio por equipamento hidráulico (mg/l K).

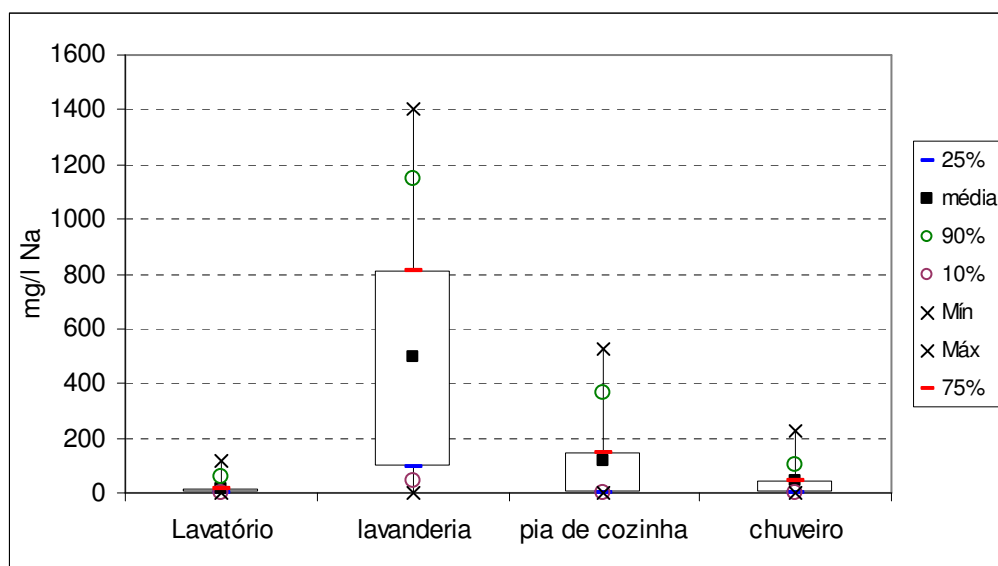
**Tabela 24:** Análise estatística da concentração do potássio por equipamento (mg/l K).

<b>Estatística</b>	<b>Lavatório</b>	<b>Lavanderia</b>	<b>pia de cozinha</b>	<b>Chuveiro</b>
Desvio padrão	11.55	16.32	17.08	12.93
Média	11.11	20.26	23.22	12.22
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	47.00	58.00	66.00	47.00
Coef. Var	1.04	0.81	0.74	1.06

No caso dos efluentes estudados, a concentração de potássio é maior nos da lavanderia e da pia de cozinha. Como na lavanderia a concentração de sódio também é significativa, pode-se estimar que apesar de ter uma significativa concentração de fertilizante potássico, este efluente não é recomendável para irrigação sem um prévio tratamento, contudo, um estudo do RAS (Razão de Adsorção de Sódio) deste efluente é necessário para fazer uma análise mais precisa sobre as propriedades fertilizantes combinadas com o tipo de solo e o tipo de cultura.

### 5.2.1.5 Sódio

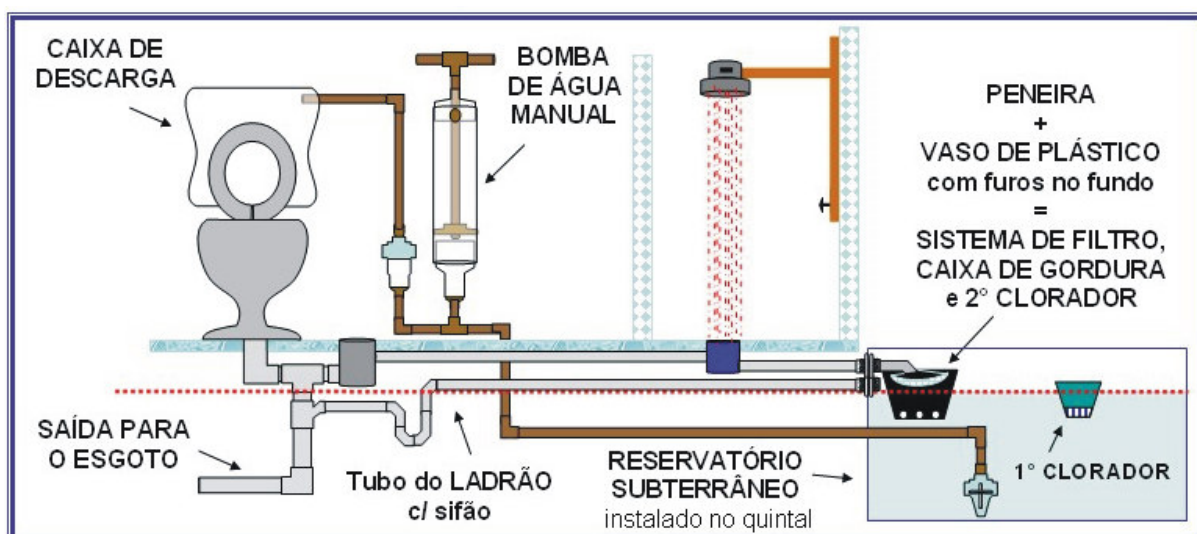
O Sulfato de Sódio e o hipoclorito de sódio (cloro) são utilizados como matéria-prima para a fabricação de produtos de limpeza como detergente em pó e alvejantes. Estes produtos são comumente utilizados para lavagem de roupas, por isso, são encontradas grandes concentrações de sódio nos efluentes gerados por este uso. Os shampoos e sabonetes que contêm sal são feitos a base de lauril éter sulfato de sódio, que em grandes quantidades alteram o teor de sódio dos efluentes de banho (OXITENO, 2007).



**Gráfico 10:** Concentração de sódio por equipamento hidráulico (mg/l Na).

Como se pode observar no Gráfico 10, a maior concentração de sódio foi encontrado no efluente da lavanderia, estando os valores consideravelmente superiores em relação aos outros efluentes. Um estudo do RAS (Razão de Adsorção de Sódio) deste efluente é necessário para fazer uma análise mais precisa sobre o seu adequado emprego na irrigação de culturas, contudo, a alta concentração de sódio da lavagem de roupa não é fator impeditivo para reúso em descargas.

A Figura 22 é um exemplo de aproveitamento de efluentes para descarga em vaso sanitário.



**Figura 22:** Projeto experimental de reúso da água do banho para o vaso sanitário (Desenvolvido pela ONG Sociedade do Sol – [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)).

**Tabela 25:** Análise estatística da concentração de Sódio por equipamento (mg/l Na).

Estatística	Lavatório	Lavanderia	Pia de cozinha	Chuveiro
Desvio padrão	31.16	437.65	150.63	54.01
Média	15.30	497.23	119.50	41.21
Mínimo	0.00	0.00	0.00	0.00
Máximo	115.00	1402.00	529.00	230.00
Coef. Var	2.04	0.88	1.26	1.31

Os critérios de projetos da engenharia sanitária e os da engenharia de irrigação deverão estar bastante afinados para que ao se aplicar os efluentes de reúso no solo, não haja contaminação e saturação através dos nutrientes (Coraucii Filho, 1998 *apud* Mehnert, 2003). Segundo Souza et al. (2000), em uma água de irrigação os principais constituintes a serem analisados são: os sais presentes na água e no solo, que diminuem a disponibilidade da água para a planta; as altas concentrações de sódio ou baixa de cálcio, que fazem diminuir a velocidade de infiltração da água; a toxicidade de íons específicos (sódio, cloreto e boro) e o excesso de nutrientes, além de organismos patogênicos.

A Razão de Adsorção de Sódio (RAS) é uma ferramenta matemática que indica o risco de saturação do solo pelas substâncias constantes no efluente. A

quantidade de sódio prejudicial em um efluente para reúso visando a irrigação é estabelecida em função dos teores conjuntos de Cálcio e Magnésio, pois estes elementos agem no sentido de deslocar o sódio contido no solo, no processo conhecido como troca catiônica (MEIO AMBIENTE, 2007). A relação abaixo, desenvolvida pelo Departamento de Agricultura Norte-americano, é usada para determinar o grau de adsorção de sódio pelo solo:

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}} \quad \text{Equação 6}$$

Nesta equação os constituintes são expressos em miliequivalentes por litro ou mmol/l.

Com os dados das análises de sódio, cálcio e magnésio realizados na pesquisa, foram calculados os valores da RAS de cada efluente estudado para que se pudesse estimar os riscos de contaminação de cada um deles. Para o cálculo da RAS, inicialmente, converteu-se os valores em expressos em ml/l do Sódio, Cálcio e Magnésio para mmol/l. Em seguida foi aplicada a Equação 5 aos valores das concentrações encontradas. As Tabelas 26 e 27 apresentam os resultados do cálculo.

Foram considerados os seguintes limites para a análise do risco de adsorção de sódio dos efluentes:

**Quadro 22:** Análise de Risco de Adsorção de Sódio.

RAS <10	risco baixo
RAS de 10 a 18	risco médio
RAS de 18 a 26	risco forte
RAS >26	risco muito forte

**Tabela 26:** Valores da RAS no lavatório e chuveiro.

Local	Lavatório							Chuveiro						
	1	2	3	4	5	6	Média <sup>11</sup>	1	2	3	4	5	6	Média
Residência 1	0.0	0.0	11.0	0.0	2.1	0.0	2.2	0.0	0.0	9.7	5.4	0.0	0.0	2.5
Residência 2	0.0	0.0	0.0	8.9	4.0	0.0	2.0	3.9	0.0	9.4	0.0	14.2	5.2	6.3
Residência 3	0.0	0.0	0.0	7.5	4.9	0.0	1.9	4.9	0.0	0.0	8.3	4.7	0.0	2.9
Residência 4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	-	-	0.0	0.0	5.7	7.3
Residência 5	0.0	2.2	40.8	33.0	25.6	0.0	18.0	2.8	49.4	18.3	2.6	20.2	0.0	17.0

**Tabela 27:** Valores da RAS na pia de cozinha e lavanderia.

Local	Pia da cozinha							Lavanderia						
	1	2	3	4	5	6	Média	1	2	3	4	5	6	Média
Residência 1	8.7	0.0	51.9	2.6	7.5	0.0	12.4	8.6	9.3	124.9	82.4	16.3	0.0	42.4
Residência 2	17.0	7.1	30.4	25.0	11.8	34.6	21.3	81.4	32.0	119.6	116.5	91.4	49.4	82.4
Residência 3	4.5	0.0	8.3	9.9	8.4	0.0	5.1	30.0	0.0	0.0	110.7	11.4	42.8	29.8
Residência 4	0.0	5.0	0.0	7.1	0.0	0.0	1.8	104.2	127.5	169.9	213.2	81.6	83.1	126.6
Residência 5	39.5	54.4	11.5	5.1	15.3	0.0	20.3	81.1	11.1	41.1	10.2	52.9	8.8	31.9

Com a análise das graduações encontradas nas tabelas 26 e 27, é observado que o maior risco de adsorção de sódio está no efluente da lavanderia, sendo assim, devido aos valores encontrados, pode-se concluir que este efluente não seria adequado para irrigação sem um prévio tratamento.

O efluente da pia de cozinha apresenta alguns valores com alto risco de adsorção, no entanto, a maioria dos valores é de risco médio a baixo. As residências

<sup>11</sup> Os valores das médias apresentados nas tabelas foram calculados utilizando-se os dados das médias em mmol/l de Na, Ca e Mg na fórmula do RAS.

3 e 4 apresentam todos os valores de RAS da pia de cozinha com risco baixo, indicando que este efluente poderia ser utilizado para irrigação.

Os efluentes dos lavatórios e dos chuveiros foram os que apresentaram os menores valores de RAS indicando que poderiam ser adequados para a irrigação. Na residência nº 5 os valores de RAS são bastante diferentes se comparados às outras residências. Isto já foi observado em análises anteriores, podendo ser justificado pelo uso de materiais de limpeza não usuais.

Os efluentes dos equipamentos poderiam ser misturados para que haja uma compensação de concentrações visando o uso na agricultura, sendo assim, um efluente da pia de cozinha que tenha um RAS alto poderia ser misturado com o do lavatório em doses controladas. Seria recomendável que o efluente proveniente desta mistura fosse novamente analisado para que se estabeleça a proporção correta de cada efluente.

Apesar de ser importante, esta relação não expressa totalmente a realidade sobre os prejuízos causados pelo uso de águas com altas concentrações de sais na irrigação. Este uso poderá ser prejudicial mesmo que a RAS seja baixa, pois interfere no processo osmótico tanto das plantas como dos solos.

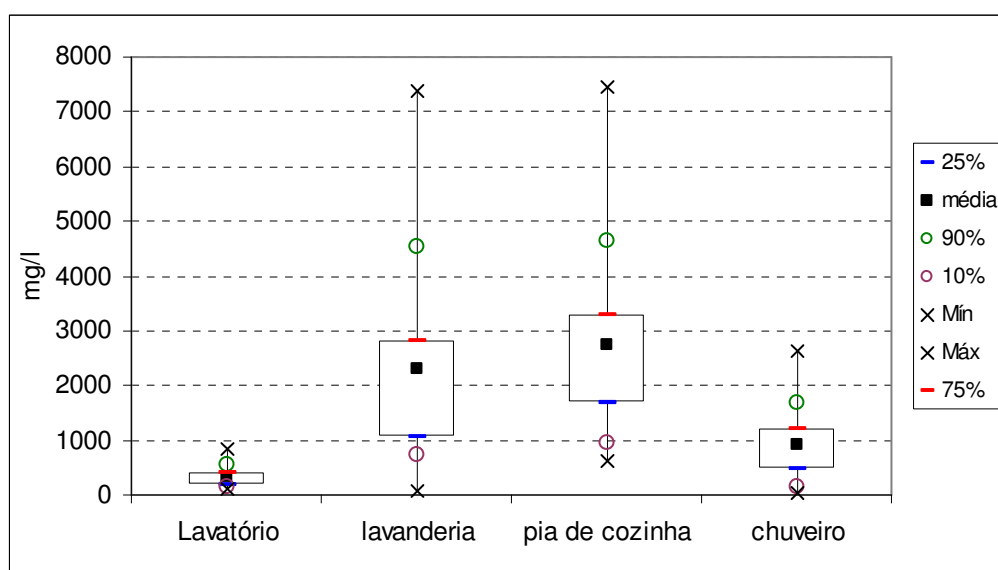
A análise da forma mais adequada para aproveitamento de efluentes na agricultura deverá levar em consideração o tipo de solo e o tipo de cultura. Os solos no semi-árido possuem uma maior tendência à salinização, desta forma, deve-se ter um maior cuidado em irrigação com efluentes não tratados.

#### 5.2.1.6 DQO

Graner et al. (1998) em seu artigo intitulado: “Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons crômio(III) e dicromato” define DQO como um parâmetro que diz respeito à quantidade de oxigênio consumido por materiais e por substâncias orgânicas e minerais, que se oxidam sob condições definidas. O autor também informa nesse artigo que a definição da concentração deste parâmetro é importante na análise de águas, pois estima o potencial poluidor dos esgotos domésticos e efluentes industriais.

A Proposta e Resolução para Reúso na Agricultura (Anexo A), sugere em seu Artigo 9º, que nas situações de utilização de esgoto tratado para fins agrícolas e florestais não há restrição de DBO, DQO e SST, sendo as concentrações dos efluentes uma consequência das técnicas de tratamento que devem ser compatíveis com a qualidade microbiológica definida nesta Resolução. Efluentes com concentrações elevadas desses parâmetros podem favorecer a formação de biofilmes e o entupimento de sistemas de irrigação, por isso, o tratamento é recomendado.

A matéria inorgânica é oriunda principalmente de produtos químicos, sabão e detergentes utilizados para a limpeza das residências. Já as gorduras, óleos e graxas dão origem à matéria orgânica. As concentrações de DQO podem ser maiores que os valores típicos encontrados em esgotos sanitários como se pode observar no Gráfico 11, onde são apresentadas altas concentrações nos efluentes da pia de cozinha e na lavanderia.



**Gráfico 11:** Valores do DQO por equipamento hidráulico (mg/l).

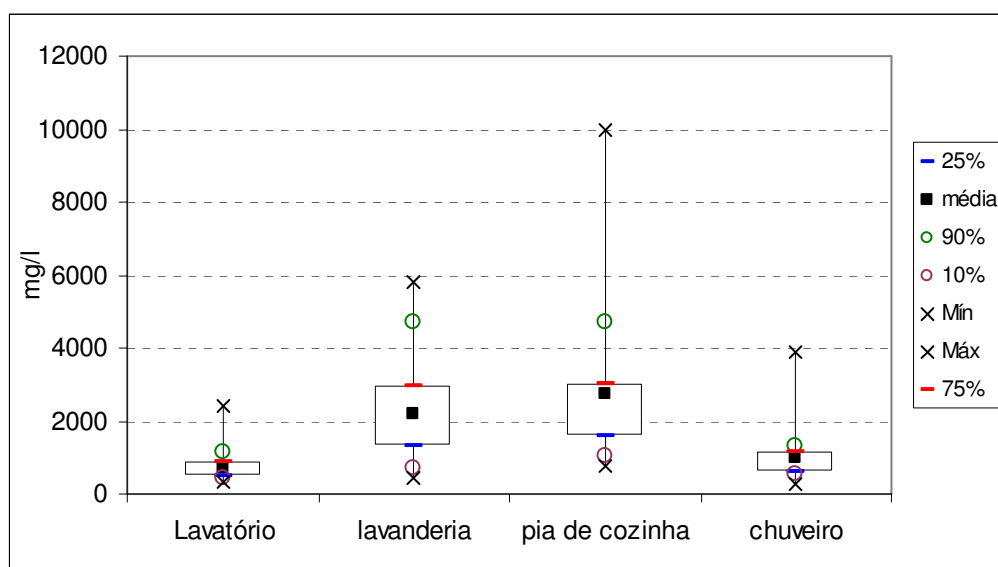
### 5.2.2 Análise dos Parâmetros Físicos

Os Sólidos Totais (ST) são definidos como a presença total de matéria que não seja água, em um despejo, podendo ser na forma de substâncias dissolvidas,



coloidal ou em suspensão. Os Sólidos em Suspensão (SS) são todos os sólidos presentes na água residuária, exceto os solúveis e sólidos em fino estado coloidal. De um modo geral, pode ser definido como toda fração sólida que é retida em uma membrana com porosidade igual a 1 micron (MORGADO, 1999). Benn e McAuliffe (1981) citam que a maioria das partículas suspensas é formada principalmente por microorganismos vivos ou parcialmente mortos provenientes das fezes ou de outros poluentes. Muitos microorganismos podem multiplicar-se nos esgotos à custa das inúmeras espécies de substâncias orgânicas presentes. Sob este aspecto a quantificação dos sólidos suspensos torna-se relevante, pois seus valores estão diretamente relacionados com a matéria orgânica presente no efluente.

Os sólidos totais e suspensos de um efluente secundário são resultantes principalmente da lavagem roupas, limpeza de louças, mãos, rosto, piso, escovação dos dentes e banho de pessoas e animais. São constituídos por resíduos de tecidos, peles, pêlos e gorduras que misturados aos produtos de limpeza, na maioria das vezes, dão uma configuração turva à água. O grau de turbidez e a concentração dos sólidos suspensos e totais dependem da quantidade de resíduos desprendidos na lavagem e do volume de produtos utilizados.

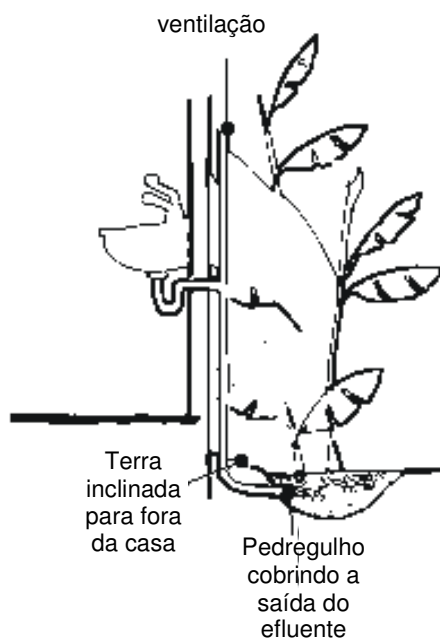


**Gráfico 12:** Concentração de Sólidos Totais por equipamento hidráulico (mg/l).

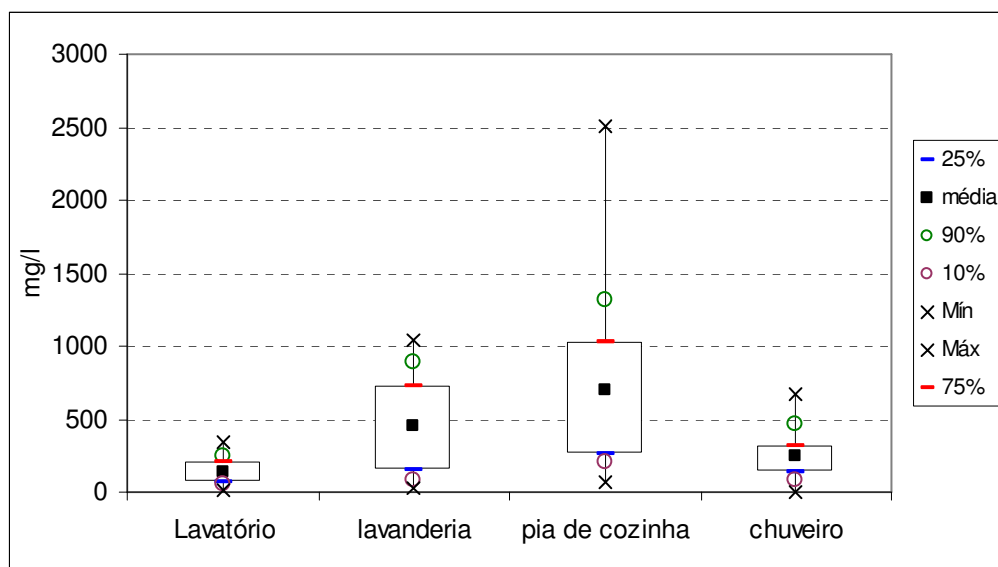
A Proposta e Resolução para Reúso na Agricultura (Anexo A), sugere em seu Artigo 9º, que nas situações de utilização de esgoto tratado para fins agrícolas e florestais não há restrição de SST e no Artigo 10 é recomendada uma classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores.

Para uso em descargas, um pré-tratamento dos efluentes da lavanderia e cozinha para diminuição dos sólidos suspensos e totais é recomendável devido à matéria orgânica que poderá degradar com o depósito no sifão do vaso. Além disso, a cor e o cheiro do efluente poderão ser desagradáveis aos usuários, fazendo com que haja uma rejeição no reúso do efluente *in natura* para este fim. No entanto, o reúso direto do efluente do lavatório e do chuveiro poderão ser testados, pois, os dados apresentados, indicam que os sólidos suspensos e totais têm valores bem reduzidos em relação aos outros efluentes.

A Figura 23 apresenta uma sugestão de reúso direto do efluente da lavagem de mãos na irrigação de jardins.



**Figura 23:** Projeto experimental de reúso subsuperficial da água do lavatório (Wastewater Reuse, 2000).



**Gráfico 13:** Concentração de Sólidos Suspensos por equipamento hidráulico (mg/l).

### 5.2.3 Análise dos Parâmetros Microbiológicos

Os principais indicadores de contaminação fecal são as bactérias do grupo coliforme que é formado por um número de microorganismos que inclui os gêneros *Klebsiella*, *Escherichia*, *Serratia*, *Erwenia* e *Enterobactéria*. Estas bactérias são associadas com as fezes de animais de sangue quente e com o solo. As bactérias coliformes termotolerantes reproduzem-se ativamente a 44,5 °C e são capazes de fermentar o açúcar. Para indicar a poluição sanitária é mais significativo o uso da bactéria coliforme termotolerante do que o uso da bactéria coliforme "total", porque as bactérias fecais estão restritas ao trato intestinal de animais de sangue quente.

Determinar a concentração dos coliformes de um efluente é importante para se identificar a possibilidade da existência de microorganismos patogênicos, responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica, tais como febre tifóide, febre paratifóide, disenteria bacilar e cólera (Universidade da água, 2007) Os microorganismos usam a matéria orgânica como fonte de energia necessária as suas atividades vitais. Assim, promove um aumento na capacidade de reter água da estrutura granular, reter e fixar fósforo e nitrogênio, bem como um acréscimo na

capacidade de troca de cátions (CTC), e ajuda a segurar potássio, cálcio e magnésio entre outros nutrientes disponíveis para as raízes da planta (Primavesi, 2002).

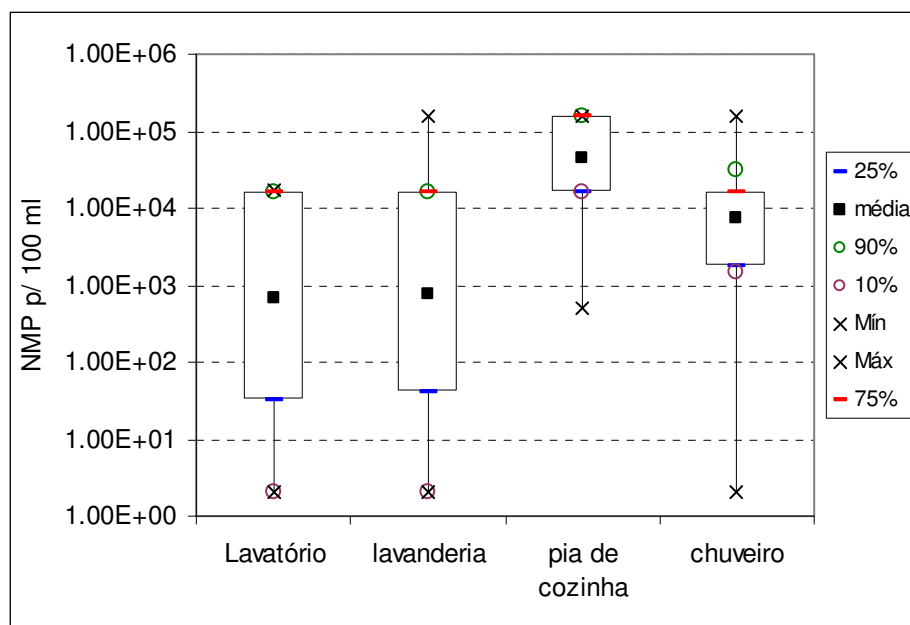
Ao se analisar uma cultura irrigada com esgotos tratados identificou-se que organismos patogênicos não penetram no tecido vegetal, a não ser que a planta esteja danificada, no entanto, poderão ser encontrados na superfície alguns patógenos. Como estes patógenos presentes na superfície estão expostos as condições ambientais, de um modo geral, sua sobrevivência irá depender de fatores como luz solar, temperatura e umidade relativa do ar, entre outros (Souza et al., 2006).

Estudos indicam que após a colheita a concentração de coliformes termotolerantes e *Escherichia. coli* é maior no solo que nos frutos. No solo, a sobrevivência de bactérias entéricas depende também da atividade autogênica de actinomicetos e fungos, os quais produzem antibióticos que as eliminam, por outro lado, a sobrevivência dessas bactérias pode ser prolongada em solos com nutrientes disponíveis (Paganini, 2003).

A contaminação dos produtos ao serem irrigados com esgotos tratados dependem, sobremaneira, dos métodos de irrigação empregados. A irrigação subsuperficial e localizada é a mais indicada, pois é o método considerado de menor risco de contaminação, mesmo havendo a possibilidade de risco de contato direto dos trabalhadores com o efluente (Souza et al., 2006).

Souza et al. (2006) em seu artigo "Reúso de água residuária na produção de pimentão" apresenta as seguintes informações sobre os parâmetros microbiológicos aceitáveis nas legislações existentes:

a Legislação Brasileira para Padrões Microbiológicos de Hortaliças, estabelece um número mínimo de cinco "unidades amostrais", das quais duas podem apresentar densidade de coliformes termotolerantes, até o valor máximo de  $10^2$  org g<sup>-1</sup>, em qualquer unidade do lote (ANVISA, 2001). Os critérios para a irrigação irrestrita apresentados pela Organização Mundial de Saúde (OMS, 1989) são rígidos, quando se trata da remoção de ovos de helmintos, mas não faz referência a cistos de protozoários e vírus.



**Gráfico 14:** Valores do Coliformes termotolerantes por equipamento hidráulico (NMP p/ 100 ml).

Como pode ser visto no Gráfico 14 as maiores concentrações de coliformes foram encontradas nos efluentes da pia da cozinha, devido a gorduras e outras substâncias orgânicas provenientes da lavagem dos alimentos e dos utensílios.

Uma grande diferença de valores foi encontrada entre uma das residências e as demais no efluente do lavatório. Observando-se as planilhas com os resultados de coliformes (Apêndice C) foi identificado que as concentrações apresentadas no lavatório do banheiro da residência 2 são bastante superiores daqueles encontrados nas demais. Ao se fazer uma pesquisa junto aos moradores para se entender o motivo desta diferença, foi descoberto que no período da coleta destes efluentes o chuveiro se encontrava com defeito, associado a isto, freqüentemente estavam presentes na casa cerca de cinco crianças. Sendo assim, estima-se que o banho e a limpeza destas crianças eram feitos, em parte, no lavatório que se localizava na parte externa da casa.

Este dado é importante no sentido de se avaliar as variações que podem ocorrer em cada residência estudada devido à forma de uso da água associado ao comportamento dos usuários.

#### **5.2.4 Análise Geral dos Parâmetros Relacionados**

Com base nos resultados encontrados, foi verificado que, dentre os parâmetros, químicos as maiores concentrações de nitrogênio, fósforo e potássio foram encontrados na lavanderia e pia de cozinha. As maiores concentrações de cálcio e a água mais dura foram encontradas no lavatório. O magnésio apresenta concentrações parecidas nos diversos equipamentos. Os maiores valores de sólidos totais e suspensos foram maiores na pia de cozinha e lavanderia, assim como DQO.

As maiores concentrações de coliformes foram encontradas na pia e cozinha, contudo, a maior variação entre as concentrações mínimas e máximas é encontrada na lavanderia e lavatório.

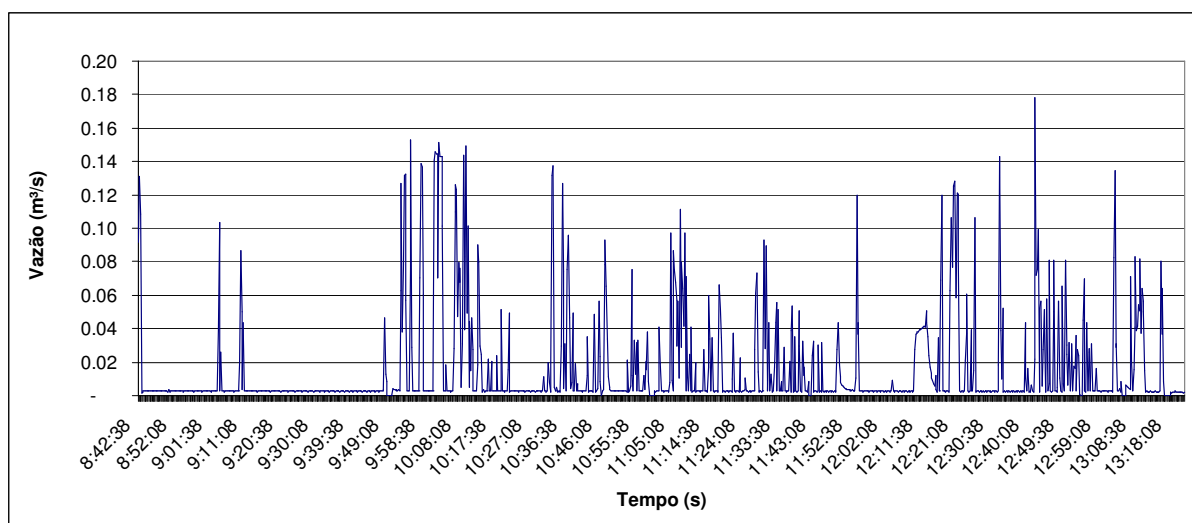
Considerando os valores da razão de adsorção de sódio, estima-se que os efluentes do lavatório, chuveiro e pia de cozinha poderiam ser utilizados para irrigação, no entanto, isto vai depender do tipo de solo e cultura. O efluente da lavanderia não seria adequado para reúso em irrigação devido aos altos valores da RAS, no entanto, apresenta características que faz com que seja indicado para o reaproveitamento em descargas de vaso sanitário.

Com os resultados encontrados, conclui-se que para se fazer um reúso efetivo e seguro é necessário um estudo das características do efluente que se pretende reusar, pois as variações das concentrações entre residências podem ser bastante significativas. Estas variações estão diretamente relacionadas com o comportamento do usuário no momento do uso da água.

Padrões de comportamento poderiam ser estabelecidos com o intuito de se reduzir as concentrações encontradas e fazer a tentativa de um reúso direto em descargas ou irrigação. Um exemplo disto é estabelecer como regra na casa o uso do lavatório apenas para lavagem de mãos, rosto e escovação, além disso, as pessoas deveriam evitar urinar no momento do banho. Utilizar produtos de limpeza biodegradáveis, com uma menor concentração de fósforo e sem cloro também seria recomendável para melhoria das características dos efluentes visando o reúso.

### 5.3 CARACTERIZAÇÃO DA QUANTIDADE DE EFLUENTE POR USO

Na tentativa de se fazer a caracterização do efluente por uso, foi desenvolvido um método que consiste no cruzamento dos dados das vazões medidas pelo *Datalogger* com os registros das horas de cada uso informado pelos moradores, pois identificou-se que os dados gerados apenas com as medições dos hidrômetros não seriam suficientes para calcular o consumo por equipamento. Para se obter os dados sobre o momento do uso de cada equipamento foi elaborada uma ficha para que os usuários pudessem registrar as datas e os horários em que fizeram o uso de cada um dos equipamentos (Apêndice D). Com os dados das fichas e os gráficos dos sinais gerados pelo *datalogger* foi possível fazer análises para identificação dos consumos em cada aparelho.



**Gráfico 15:** Sinais medidos do consumo de uma residência no dia 30/09/2005 (Rua Pedro Suzart).

Cada equipamento hidráulico possui uma vazão específica no momento do uso que dependerá de alguns fatores exclusivos de cada residência: altura manométrica, tipo das instalações (bitola e extensão das tubulações), tipo do aparelho hidráulico e também da forma com que os usuários abrem e fecham os registros. Sendo assim, pode-se afirmar que cada residência poderá ter uma resposta impulsiva diferente no momento do uso, fazendo com que o resultado das

análises sejam únicos para cada caso.

Para identificar esta resposta impulsiva característica em cada uma das residências foi desenvolvido um método que consiste na medição das vazões dos equipamentos por meio de duas formas diferentes simultaneamente, possibilitando a interpretação do comportamento do gráfico de consumos construído com as vazões medidas em cada equipamento. A primeira forma consiste na medição da vazão *in loco* através do acionamento de cada um dos equipamentos hidráulicos e a segunda forma seria a análise dos sinais gerados após estes acionamentos.

### **5.3.1 Identificação das Vazões de cada Aparelho Associado aos Sinais Gerados pelas Medições.**

Os experimentos para testar a metodologia para identificação das vazões foram feitos na residência localizada na Rua Pedro Suzart (residência 3). A experiência foi iniciada a partir da verificação de que todos os equipamentos hidráulicos não estavam sendo usados, para que fosse possível identificar o marco zero da medição. Em seguida foram coletados os dados no *datalogger* para que se pudesse iniciar as medições sem a interferência dos dados anteriormente registrados. Finalizado este procedimento se reiniciou o funcionamento do *datalogger* preparando-o para a nova série de coletas. Logo em seguida os equipamentos hidráulicos foram abertos um após o outro, sendo acionados por um período de 120 segundos, tomando-se cuidado para não se ter dois equipamentos funcionando simultaneamente.

Para medição das vazões *in loco* foi utilizado um recipiente graduado para ser preenchido com água oriunda do equipamento estudado durante 120 segundos (tempo pré-definido na pesquisa). Decorrido este tempo, o equipamento hidráulico era desligado registrando-se o volume medido. É válido lembrar que neste mesmo tempo o *datalogger* havia registrado os dados deste acionamento, propiciando se fazer o comparativo entre as duas informações. Ao finalizar a medição de um equipamento dava-se uma pausa de 120 segundos, em média, e então era iniciado o outro, seguindo-se uma seqüência pré-definida. O tempo de espera entre um acionamento e outro foi necessário para que houvesse uma estabilização do



sistema, fazendo com que o registro da medição no *datalogger* de um acionamento não interferisse no outro. Após a realização do ensaio em todos os equipamentos, os dados foram novamente coletados do *datalogger*. Com as informações de volume e tempo medidos se estabeleceu a vazão de cada equipamento.

Como a forma de abrir os registros é um fator que pode alterar o resultado das vazões, foi solicitado que a dona da casa fizesse a abertura e fechamento dos registros. O Quadro 23 resume o ensaio realizado.

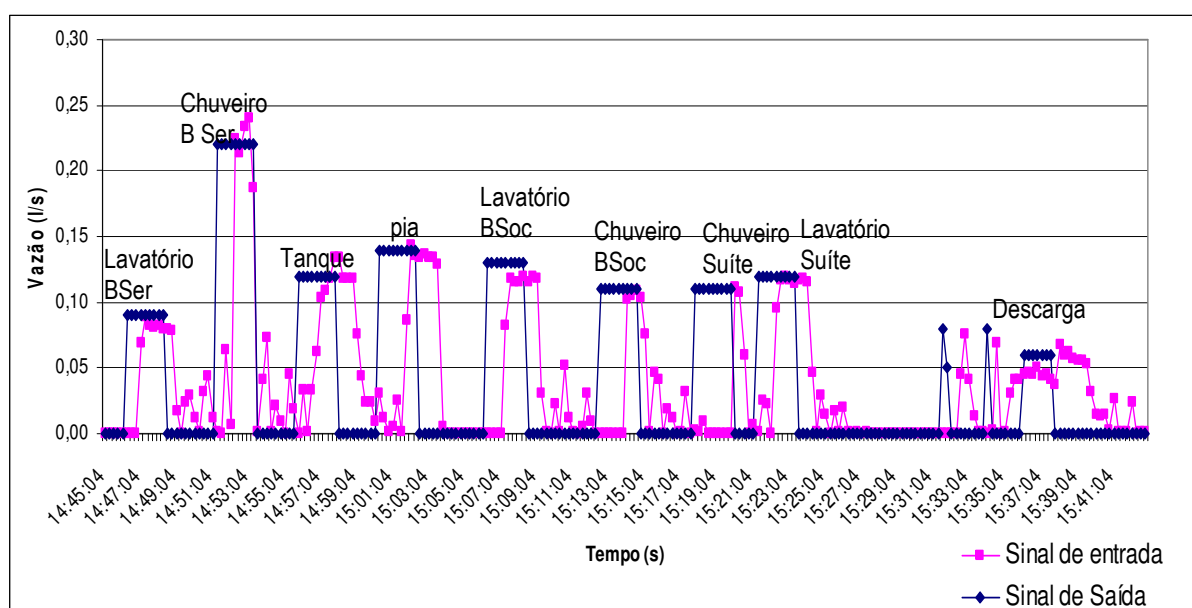
**Quadro 23:** Dados do ensaio para aferição das vazões dos equipamentos hidráulicos.

Data:	13/1/2006						
Hora inicial. datalogger:	14:23						
Hora de início do ensaio:	14:46						
Hora captura dos dados:	15:43						
Ambiente	equipamento	Ordem de abertura	Hora início	Hora final	tempo (seg)	volume (litros)	vazão (l/s)
Área de serviço	Tanque	3	14:55	14:57	120	13.8	0.12
Banheiro de serviço	torneira do lavatório	1	14:46	14:48	120	10.2	0.09
	Descarga 1	10	15:31		11.7	10	0.85
	Chuveiro 1	2	14:51	14:53	72.75	16	0.22
Cozinha	torneira da pia	4	15:00	15:02	117	16.1	0.14
Banheiro social	torneira do lavatório 1	5	15:06	15:08	120	15	0.13
	Descarga 2	11	15:34		12.29	10	0.80
	Chuveiro 2	6	15:12	15:14	120	13.5	0.11
Banheiro da suíte	torneira do lavatório 2	8	15:21	15:23	120	14.8	0.12
	Descarga 3	12	15:36		15.28	10	0.68
	Chuveiro 3	7	15:17	15:19	120	13.3	0.11
Área externa	torneira ext.	9	15:26	15:28	120	16.2	0.14

### 5.3.2 Modelagem do Sistema Hidráulico

Com os dados dos dois tipos de medição (vazão calculada por aparelho e sinais do *datalogger*), foram construídos gráficos que representam as entradas e saídas do sistema. A entrada é representada pelo sinal constituído pelas vazões calculadas dos equipamentos obtidas através do método aplicado para aferição do

volume gerado e a saída é o sinal que constitui os dados fornecidos pelas medições do hidrômetro registradas no *datalogger*, conforme ilustrado no Gráfico 16. O Gráfico gerado por estes dados se constitui no modelo de comportamento dos sinais gerados ao se usar os equipamentos nesta residência, considerando a forma com que o usuário abriu os registros nesta ocasião.



**Gráfico 16:** Sinais resultantes do ensaio controlado.

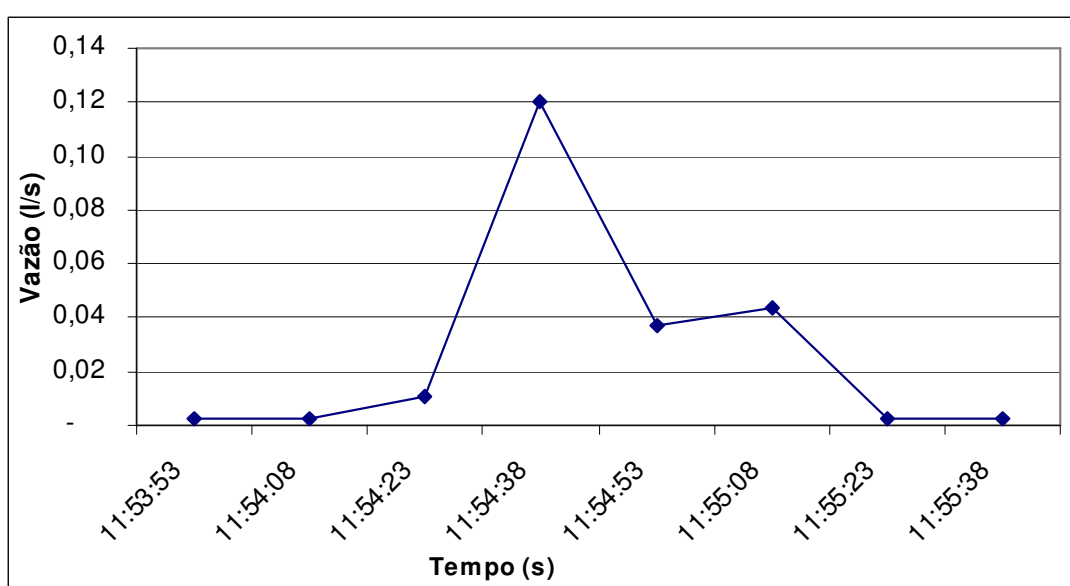
### 5.3.3 Análise dos Sinais Gerados pelo *Datalogger* para Identificação das Vazões por Equipamento

Para a análise dos sinais foram elaborados gráficos dos dados registrados pelo *datalogger*. Isto foi necessário inicialmente para se estabelecer um padrão visual destes sinais e compará-los com o modelo registrado e as vazões identificadas. Para complementar a identificação do sinal de cada um dos equipamentos consultou-se o resultado dos registros das horas do uso feitos pelos moradores da residência através das fichas fornecidas. Esses elementos foram essenciais para fazer a identificação de qual o equipamento que gerou o sinal. Para demonstrar o método de identificação proposto, a seguir são apresentadas as

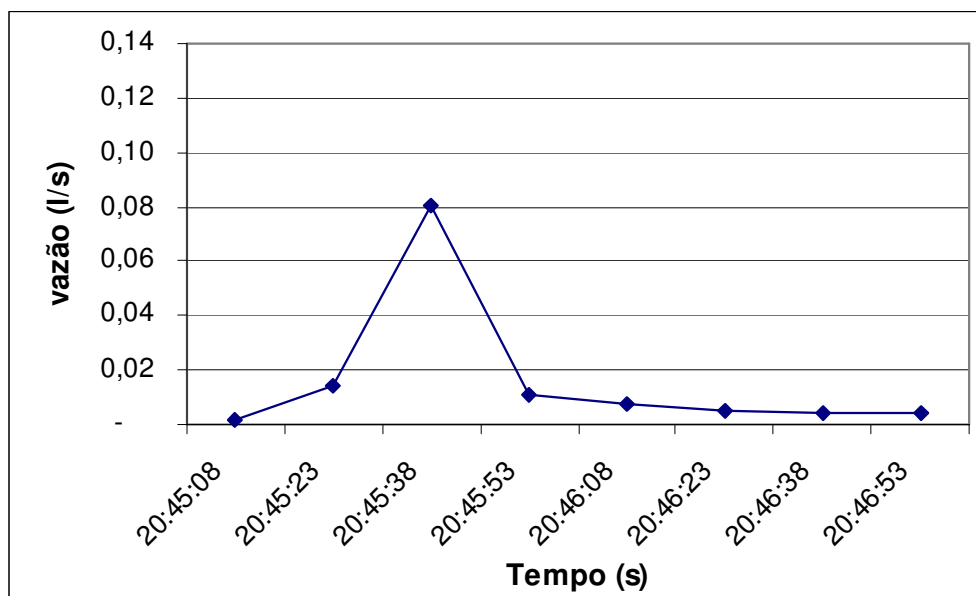
análises dos gráficos gerados das medições dos dias 30/09/2005 e 06/09/2005 na residência pesquisada.

### 5.3.3.1 Lavatório

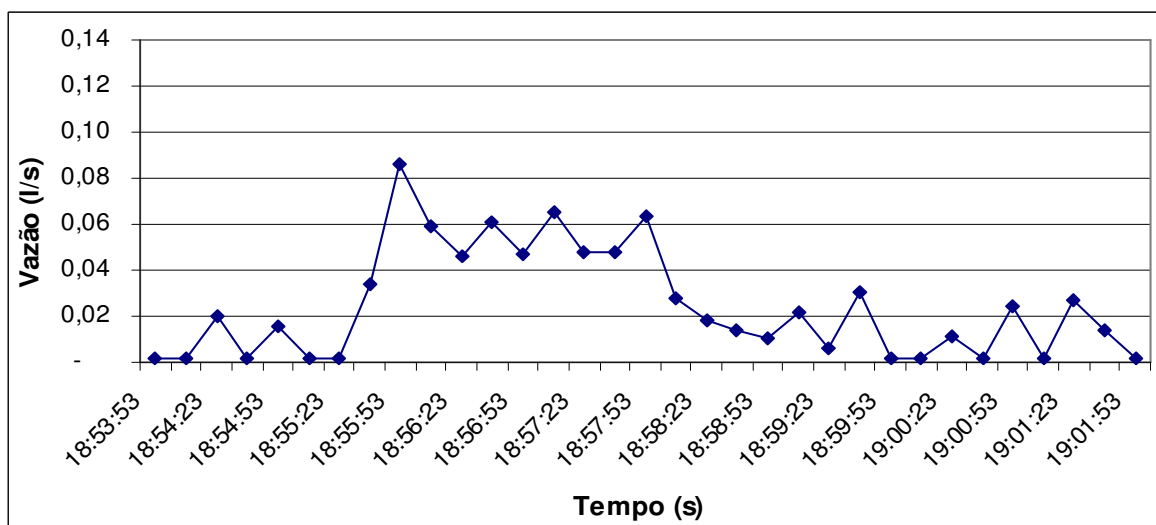
Segundo as análises realizadas o lavatório desta residência tem uma vazão que varia entre 0,5 e 0,12 l/s a depender da abertura do registro. Com os dados de uso deste equipamento nos dias analisados, identificou-se o padrão do gráfico elaborado com os dados dos sinais gerados pelo *datalogger* (Gráficos 17 e 18). Quando usado em conjunto com outros equipamentos, como por exemplo, a descarga (Gráfico 19), os sinais são registrados de forma diferente e a análise deverá ser mais detalhada, com base nas informações de uso, vazão somada e na inferência do que seria o comportamento ao se usar os dois equipamentos conjuntamente. Como na pesquisa não foi feita uma experiência de medição controlada fazendo-se o acionamento de dois ou mais equipamentos para que se pudesse identificar os padrões de sinais nas diversas circunstâncias, a análise dos casos em que foram acionados mais de um equipamento ao mesmo tempo foi dificultada. Desta forma, seria de suma importância a realização deste tipo de ensaio em futuras pesquisas.



**Gráfico 17:** Sinal que representa o uso do lavatório no dia 30/09/2005.



**Gráfico 18:** Sinal que representa o uso do lavatório no dia 02/10/2005.

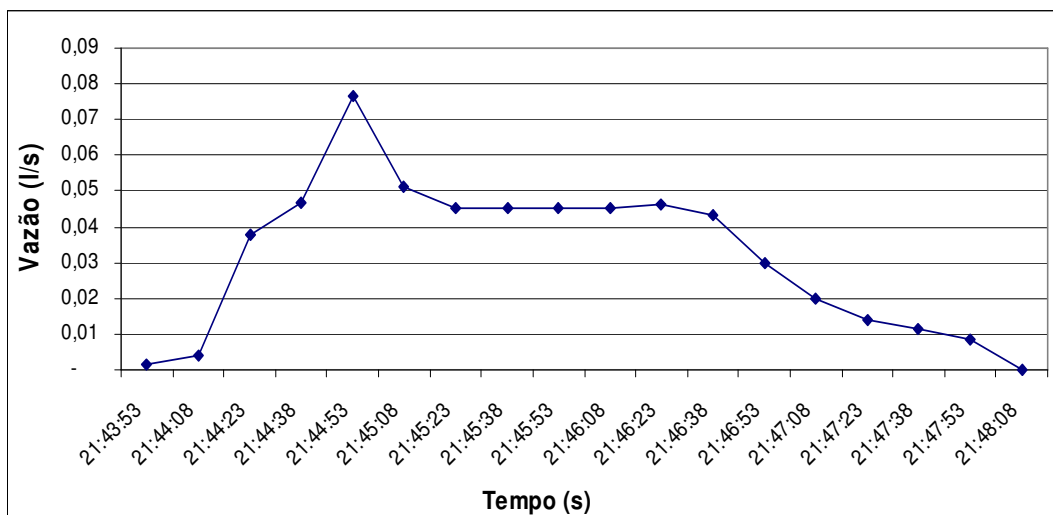


**Gráfico 19:** Sinal que representa o uso do lavatório juntamente com a descarga no dia 02/10/2005.

### 5.3.3.1 Descarga

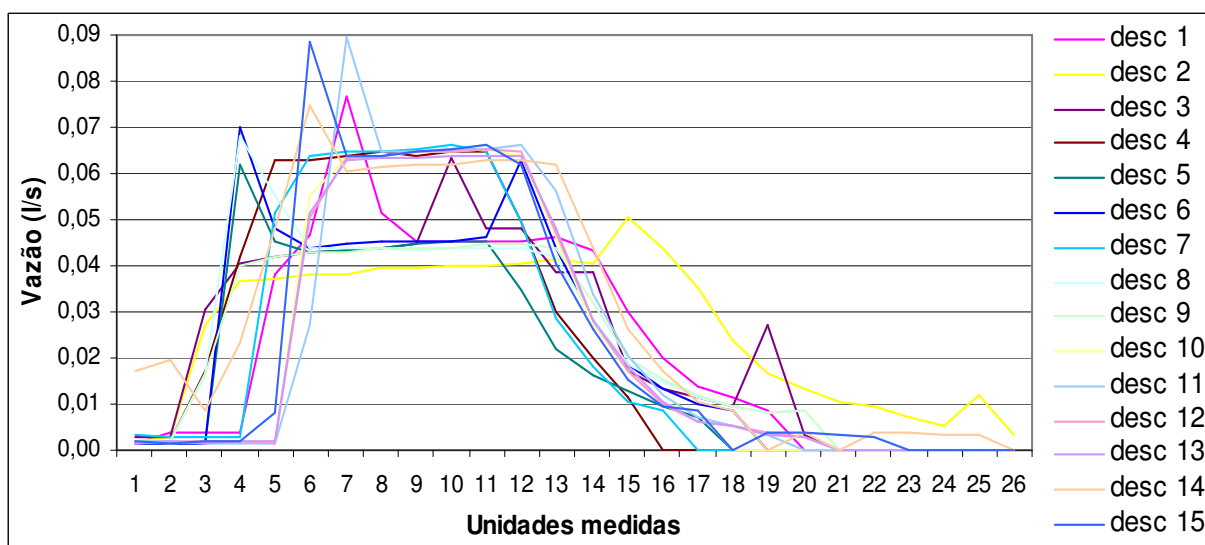
A residência possui três banheiros, sendo duas das descargas do tipo acopladas, uma com 10 litros e a outra com 8,5 litros e uma descarga de sobrepôr. Segundo as medições realizadas a descarga tem uma vazão que varia entre 0,50 a 0,70 l/s no banheiro da suíte e entre 0,60 e 0,80 l/s no banheiro social, a depender de como o acionamento é feito. Com os dados de uso deste equipamento nos dias

analisados, identificou-se o padrão do gráfico gerado pelo sinal deste equipamento quando utilizado isoladamente, podendo ser observado no gráfico 20. Quando usado em conjunto com outros equipamentos, a exemplo do lavatório, (gráfico 19), como foi informado, o comportamento muda e deverá ser analisado cuidadosamente.



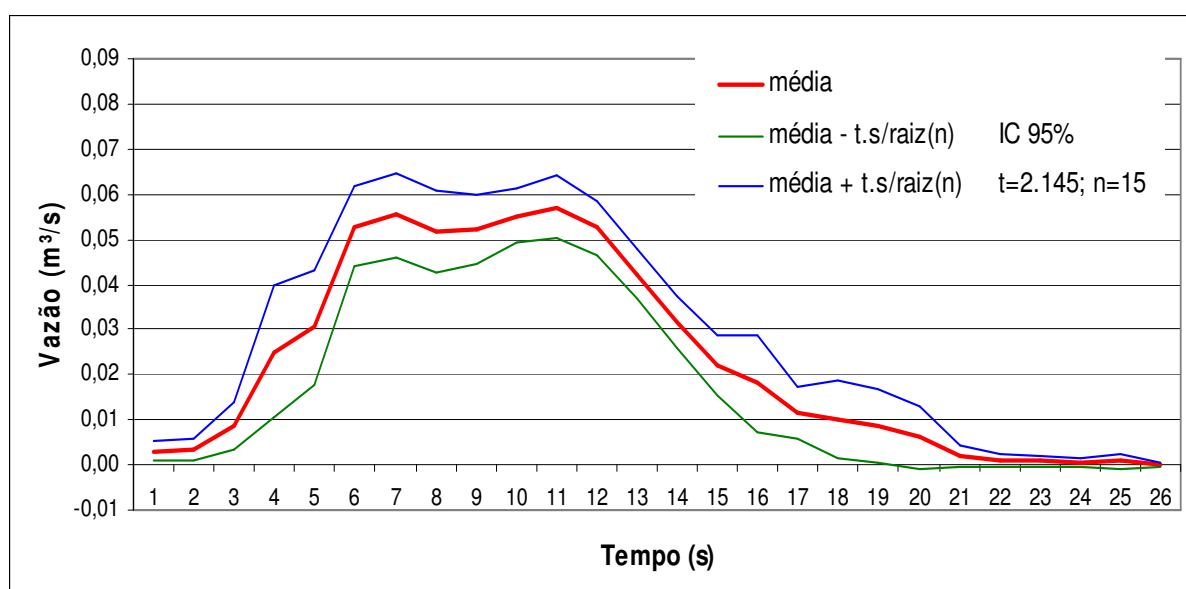
**Gráfico 20:** Sinal que representa o uso da descarga no dia 01/10/2005.

O Gráfico 21 que apresenta as curvas geradas pelos sinais das descargas acionadas no período de 30/09/2005 a 06/10/2005.



**Gráfico 21:** Sinais de 16 descargas acionadas entre os dias 30/09/2005 a 06/10/2005.

Pode-se observar que existe uma similaridade entre as curvas que representam os sinais das descargas, o que indica a possibilidade de identificação deste padrão para contabilizar dos volumes gerados pela descarga. Os sinais deste equipamento possuem formatos semelhantes, no entanto, observa-se que existem diferenças na amplitude e largura dos sinais. Estas diferenças dependem em parte do tipo de descarga que está sendo usada no momento do registro, pois, há variações do volume de água do reservatório e do tipo de acionamento (lento ou rápido) . Além disso, estima-se que a forma com que o usuário aciona a descarga também reflete no sinal, pois se o botão não for acionado até o fim, a quantidade de água liberada no vaso é menor do que a capacidade do reservatório. Geralmente isto acontece quando são dadas descargas em resíduos líquidos.

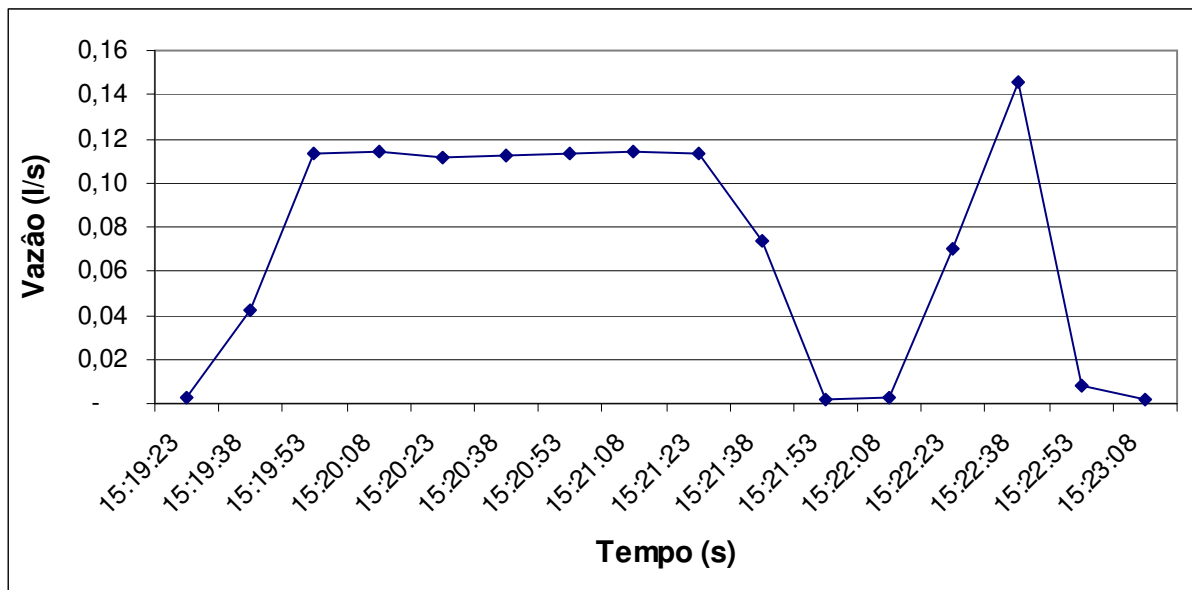


**Gráfico 22:** Média e intervalo de confiança das 16 amostras de descarga.

O Gráfico 22 apresenta a média e o intervalo de confiança de 95% considerando os 16 sinais das descargas apresentados anteriormente. O perfil apresentado com os valores da média pode ser considerado um protótipo do sinal de descarga para esta residência.

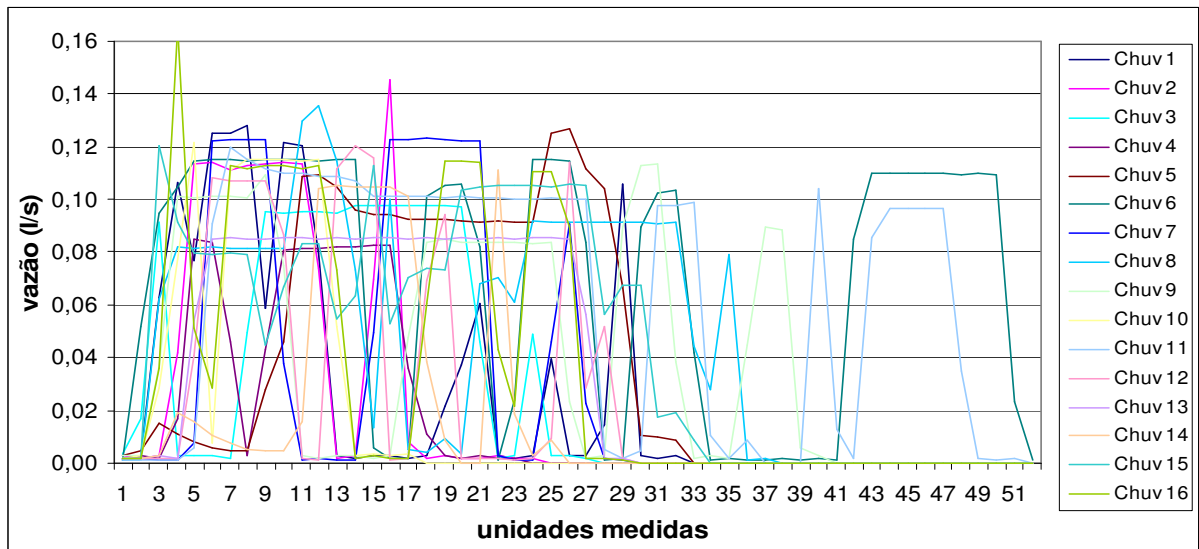
### 5.3.3.2 Chuveiro

Segundo as medições realizadas o chuveiro tem uma vazão que varia na média entre 0,10 e 0,12 l/s, a depender do tipo de chuveiro que está sendo utilizado e da forma de acionamento (total ou parcial) .Os sinais do chuveiro apresentam patamares mais constantes do que em outros equipamentos, desta forma, estima-se que na residência pesquisada as pessoas não desligam o chuveiro até o término do banho. Para analisar equipamentos que são acionados por registros deve-se levar em conta a forma de acionamento dos usuários. Com os dados de utilização deste equipamento nos dias analisados, identificou-se o padrão do gráfico gerado pelo sinal deste equipamento quando utilizado isoladamente, pode-se ser observado no Gráfico 23.



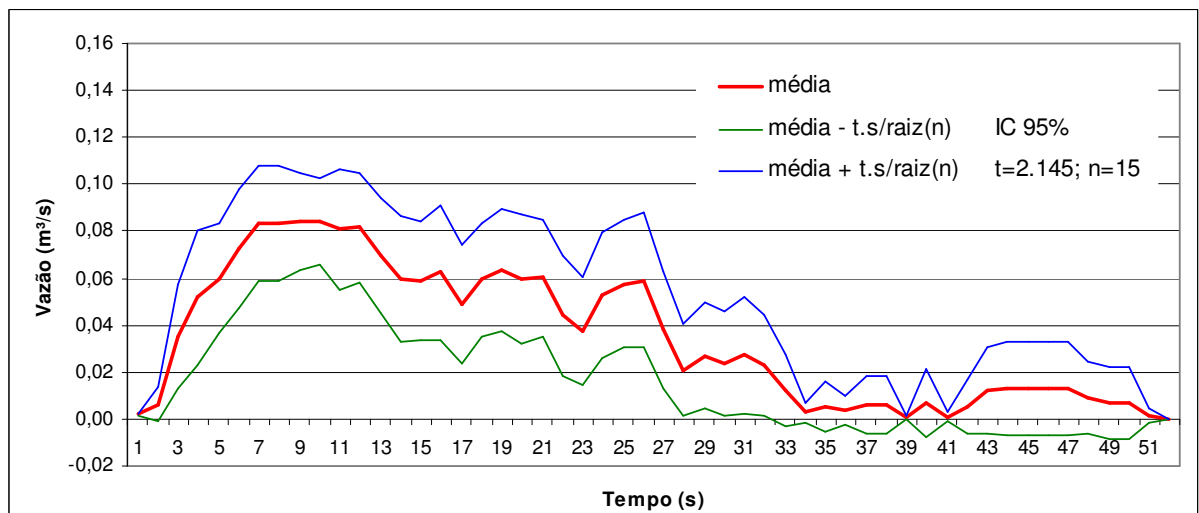
**Gráfico 23:** Sinal que representa o uso do chuveiro no dia 30/09/2005.

Com os sinais do chuveiro também foi feita uma avaliação dos padrões encontrados elaborando-se o Gráfico 24 que demonstra o perfil dos gráficos gerados pelos sinais dos chuveiros no período de 30/09/2005 a 06/10/2005.



**Gráfico 24:** Sinais de 16 usos de chuveiro nos dias 30/09/2005 a 06/10/2005.

Apesar de menos constantes que os sinais da descarga, pode-se observar que também existe uma similaridade entre as curvas, o que indica que é possível fazer a identificação deste padrão para a contabilização dos volumes gerados pelo chuveiro, no entanto, não se deve descartar as anotações dos horários de uso, que, neste caso, aumentará a precisão das informações.



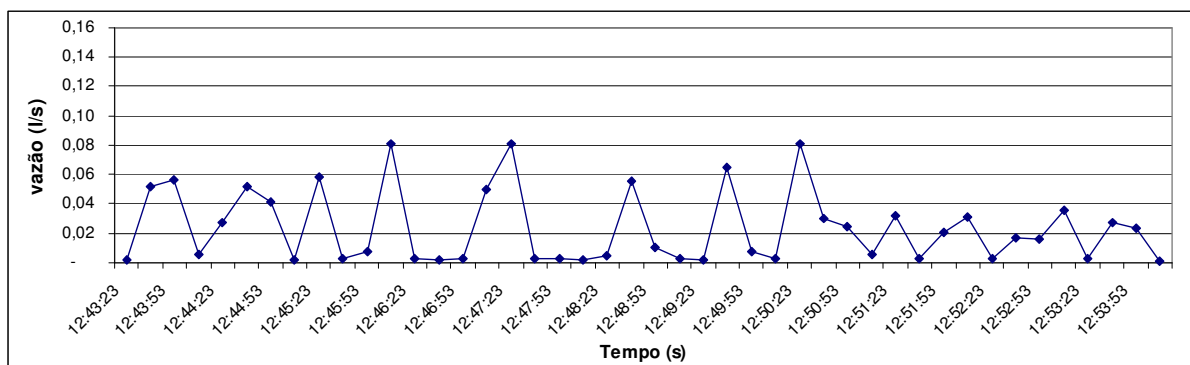
**Gráfico 25:** Média e intervalo de confiança dos 16 usos do chuveiro.



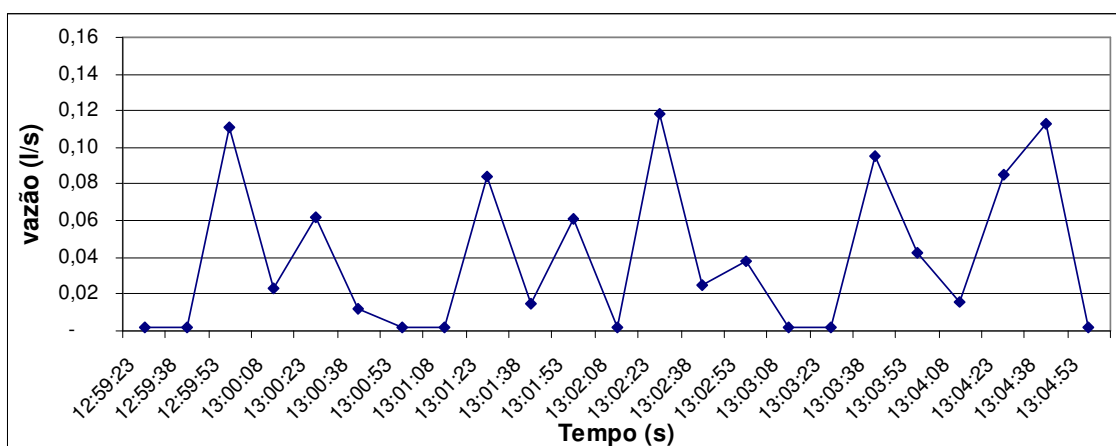
O Gráfico 25 apresenta a média e o intervalo de confiança de 95% considerando os 16 sinais do chuveiro apresentados anteriormente. O perfil apresentado com os valores da média pode ser considerado um protótipo do sinal do chuveiro para esta residência.

### 5.3.3.3 Pia

Segundo as medições realizadas, a torneira da pia tem uma vazão que varia entre 0,07 e 0,14 l/s a depender do tipo de equipamento (torneira) e de como é feita a abertura do registro. Percebe-se pelas curvas dos sinais gerados pelo uso da pia que as medições são feitas de forma intermitente, pois, estima-se que ao se lavar os utensílios domésticos, normalmente, há uma abertura e fechamento mais constante do registro. Através das análises feitas dos sinais e anotações dos moradores, identificou-se que o padrão do gráfico gerado pelo sinal deste equipamento quando utilizado isoladamente, pode ser interpretado como apresentado nos Gráficos 26 e 27.

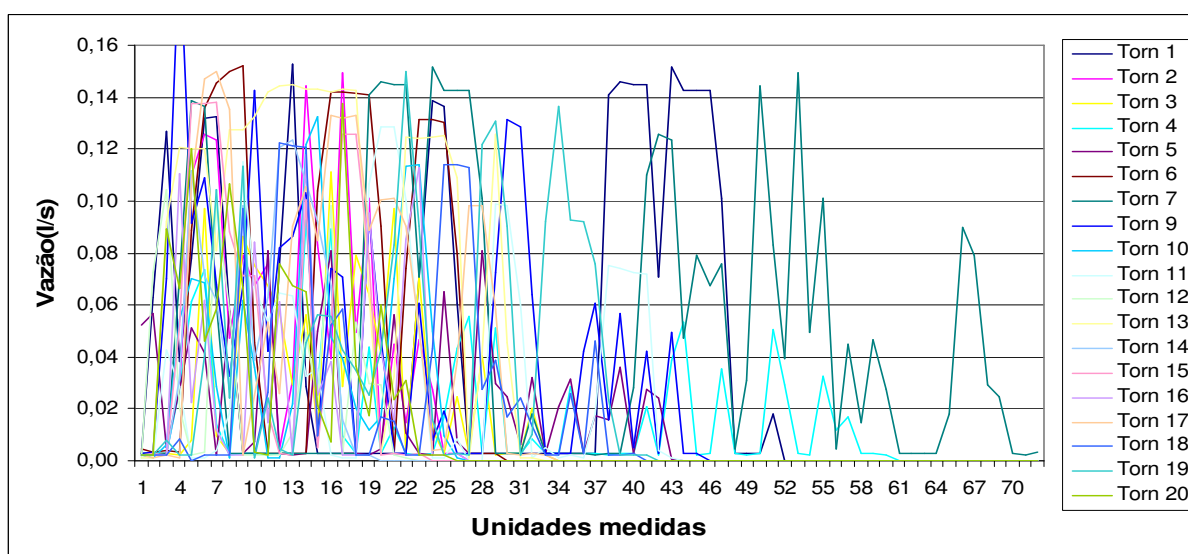


**Gráfico 26:** Sinal que representa o uso da torneira da pia no dia 30/09/2005.



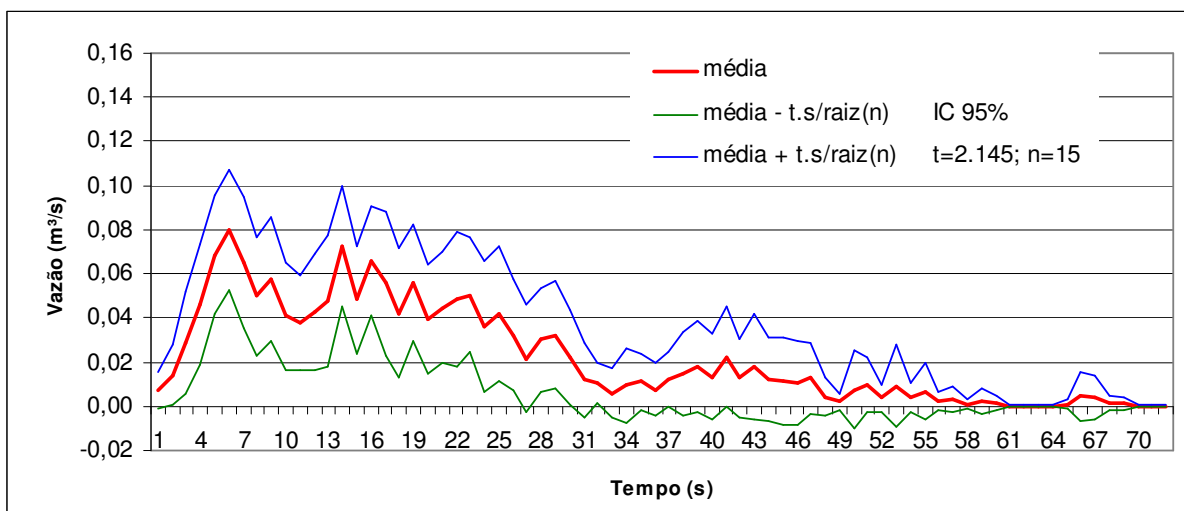
**Gráfico 27:** Sinal que representa o uso da torneira da pia no dia 04/10/2005.

Com os sinais da pia, foi feita uma avaliação dos padrões encontrados elaborando-se o Gráfico 28 que demonstra o perfil das curvas geradas pelos sinais da torneira da pia no período de 30/09/2005 a 06/10/2005.



**Gráfico 28:** Sinais de 18 usos da pia nos dias 30/09/2005 a 06/10/2005.

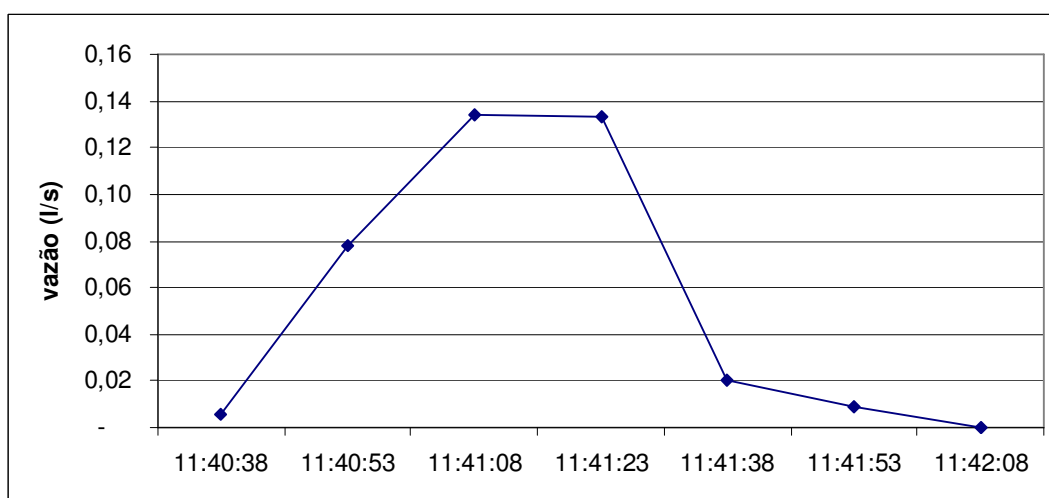
O Gráfico 29 apresenta a média e o intervalo de confiança de 95% considerando os 18 sinais da pia apresentados anteriormente. O perfil apresentado com os valores da média pode ser considerado um protótipo do sinal da pia para esta residência.



**Gráfico 29:** Média e intervalo de confiança dos 18 usos da pia.

### 5.3.3.4 Tanque

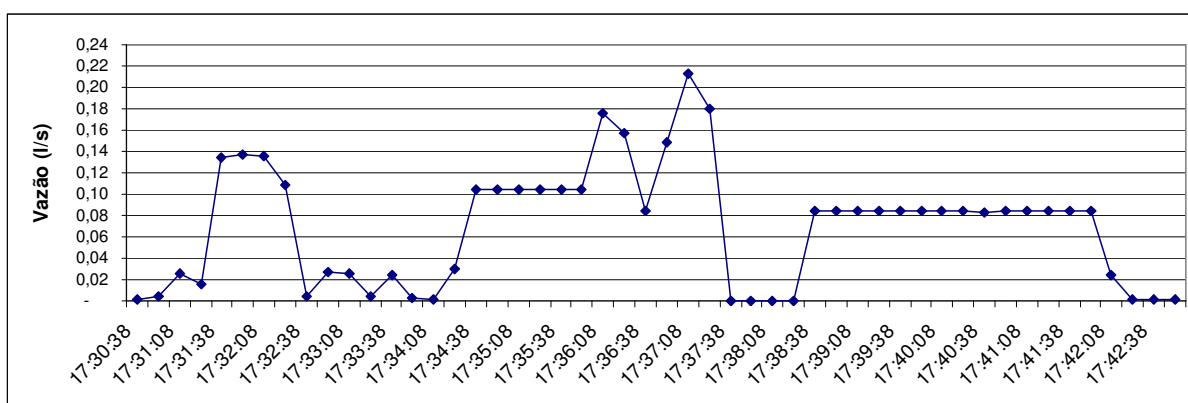
Segundo as medições realizadas, a torneira do tanque tem uma vazão que varia entre 0,08 e 0,14 l/s a depender de como o acionamento é feito. Com os dados de uso deste equipamento nos dias analisados, identificou-se o padrão do gráfico gerado pelo sinal deste equipamento quando utilizado isoladamente, pode-se ser observado no Gráfico 30.



**Gráfico 30:** Sinal que representa o uso do tanque no dia 01/10/2005.

### 5.3.3.5 Máquina de Lavar Roupa

O sinal do uso da máquina de lavar roupa é bem característico, pois percebe-se as diversas etapas da programação de lavagem. Os picos apresentados entre 17:36 e 17:37, foram considerados como uso da pia de cozinha, pois neste horário havia o registro deste uso por parte dos moradores.



**Gráfico 31:** Sinal que representa o uso da máquina de lavar roupa no dia 01/10/2005.

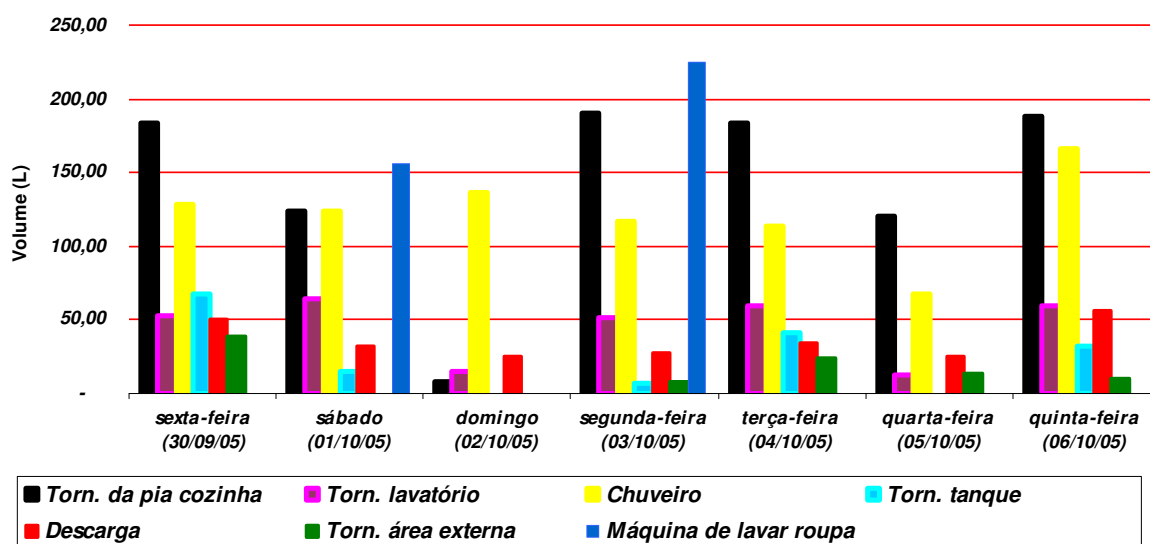
Durante a análise dos dados coletados no *datalogger*, foi observada a existência de registro de uso (medições), no entanto, não foram encontradas as anotações destes horários nas fichas preenchidas pela família. Na falta dos registros dos horários, a identificação do consumo foi feita com base no padrão do comportamento dos sinais e nas vazões apresentadas. É importante frisar que as análises devem ser feitas concomitantemente com a coleta de dados, pois, esta falta de informação poderia ser resgatada perguntando-se ao usuário qual teria sido aquele uso não registrado.

Após todo o processo de análise e com a identificação dos sinais para cada equipamento, realizou-se o cálculo do volume consumido por equipamento somando-se os registros das vazões de cada sinal. A Tabela 28 resume as vazões encontradas por equipamento nos dias analisados.

**Tabela 28:** Resumo dos resultados das vazões por equipamento.

Equipamento	Dias													
	sexta-feira (30/09/05)		sábado (01/10/05)		domingo (02/10/05)		segunda-feira (03/10/05)		terça-feira (04/10/05)		quarta-feira (05/10/05)		quinta-feira (06/10/05)	
	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.	vol. (l)	perc.
Torn. da pia cozinha	183,36	35%	124,25	24%	8,32	4%	190,71	30%	183,93	40%	120,37	50%	187,67	37%
Torn. lavatório	52,32	10%	63,72	12%	15,28	8%	51,67	8%	60,07	13%	12,09	5%	59,19	12%
Chuveiro	128,44	25%	123,60	24%	136,12	74%	117,47	19%	113,41	25%	67,78	28%	166,15	33%
Torn. tanque	67,69	13%	14,46	3%	-	0%	7,11	1%	41,51	9%	-	0%	31,67	6%
Descarga	50,12	10%	31,77	6%	25,27	14%	27,17	4%	34,29	8%	25,47	11%	55,85	11%
Torn. área externa	39,22	8%	-	0%	-	0%	7,94	1%	23,78	5%	14,05	6%	10,31	2%
Máquina de lavar roupa	-	0%	155,71	30%	-	0%	224,62	36%	-	0%	-	0%	-	0%
Total	521,13	100%	513,50	100%	184,99	100%	626,67	100%	456,98	100%	239,75	100%	510,82	100%

O gráfico 32, apresentado a seguir, mostra a variação dos consumos por equipamentos durante a semana analisada. Observando este gráfico, percebe-se que nesta casa durante a semana analisada se consumiu menos água no domingo do que nos outros dias da semana. Também foi identificado que a máquina de lavar foi utilizada em dois dias durante esta semana.



**Gráfico 32:** Variação do consumo ao longo da semana.

Após o levantamento dos dados se identificou que o equipamento que mais demandou água nesta residência foi a torneira da pia da cozinha, seguido pelo lavatório e o chuveiro. Estes dois últimos apresentam um consumo bem parecido.

**Tabela 29:** Média dos consumos.

Equipamento	volume (l)	perc.
Torn. da Pia Cozinha	142.7	33%
Torn. Lavatório	44.9	10%
Chuveiro	121.8	28%
Torn. Tanque	23.2	5%
Descarga	35.7	8%
Torn. Área externa	13.6	3%
Máquina de lavar roupa	54.3	12%
Total	436.3	100%

A descarga do vaso sanitário, que na maioria das bibliografias estudadas é apresentado como o equipamento que mais consome água, (cerca de 30%), nesta análise aparece entre os menores valores. A diferença entre estas percentagens depende do tipo de descarga, forma de acionamento, costumes das famílias e da proporção em relação ao consumo dos outros equipamentos. Dados semelhantes são encontrados em estudos realizados no Brasil conforme pode ser visto na Tabela 28. Estima-se que o perfil de consumo das famílias que moram em cidades grandes e que, geralmente, passam o dia no trabalho, é distinto daquelas que moram em cidades pequenas. Ter o costume de almoçar em casa, por exemplo, é indicador de que o consumo da água na pia de cozinha irá ser maior do que nas residências em que as pessoas fazem apenas duas refeições por dia (desjejum e jantar).

Na Tabela 30 são apresentados estudos dos consumos de água por equipamento em residências realizado por diversas instituições brasileiras. O Serviço Federal de Processamento de Dados do Governo Federal – SEPRO apresenta um estudo sobre a economia que pode ser feita por uma família habituada a evitar o desperdício. O estudo de caso foi feito com a família Matiello, moradores de Porto Alegre, que tiveram o gasto de água monitorado durante um dia. Os dados encontrados neste estudo apresentam alguns consumos por equipamento parecidos com os dados encontrados no estudo da UFBA, principalmente nos volumes gerados pelo chuveiro, lavatório e máquina de lavar.

As pesquisas executadas pelos laboratórios da USP (Universidade de São Paulo), do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas), pela DECA (Fabricante de materiais hidráulicos e sanitários) e UFBA através do TECLIM apresentam dados

que nem sempre são compatíveis. Isso porque as distribuições do consumo de água em residências dependem de inúmeros fatores, entre eles: (a) A pressão da água (quanto maior a pressão, maior será a vazão e conseqüentemente o consumo); (b) Cultura das pessoas (hábitos - deixar torneiras abertas quando escovam os dentes, fechar ou não o chuveiro durante o banho); (c) Estilo de vida das famílias (costumes - pessoas que moram em cidades grandes geralmente não vão almoçar em casa durante a semana, diminuindo conseqüentemente, o consumo de água, principalmente, na lavagem de pratos e descarga); (d) Existência ou não de máquina de lavar roupa e ou louça; (e) Tipo de chuveiro elétrico ou com aquecimento central; (f) Amostra analisada (residências, comércio, estabelecimentos públicos, privados, etc.).

**Tabela 30:** Distribuição dos consumos de água em edificações domiciliares apresentados em diversas pesquisas realizadas no Brasil (valores expressos em %).

EQUIPAMENTOS	USP	IPT	DECA	SABESP	SERPRO	UFBA
Bacia Sanitária	29	5	14	5	20	8
Chuveiro	28	54	46,7	55	30	28
Lavatório	6	7	11,7	8	14	10
Pia de Cozinha	17	17	14,6	18	24	33
Tanque	6	10	4,9	3		5
Máquina de L. Roupa	5	4	8,2	11	12	12
Máquina de L. Louça	9	3				
Área externa						3
TOTAL	100	100	100	100	100	100

Fontes: (PLANETA ORGÂNICO, 2007; DECA, 2003; SABESP, 2003; SEPRO, 2005).

### 5.3.4 Conclusão das Análises

O método aplicado para a realização das medições se mostrou eficiente, pois a instalação dos equipamentos e a coleta dos dados são simplificadas. Na prática, identificou-se que a coleta das informações no *datalogger* exige o sincronismo entre o relógio interno do *datalogger* e o do computador para que os resultados dos sinais de vazão dos equipamentos e vazão na saída do reservatório possam ser

correlacionados. A medição da vazão dos equipamentos deverá ser o primeiro passo antes do início da coleta dos consumos com o conjunto hidrômetro-*datalogger*. Estes dados informam se o equipamento está funcionando corretamente e dará subsídios para a análise posterior dos primeiros grupos de dados através da metodologia proposta. Como o hidrômetro gera uma perda de carga nas instalações é recomendável fazer as medições antes e depois da instalação do medidor.

A partir da experiência adquirida com o experimento para a identificação das vazões dos equipamentos foi identificado que se aumentássemos os tempos de coleta da água o regime de transiente hidráulico do sistema (abertura e fechamento) teria uma influência menor em relação ao regime permanente. O regime transitório pode alterar o resultado significativamente. Também foi identificado que a forma de abrir a torneira interfere na vazão gerada, por isso, sempre que possível esta função deverá estar a cargo usuários da residência pesquisada para que se possa conservar a forma de uso real.

Em relação às análises dos dados de quantidade, conclui-se que os valores resultantes não podem ser considerados como padrões para esta residência, pois seria necessário um maior número de análises para se ter uma amostra representativa. No entanto, como a proposta da pesquisa é testar a metodologia, com o estudo destes dois dias foi possível avaliar que o método apresentado é prático e adequado para a obtenção dos resultados desejados.

Para se obter dados mais precisos do que os resultados apresentados na pesquisa recomenda-se que ao se replicar esta experiência alguns procedimentos sejam corrigidos nos seguintes pontos: (1) Fazer medição controlada fazendo-se a abertura de dois ou mais equipamentos não apenas um como feito na pesquisa; (2) Fazer um número maior de medições controladas com variações nas aberturas dos registros das torneiras; (3) As análises devem ser feitas concomitantemente a coleta de dados, pois, a falta de informação sobre uma vazão poderia ser resgatada perguntando-se ao usuário qual teria sido aquele uso não registrado; (4) Fazer análise crítica dos registros das horas de uso dos equipamentos para identificação imediata de inconsistências.

Outros métodos de análise de dados podem ser utilizados para o estabelecimento dos consumos por equipamentos sem ter uma dependência das informações dos usuários. Estão sendo estudados sistemas automatizados de



reconhecimento de padrões para análise dos dados, contudo, para um melhor funcionamento destas ferramentas é necessário se fazer correções na metodologia de coleta dos dados com base nas recomendações anteriormente apresentadas.

## 6. Considerações Finais

As metodologias desenvolvidas e utilizadas nas três etapas da pesquisa são de fácil aplicação, podendo, desta forma, serem utilizadas em qualquer residência que tenha instalações hidráulicas convencionais. Os resultados das análises e conclusões provenientes do emprego de cada uma destas metodologias foram claramente explicitadas neste documento, e, quando comparadas a outros estudos, se mostraram compatíveis na maioria dos casos com os dados encontrados na bibliografia pesquisada.

Os resultados da aplicação do questionário possibilitaram a identificação das principais características das famílias e, das residências, pois das 109 questões do questionário, 41 (37%) apresentam correlação com o consumo. Assim sendo, através das análises de correlações constatou-se que os fatores com maior correlação com o consumo doméstico de água são: número de moradores nas residências; número de dormitórios; quantidade de banheiros; número de equipamentos hidráulicos; e alguns comportamentos em relação a utilização da água, tais como: lavagem de mãos, banhos e descarga.

Também constatou-se que a análise de correlação entre as variáveis, quantidade de moradores e o consumo mensal de água em cada residência permite avaliar perdas nos sistemas de abastecimento de água, visto que, a reta de ajuste resultante desta correlação apresenta um coeficiente linear diferente de zero, ou seja, consumo para número de moradores igual a zero. O Gráfico proveniente desta correlação também indica que existe um potencial de economia de água no universo estudado, pois se constatou que algumas residências apresentaram consumos de água maiores do que a média regional. Considerando-se um consumo médio por habitante de 140 l/dia, a economia em algumas residências poderia ser de até 30%. No entanto, maiores estudos seriam necessários para se comprovar estas suposições.

Através desta pesquisa e com erro amostral de 5%, observou-se que a população está disposta a economizar, não necessariamente para a conservação dos recursos naturais, mas principalmente pela escassez hídrica da região e economia de recursos financeiros. Estima-se que um trabalho de conscientização

entre a população feminina, que representa a maioria da população pesquisada, seria mais efetivo no sentido de se fomentar o uso racional e o reúso, pois, nos dias atuais, as mulheres ainda são as principais responsáveis pelas atividades de conservação e limpeza nas residências.

A maioria dos entrevistados (cerca de 90%) informou que acha importante fazer o uso de água de chuva e o reúso de efluentes como fontes alternativas de abastecimento; e 75% das pessoas afirmaram que fariam estes dois tipos de reaproveitamento de água. Isto demonstra que parte dos usuários possuem algum tipo de reserva em relação ao uso de água que não seja potável. Com base nestas respostas deduz-se que se um programa de reaproveitamento de água fosse de fato implantado nesta população o número de pessoas que aceitariam aderir a este programa seria ainda menor, sendo assim, é importante que se faça um trabalho prévio de esclarecimento e conscientização.

Segundo as informações apresentadas, a água da chuva é mais aceita como fonte alternativa do que o efluente proveniente das residências. Daqueles que informaram que fariam o reúso de efluentes, a fonte mais aceita é o efluente da lavagem de roupa, que, segundo os entrevistados, poderia ser utilizado para a lavagem da calçada e descarga de vaso sanitário.

Com a análise dos dados dos questionários identificou-se que os produtos de higiene e uso pessoal utilizados no banheiro pela maioria dos entrevistados são: sabonete, shampoo, pasta de dente e condicionador. Água e produtos de limpeza são os itens mais comuns utilizados para a limpeza da casa. Os produtos de limpeza costumeiramente utilizados são: desinfetante, água sanitária, sabão em pó e detergente.

A preferência dos entrevistados em relação a produtos de limpeza está relacionada ao preço e a maioria não se preocupa em usar a quantidade de produto sugerida no rótulo. Estima-se que a contaminação dos efluentes pelos produtos de limpeza poderia ser menor, caso fossem utilizados preferencialmente produtos biodegradáveis e na quantidade recomendada.

Quanto aos resultados das análises de qualidade da água desenvolvidos na segunda etapa da pesquisa, verificou-se que os mesmos foram compatíveis com alguns dados encontrados na pesquisa bibliográfica, tais como, a alta concentração de coliformes e sólidos suspensos na pia de cozinha. Isto faz com que este efluente

não seja recomendado para descargas em vasos sanitários, contudo, pelo grande número de nutrientes deveria ser avaliado o seu aproveitamento para irrigação. A alta concentração de produtos químicos, principalmente sódio, no efluente de lavagem de roupa o torna pouco recomendado para irrigação, no entanto, podem ter um bom resultado fazendo-se reuso em descargas. Os efluentes do lavatório e do chuveiro com tratamentos simplificados podem ser utilizados não somente em descargas, mas também para lavagem de calçadas, carros, ou mesmo irrigação de jardins.

Quanto ao uso destas águas para a irrigação, identificou-se através do cálculo da razão de adsorção de sódio (RAS) de cada tipo efluente que os efluentes do lavatório e chuveiro possuem um baixo risco de RAS, e por conseguinte, não teriam restrições para serem usados para irrigação de culturas. O efluente da pia de cozinha tem um risco médio a forte de RAS, por isso, o uso em irrigação de culturas deveria ser melhor avaliado levando em consideração o tipo de solo e cultura. O efluente da lavanderia não parece ser adequado para reuso em irrigação devido aos altos valores da RAS encontrados.

Apesar das recomendações sobre as formas de uso dos efluentes citadas neste capítulo, estudos mais detalhados seriam necessários para se ter uma maior precisão em relação a estas informações. Soluções eco-eficientes podem ser conseguidas de forma a se aproveitar as características de cada efluente. No caso de um sistema doméstico ou condominial, por exemplo, seria interessante a separação dos efluentes de banheiros, lavatórios e lavagem de roupas, que poderiam passar por um tratamento simplificado e retornariam para uso da descarga dos vasos sanitários da própria unidade residencial ou condomínio. O efluente dos vasos sanitários e o efluente de cozinha seriam direcionados para unidades de tratamento que preservem os nutrientes neles contidos de forma que possam ser aproveitados para irrigação paisagística.

Foi identificado que as variações encontradas nas concentrações dos efluentes estão diretamente relacionadas com o comportamento do usuário no momento do uso da água. Assim sendo, um sistema de reuso residencial depende dos padrões de comportamento. Somente através de regras pré estabelecidas com o intuito de se reduzir as concentrações encontradas pode-se definir o reuso direto em descargas ou irrigação. Um exemplo disto seria, reusar efluentes do lavatório e

do chuveiro em descargas e lavagens em geral apenas quando se restringir o uso do lavatório apenas para lavagem de mãos, rosto e escovação, além disso, as pessoas deveriam evitar urinar no momento do banho. A troca de produtos comuns de limpeza para biodegradáveis, com baixa concentração de fósforo e cloro também seria recomendável para melhoria das características dos efluentes visando o reúso.

Quanto as identificações dos volumes consumidos por equipamento hidráulico, as mesmas dependeram da análise dos sinais gerados pelos consumos armazenados no *datalogger* e dos registros das horas em que os equipamentos foram acionados informados pelos moradores.

A descarga do vaso sanitário apresentou um consumo médio de apenas 8% do volume total, mas este consumo varia de acordo com o dia analisado. No dia de domingo, por exemplo, a descarga representou 14% do volume consumido. Estes resultados diferem de diversos estudos que apresentavam um consumo de cerca de 30% do volume de água usado em uma residência.

O equipamento que apresentou o maior consumo médio foi a torneira da pia de cozinha, cerca de 30% do total. Sabe-se que esta família tem o costume de almoçar em casa durante a semana, sendo assim, talvez devido a lavagem de louça e preparação de alimentos, este consumo tenha sido representativo nesta residência. Em relação às análises dos dados de quantidade conclui-se que os valores resultantes não podem ser considerados como padrões para esta residência, pois seria necessário um maior número de análises para se ter uma amostra representativa. No entanto, como a proposta da pesquisa é testar a metodologia, com o estudo destes dois dias foi possível avaliar que o método apresentado é prático e adequado para a obtenção dos resultados desejados.

A análise dos dados gerados pela pesquisa de quantidade mostrou algumas fragilidades na metodologia sugerida. É recomendável a correção nos procedimentos nos seguintes pontos:

(a) Inicialmente deve-se fazer um ensaio controlado, fazendo-se o acionamento de um, dois ou mais equipamentos em uma seqüência pré estabelecida e não de apenas um como feito na pesquisa, de forma que o *datalogger* registre a variedade de sinais proveniente das diversas formas de uso;

(b) Promover o maior número possível de medições controladas com variações nas aberturas dos registros das torneiras;

(c) As análises dos dados devem ser feitas concomitantemente com a coleta dos registros do *datalogger*, pois, a falta de informação sobre uma vazão poderia ser resgatada perguntando-se ao usuário qual teria sido aquele uso não registrado;

(d) Realizar análise crítica dos registros das horas de uso dos equipamentos feitos pelos moradores, compatibilizando-os com as informações do *datalogger* de forma que sejam imediatamente identificadas as inconsistências entre as duas informações.

Recomenda-se a utilização de outros métodos de análise de dados para o estabelecimento dos consumos por equipamentos que independem das informações dos usuários, tais como sistemas automatizados de reconhecimento de padrões para análise dos dados. Contudo, para um melhor funcionamento destas ferramentas é necessário se fazer correções na metodologia de coleta dos dados com base nas recomendações anteriormente apresentadas.

## Divulgação dos Resultados da Pesquisa

Foram realizadas palestras em diversas ocasiões informando sobre a metodologia e os resultados alcançados na pesquisa, principalmente nos seguintes eventos:

**Quadro 24:** Participação em Eventos.

I Seminário sobre Projetos para Promoção do Uso Racional da Água, UFBA – outubro de 2004 – Salvador, BA
XXIV Seminário Estudantil de Pesquisa, UFBA – novembro/2005 – Salvador, BA.
III Seminário Nacional de Reúso de Águas, ABES - maio de 2005 – Natal, RN
Workshop - Uso e Reúso de Águas de Qualidade Inferior, PROSAB - novembro de 2005 - Campina Grande, PB.
4º. Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental, ABES – maio de 2004 - Porto Alegre, RS
23º. Congresso da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – setembro/2005.
11º. Fórum de Tecnologias Limpas, UFBA – setembro de 2005 – Salvador, BA;
SILUBESA – Simpósio Luso Brasileiro de Saneamento, APRH – maio de 2006 – Figueira da Foz / Portugal.

Os seguintes artigos foram publicados para divulgação dos dados da pesquisa:

**Quadro 25:** Artigos Publicados sobre a Pesquisa.

Almeida G.A, Kiperstok A., Dias M., Ludwig. O. Metodologia Para Caracterização de Consumo de Água Doméstico Por Equipamento Hidráulico. Anais do Silubesa/ Abes. Figueira da Foz – Portugal. 2006.
Almeida G.A, Kiperstok A., Dias M. Melo F. Caracterização do Uso D'água Intradomiciliar Urbano para Fins de Reúso no Semi-Árido Baiano. Anais do VI Seminário de Pesquisa e Pós-Graduação (VI SEMPPG). UFBA. Salvador-BA. 09 a 12 de novembro de 2005.
Almeida G.A, Kiperstok A., Dias M. Caracterização do Uso D'água Intradomiciliar Urbano para Fins de Reúso no Semi-Árido Baiano. Anais do WorkShop Uso e Reúso de Águas de Qualidade Inferior - Campina Grande-PB. 2005.
Almeida G.A, Kiperstok A., Cohim E. Dultra Qualidade mínima para reúso de efluentes domésticos em vasos sanitários: uma proposta para discussão. Anais do Seminário Internacional de Meio Ambiente/ABES Porto Alegre-RS. 2004.

## Referências

- ABIPLA. Disponível em <http://www.abipla.org.br/clipping/abiplanoticias200510.pdf>, Acesso em 03/07/2007.
- ACT Department of Urban services – Government. Disponível em: <http://www.act.gov.au>. Acesso em 05/10/2003.
- AGUIAR, A.; GODINHO M.C.; COSTA, C.A. Produção Integrada. Programa Operacional Agricultura e Desenvolvimento Rural. Editora: © SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A. Porto. 1.<sup>a</sup> edição, 2005
- ALVES W. C. et al. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA / DTA – Documento Técnico de Apoio D3 Micromedição. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República - SEDU/PR, por intermédio de Convênio firmado com a Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM da Universidade de São Paulo. Brasília.1999
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL - ABES. Situação dos Recursos Hídricos. Revista BIO. Jul a set 2003
- AYRES R. M., DUNCAN MARA D. *Analysis of Wastewater for Use in Agriculture - A Laboratory Manual of Parasitological and Bacteriological Techniques*. World Health Organization, Geneva, 1996
- BAHIA, SRH. Plano Estadual dos Recursos Hídricos. Diagnóstico, Secretaria do Meio Ambiente, v.1, Governo do Estado da Bahia, Salvador, Brasil. 2003.
- BAHIA, SRH – Superintendência de Recursos Hídricos. Plano Diretor de Recursos Hídricos – PDRH da Bacia do Médio e Baixo Paraguçu. Salvador. Janeiro, 1997.
- BENN, F. R. E McAULIFFE, C. A. Química e Poluição. Tradução de Luiz Roberto Moraes Pitombo e Sérgio Massaro. - Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos; São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo, 1981.
- BLUMENTHAL, U.J. et al. *Guidelines for the Microbiological Quality of treated wastewater used in agriculture: recommendations for revising WHO guidelines*. Special Theme-Environment and Health. 78, 1104-1116. Junho, 2000.



- BORSOI Z.M.F e TORRES S. D. A Política de Recursos Hídricos .o Brasil:  
<http://www.bndes.gov.br/conhecimento/revista/rev806.pdf>, acesso em 23/05/2006.
- BRAILE, P. M., CAVALCANTI, J. E. W. A. *Manual de tratamento de águas residuárias industriais*. São Paulo, CETESB : 1979. 764 p.
- BRASIL, ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução-RDC n.12, de 2 de janeiro de 2001.
- CALIFORNIA DEPARTMENT OF WATER RESOURCES. Using *Greywater in Your Home Landscape* – Greywater Guide. California-EUA. Janeiro, 1995.
- CEKINSKI, E. Fertilizantes fosfatados. In: CEKINSKI, E.; CALMANOVICI, C.E.; BICHARA, J.M.; FABIANI, M.; GIULIETTI, M.; CASTRO, M.L.M. M.; SILVEIRA, P.B.M.; PRESSINOTTI, Q.S.H.C.; GUARDANI, R. (Ed.) Tecnologia de produção de fertilizantes. São Paulo: IPT, 1990. p.95-129.
- CETESB. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaves.asp> . Acesso em 05/06/2007.
- CHAGAS, W. F. Estudo de patógenos e metais em lodo digerido bruto e higienizado para fins agrícolas, das estações de tratamento de esgotos da Ilha do Governador e da Penha no Estado do Rio de Janeiro. Mestrado. Fundação Oswaldo Cruz, Escola Nacional de Saúde Pública; 2000. 89 p.
- CHAHIN R.R., NETTO C.A.M.F., MESSUTI E., RIBEIRO L.A. Sistema de Reaproveitamento de Água para Edificações – 20º. Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental. V – 053, p 2364-2372, 1999.
- CHRISTOVA-BOAL D, EDEN R, MCFARLANE S. *An Investigation into Greywater Reuse for Urban Residential Properties*. Mathew & Ho, op ci, 1994t.
- CIÊNCIA HOJE. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/65523>. Acesso em 20/07/2007.
- CIRRA – Centro Internacional de Referência em Reúso de Água / FCTH. Manual de Conservação e Reúso de Água Para a Indústria ([www.fiesp.com.br/publicacoes/secao2](http://www.fiesp.com.br/publicacoes/secao2) ). FIESP/CIESP. São Paulo- SP. 2004.

- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL:  
<http://www.cetesb.sp.gov.br>. Acesso em 05/10/03.
- CORTECCI G. *Geologia e Salute*. Dipartimento di Scienze della Terra e Geologico-Ambientale, Alma Mater Studiorum - Università di Bologna e CNR - Istituto di Geoscienze e Georisorse Area CNR – Pisa. 2001
- CASTELÕES L. Pesquisa busca fonte alternativa de potássio para agricultura (10/08/2006): [http://www.cpac.embrapa.br/materiais\\_pripag/rocha.html](http://www.cpac.embrapa.br/materiais_pripag/rocha.html). Acesso em 06/06/2007.
- DECA. Disponível em <http://www.deca.com.br>. Acesso em 05/06/2007.
- ECONOMIC SCALE OF GREYWATER REUSE SYSTEMS: [http://www.dbce.csiro.au/inno-web/1200/economic\\_scale.htm](http://www.dbce.csiro.au/inno-web/1200/economic_scale.htm). Acesso em 05/10/03.
- ELIAS A.A. Contextos urbanos e sua disponibilidade hídrica. UNICAMP: <http://www.eco.unicamp.br/nea/agua/disponibilidade.doc>. Acesso em 15/09/2003
- EMBRAPA. Principais deficiências minerais em bovinos de corte. Disponível em : <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/doc/doc112/031capmq.html>. Acesso em 03/03/2007.
- ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY – EPA : <http://www.epa.gov/EPA-WATER/2001/January/Day-22/w1668.htm>). Acesso em 20/11/2004
- ERIKSSON, E. et al. *Characteristics of Grey Water*. Elsevier Magazine. Urban Water. 4, 85-104. Janeiro, 2002.
- EXALL K.. *A Review of Water Reuse and Recycling, with Reference to Canadian Practice and Potential: 2. Applications*. National Water Research Institute, Water Qual. Res. J. Canada, 2004 \* Volume 39, No. 1, 13-28
- FANE S.; REARDON C. *Wastewater Reuse for both urban and rural households*. Standards Australia AS/NZS 1547. 2000.
- FOOD STANDARD AGENCY. Reino Unido. <http://www.food.gov.uk/consultation/consulteng/2006/mineralwaterreds06> . Acesso em 15/11/2006.

- GUNTHER, F. Wastewater treatment by greywater separation: Outline for a biologically based by greywater purification plant in Sweden. *Ecological Engineering*, 15, 139-146. Fevereiro, 2001
- GRANER, C.A.F.; ZUCCARI, M.L.; PINHO, S.Z. Determinação da demanda química de oxigênio em águas por espectrofotometria simultânea dos íons crômio(III) e dicromato. *Eclet. Quím.(São Paulo)*, v.23, p.31-44, 1998.
- HESPANHOL, Ivanildo. Reuso Integrado à Gestão de Recursos Hídricos - Bases para Planejamento. *Anais do XII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos*. Vitória-ES. 16/11/1997
- HESPANHOL, Ivanildo. Potencial De Reuso De Água No Brasil - Agricultura, Indústria, Municípios, Recarga De Aquíferos. *Anais do III Encontro das Águas*. Santiago - Chile. 24/10/2001
- IBGE. Censo de 2000 : <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acesso em 21/10/2003.
- JESSEN, Peter D. Conference explores sustainable wastewater treatment/reuse. *Revista Water&Wastewater International*. Norway, Scandinavia. v.14 n. 2 p. 18-20. Abril/1999.
- KIPERSTOK,A. Sustentabilidade Ambiental: Produção e Consumo. In: I Congresso Internacional de Cooperação Universidade - Indústria - UNINDU 2005, Taubaté. *Anais da UNINDU*, 2005.
- LAPPONI, J.C. Estatística Usando Excel. Laponi Treinamento e Editora, São Paulo-SP, 2000.
- LYONDELL CHEMICAL. Éteres de Glicóis em Produtos de Limpeza: [http://www.freedom.inf.br/artigos\\_tecnicos/20020409/87\\_88.asp](http://www.freedom.inf.br/artigos_tecnicos/20020409/87_88.asp). Acesso em 08/01/2007.
- MAEDA, M., NAKADA, K., KAWAMOTO, K. and IKAEDA, M. Area-wide use of reclaimed water in Tokyo, Japan. *Water Science and Technology* Vol. 33 No 10-11 pp 51-57 © IWA, 1996.

- MAIA, C.E., MORAIS, E.R.C. and OLIVEIRA, M. Estimativa de carbonato de cálcio aplicado via água de irrigação nas regiões da Chapada do Apodi e Baixo Açu, RN, Brasil. Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2001, vol. 5, no. 1 [cited 2007-03-25], pp. 71-75. Available from: [www.scielo.br/scielo.php](http://www.scielo.br/scielo.php).
- MANCUSO, P. C. S. ; SANTOS, H. F. . Reúso de água. São Paulo: Manole, 2003. Referências adicionais: Brasil/Português; Meio de divulgação: Impresso.
- MEDEIROS LEITÃO, S. A. *Wastewater stabilization ponds: a critical review. Tese de Mestrado. Centre for Environmental Sanitation. University of Ghent. Ghent, Bélgica, 1993.*
- MEHNERT, D.U. & STEWEIN, K.E. Reuso de efluente doméstico na agricultura e a contaminação ambiental por vírus entéricos humanos. Biológico, São Paulo, v.65, n.1/2, p.19-21, jan./dez., 2003.
- MEIO AMBIENTE. Disponível em: <http://www.meioambiente.pro.br/agua/guia/agricult.htm>. Acesso em 07/06/2007.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em 05/10/03.
- MITCHELL V.G., MEIN R.G., MCMAHON T.A. *Modelling the urban water cycle.* Elsevier Magazine. Environmental Modelling & Software 16 (2001) 615–629.
- MORGADO A.F. Águas Naturais. Universidade Federal de Santa Catarina / Departamento De Engenharia Química e Engenharia de Alimentos. Junho de 1999
- NATIONAL ASSOCIATION OF PUMBING-HEATING-COOLING CONTRACTORS (2002): <http://www.phccweb.org>. Acesso em 24/05/2004.
- NAUTILIS. <http://nautilus.fis.uc.pt?st2/scenes-p/elem/e01930.html>. Acesso em 30/05/2005
- NSW HEALTH. Greywater Reuse in Severed Single Domestic Premises. Abril, 2000 Environmental Health Service of Western Austrália. Draft Guide Lines for the reuse of Greywaeer in Western Austrália. Julho, 2002.
- NSW HEALTH. Domestic Greywater Treatment Systems Accreditation Guidelines. Abril, 2000.

- ODEH R. AL-JAYYOUSI. *Greywater reuse: towards sustainable water management*. Elsevier Magazine. Desalination 156 (2003) 18 I-I 92.
- OLIVEIRA, F.A.; CARMELLO, Q.A.; MASCARENHAS, H.A. Disponibilidade de Potássio e Suas Relações com Cálcio e Magnésio em Soja Cultivada em Casa-de-Vegetação. *Scientia Agrícola*. v.58 n.2. Piracicaba-SP. abr./jun. 2001
- OLIC, N.B. Recursos hídricos das regiões brasileiras: aspectos, usos e conflitos. *Revista Pangea, Quinzenário de Política, Economia e Cultura*, 2003. [http://www.clubemundo.com.br/revistapangea/show\\_news](http://www.clubemundo.com.br/revistapangea/show_news). Acesso em 23/05/2006.
- OLIVEIRA, F.A.; CARMELLO, Q.A.C.; MASCARENHAS, H.A. Disponibilidade de Potássio e Suas Relações com Cálcio e Magnésio em Soja Cultivada em Casa-De-Vegetação. *Sci. agric.*, Piracicaba, v. 58, n. 2, 2001. Disponível em: [www.scielo.br/scielo.php](http://www.scielo.br/scielo.php). Acesso em: 25/03/2007. Pré-publicação. doi: 10.1590/S0103-90162001000200016
- OMS - Organização Mundial de Saúde: <http://www.oms.com>. Acesso em 05/10/03.
- OXITENO. <http://www.oxiteno.com.br/aplicacoes/mercados/produtos/produto.asp?idio=PO&segmento=0600>. Acesso em 22/07/2007.
- PAGANINI, W. S. Reúso de água na agricultura. In: Mancuso, P. S. S.; Santos, H. F. (ed) *Reúso de água*. Barueri: Manole, 2003. p.338-401.
- PIMENTEL, F.C.R. Projeto Regional Sistemas Integrados de Tratamento e Usos de Águas Residuárias na América Latina: Realidade e Potencial. Convênio : IDRC – PS/HEP/CEPIS 2000 – 2002
- PITTS, D.J.; HAMAN, D.Z.; SMAJSTLA, A.G.. *Causes and prevention of emitter plugging in microirrigation systems*. Gainesville, University of Florida, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, 1990, 258, p.12 Bulletin
- PLANETA ORGÂNICO. Consumo de Água Percapita de Água em Algumas Cidades, Regiões e Países. Disponível em <http://www.planetaorganico.com.br/trabmario-anexo.pdf>. Acesso em: 22/06/2007.

- PNCDA / DTA - Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água — Documento Técnico de Apoio D3 Micromedição. Brasília.1999
- PPCI.Disponível em <http://ppci.com.br/engenhariaseguranca/AmoniaEmergencia.htm> . Acesso em 22/06/2007.
- PRIMAVESI, A. Agricultura em regiões tropicais. Manejo ecológico do solo. São Paulo: Nobel. 2002. 549p.
- QUEENSLAND GOVERNMENT. Guidelines for the Use and Disposal of Greywater in Unsewered Areas. Outubro, 2002
- RODRIGUES, R. C.; PEREIRA W. L.; MATTOS, H. B.; ALVES, A.C. Concentração de Nitrogênio nos Componentes da Parte Aérea do Capim-Braquiária, em Função da Aplicação de Calcário, Nitrogênio e Enxofre. Universidade Federal de Mato Grosso/Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. Revista Agricultura Tropical, v.7., p 18-32, 2003.
- RODRIGUES, M. G. Nutrição e Adubação do Mamoeiro - Macro e Micronutrientes. [www.todafruta.com.br/todafruta/mostra\\_conteudo.asp](http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra_conteudo.asp). Edição: 09/06/04.
- RODRIGUES, R.S. As Dimensões Legais e Institucionais do Reúso de Água no Brasil. Dissertação de Mestrado da escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária. São Paulo- SP. 2005, 177p.
- SAVOY V.L.T., PRISCO R.C.B., ALMEIDA S.D.B. Determinação da Dureza da Água de Regiões Agrícolas do Estado de São Paulo. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v.71, n.3, p.387-389, jul./set., 2004
- SAWYER, C. N.; MCCARTY, P. L.; PARKIN, G. F. *Chemistry for environmental engineering. 4th edition. New York: McCarty – Hill Book Company, 1994.*
- SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Anuário Estatístico da Bahia 2002. Volume 16, Salvador, 2002
- SEI - SUPERINTENDÊNCIA DE ESTUDOS ECONÔMICOS E SOCIAIS DA BAHIA. Índices de Desenvolvimento Econômico e Social - Municípios Baianos 2001. Volume 1, Salvador, 2002

- SENRA J.B. Cuidando das Águas por um Brasil Melhor. [http://www.cnrh-srh.gov.br/artigos/coment\\_jbsenra.htm](http://www.cnrh-srh.gov.br/artigos/coment_jbsenra.htm). Acesso em 23/05/2006.
- SEPRO. Serviço Federal de Processamento de Dados do Governo Federal.  
Disponível em (<http://www.serpro.gov.br/noticiasSERPRO>). Acesso em
- SHUVAL, H.; LAMPERT Y.; FATTAL, B. *Development of a risk assessment approach for evaluating wastewater reuse standards for agriculture*. Water Science and Technology, Oxford. v.35, n.11-12, p.15-20, 1997.
- SILVA, R.T. e ROCHA W.S. Caracterização da Demanda Urbana de Água. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, DTA A3, Brasília, 1999.
- SILVA, S.R., MENDONÇA, A.S.F. Correlação entre DBO E QQQ em Esgotos Domésticos para a Região da Grande Vitória – ES. Artigo Técnico. XI SILUBESA. Vol. 8 - Nº 4 - out/dez 2003, 213-220
- SILVA V. P. Águas servidas: uma alternativa viável. Universidade Federal de Pernambuco – UFRPE. <http://www.ufrpe.br/artigos/artigo-02.html>. Acesso em 21/09/2003.
- SIMONASSI J.C. Caracterização da Lagoa do Peri, Através da Análise de Parâmetros Físico-Químicos e Biológicos, como Subsídio ao Gerenciamento dos Recursos Hídricos da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. Universidade Federal de Santa Catarina / Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. p.51 2001.
- SOARES, J. Nordeste do Brasil - Necessidade de uma fonte alternativa de água. Universidade Federal da Paraíba. Revista Conceitos no. 10. Julho, 2005.
- SOBSEY, M.D.; SHIELDS, P.A.; HAUCHMAN, F.H.; HAZARD, R.L.; CATON III, L.W. Survival of hepatitis A viruses in soils, groundwater and wastewater. Mat. Sci. Tech., v.18, p.97-106, 1986.
- SOCCOL, V.T., PAULINO,R.C. Riscos de contaminação do agroecossistema com parasitos pelo uso do lodo e esgoto. In: Bettiol, W. & Camargo, O. A. (Eds.). Impacto ambiental do uso agrícola do lodo de esgoto. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2000, p. 245-259.

- SOUSA, J.T. DE; LEITE, V.D.; DANTAS, J.P.; DIONIZIO, J.A. Reuso de efluente de esgotos sanitários na cultura do arroz. In: Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 9, Porto Seguro, Ba, 2000. p.1058-1063, ABES, Rio de Janeiro, 2000.
- SOUSA, J.T., CEBALLOS, B.S.; HENRIQUE, I.N.; DANTAS, J.P.; LIMA, S.M. Reúso de água residuária na produção de pimentão (*Capsicum annum* L.). Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. vol.10 no.1 Campina Grande-PA. Mar. 2006
- STRAUB, T.; PEPPER, I.A.; GERBA, C.P. *Comparison of PCR and cell culture for detection of enteroviruses in sludge-amended field soils and determination of their transport*. Appl. Environm. Microbiol., v.61, p.2066-2068, 1995.
- STRAUSS, Martin. Reuso de Águas Servidas –Implicaciones para la Salud. Seminario-Taller Saneamiento Básico y Sostenibilidad, CINARA – Água '98, Cali, Colombia. Junho, 1998
- SUPERINTENDÊNCIA DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP: <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em 21/09/03.
- SUPERINTENDÊNCIA DE ABASTECIMENTO DO ESTADO DE SÃO PAULO - SABESP: <http://www.sabesp.com.br>. Acesso em 10/04/2006.
- SYMPSON, G.C. e CRABTREE P.R. *Monitoring Domestic Water Consumption Patterns*. Seminário internacional CIB W 62. São Paulo, 1987.
- TECHNOWATER:<http://www.technowater.hpg.ig.com.br/menu7/reuso.html>. Acesso em 05/10/03.
- TERPSTRA, P. M. J. (1999) - *Sustainable water usage systems: model for the sustainable utilization of domestic water in urban areas*. Water Science Technology, v. 39 n. 5, p. 65-72. The Rainwater Technology Handbook, 2001 apud Tomaz, 2003.
- UNIVERSIDADE DA ÁGUA. Disponível em: <http://www.uniagua.org.br/website/default.asp?tp=3&pag=qaulidade.htm>
- VON SPERLING, M. Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos. DESA-UFMG.1996.



- WANG, Y.D. et al. The 1992-97 PANEL Study of Residential Water Conservation Impact: *Persistence of Conservation Performances of demand-Side Management Programs*. CEEP University of Delaware, sponsor: Artesian Water Company, Inc., out/1998
- WHO - *World Health Organization. Health guidelines for the use of wastewater in agriculture and aquaculture*. Technical Report Series. 778. Geneva: World Health and Organization, 1989. 74p.
- YATES, M.V. & GERBA, C.P. *Microbial considerations in wastewater reclamation and reuse*. In: ASANO, T (Ed.). *Wastewater reclamation and reuse*. Lancaster, PA: Technomic Publishers, 1998. p.437-88.
- YOU, S.-H. et al. *The Potential for the recovery and reuse of cooling water in Taiwan*. Revista Elsevier Science - Resources, Conservation and Recycling. Taiwan, China. p. 53-70. (1999).

## **APÊNDICES**

---

**Apêndice A**

Questionário final da pesquisa de campo do Projeto REUSÁGUA

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**

consistência	digitação
--------------	-----------

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**  
**GRUPO DE TECNOLOGIAS LIMPAS - TECLIM**

**PROJETO: CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA INTRADOMICILIAR**  
**URBANO PARA FINS DE REÚSO, DO SEMI-ÁRIDO BAIANO**

**QUESTIONÁRIO DE CARACTERIZAÇÃO DAS RESIDÊNCIAS E USUÁRIOS DO**  
**SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA NA CIDADE DE FEIRA DE**  
**SANTANA**

Código de Identificação do Entrevistador |\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_| Data |\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|

Código de Identificação da Residência |\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|\_\_\_\_\_|

Consumo de água do mês |\_\_\_\_\_| m<sup>3</sup>

Nome do Entrevistado: |\_\_\_\_\_|

Posição do entrevistado na família |\_\_\_\_\_| (ver item 12 e colocar o número correspondente)

**I – Questões a respeito do reúso de água e uso da água de chuva**

1. Tem algum conhecimento a respeito do tema reúso de água ou uso da água de chuva?  
|\_\_\_\_\_| 1. sim 2. não
2. Em caso afirmativo: qual foi a fonte de informação? |\_\_\_\_\_|  
0. não se aplica 1. televisão 2. rádio 3. jornal 4. livros 5. internet  
6. conhecidos/amigos/familiares 7. outros \_\_\_\_\_
3. Você acha que o reúso e o uso da água de chuva hoje em dia são importantes?  
|\_\_\_\_\_| 1. sim 2. não
4. Em caso afirmativo, na sua opinião qual o motivo mais relevante para estes tipos de uso?  
|\_\_\_\_\_| 0. não se aplica 1. escassez de água na região 2. conservação dos recursos naturais 3. economia de recursos financeiros 4. outros \_\_\_\_\_

5. Se você fosse usar a água de chuva, onde você o faria? |\_\_|

0. não se aplica 1. jardim, horta ou pomar 2. descarga em vaso sanitário 3. lavagem de carro 4. lavagem de calçada 5. todos 6. outros \_\_\_\_\_

6. No caso do reúso, qual das fontes de água você acha que seria mais aceita para a reutilização? |\_\_|

0. não se aplica 1. lavatório 2. chuveiro 3. vaso sanitário 4. pia de cozinha 5. lavagem de chão 6. lavagem de roupa 7. todos 8. outros \_\_\_\_\_

7. Em quais dos locais listados você acha que o reúso seria mais efetivo? |\_\_|

0. não se aplica 1. jardim, horta ou pomar 2. descarga em vaso sanitário 3. lavagem de carro 4. lavagem de calçada 5. todos 6. outros \_\_\_\_\_

8. Você faria o reúso de água ou o uso da água de chuva em sua residência? |\_\_|

1. Apenas água de chuva 2. apenas água de reúso 3. os dois tipos de uso 4. nenhum

9. Você participaria de um programa para a captação e o uso da água de chuva em sua residência? |\_\_|

1. sim 2. não

10. Aceitaria participar de uma pesquisa em sua residência, onde se identificaria consumos por equipamento (pia, chuveiro, lavatório, etc.). Nesta pesquisa seriam instalados hidrômetros para identificação dos consumos e coletados efluentes. |\_\_|.

1. sim 2. não

11. O que te incentivaria a participar de uma pesquisa em sua residência para identificação dos consumos intra-domiciliares? |\_\_|.

1. Conservação ambiental 2. Perspectiva de economia de água 3. Apoio à ciência e pesquisa 4. pagamentos em espécie 5. descontos na conta de água 6. Nada o convenceria

## II - Características da Família

12. Número de moradores da residência:

N°	Sexo	ES	Idade	PF
01				
02				
03				
04				
05				
06				
07				
08				
09				
10				
11				
12				
13				
14				
Total de moradores:				

<u>Sexo:</u> Masculino – M Feminino – F	<u>PF – Posição na Família:</u> 1. Pessoa responsável 2. Cônjuge/companheiro 3. Filho/enteado 4. Sobrinho/agregado 5. Neto 6. Pai 7. Mãe 8. Irmão 9. Amigo 10. Funcionário doméstico 11. Outro_____
<u>ES – Escolaridade:</u> 01 Não tem idade escolar 02 Nunca estudou 03 Mobral 04 Pré – escolar 05 Ensino fundamental completo 06 Ensino fundamental incompleto 07 Ensino médio completo 08 Ensino médio incompleto 09 Univ. Completo 10 Univ. Incompleto 11 Supletivo 1º grau 12 Supletivo 2º grau	

13. Número de moradores que estão presentes na casa:

1. seg.-sex. manhã |\_\_| 2. seg.-sex. tarde |\_\_| 3. seg.-sex. noite (18h-22h) |\_\_|  
 4. seg.-sex. madrugada (22h-5h) |\_\_| 5. 1+3 |\_\_| 6. 2+3 |\_\_| 7. 1+2+3 |\_\_|  
 8. sáb. manhã |\_\_| 9. sáb. tarde |\_\_| 10. sáb. noite |\_\_| 11. domingo |\_\_|

14. Número de funcionários domésticos na residência durante toda a semana:

1. turno matutino |\_\_| 2. turno vespertino |\_\_| 3. turno noturno |\_\_| 4. 1+2 |\_\_|  
 5. 1+2+3 |\_\_|

15. Periodicidade dos funcionários domésticos eventuais:

1. 01 vez/semana |\_\_| 2. 02 vezes/semana |\_\_| 3. 03 vezes ou mais/semana |\_\_|

### **III - Abastecimento**

16. Qual é a origem da água utilizada em casa? |\_\_|

1. rede de abastecimento
2. rede e cisterna
3. rede e poço
4. rede da casa vizinha
5. outro \_\_\_\_\_

17. Como a água chega até o interior da residência: |\_\_|

1. rede/instalações
2. rede/reservatório superior/ instalações
3. rede/reservatório inferior/ instalações
4. rede/reservatório inferior/reservatório superior/instalações
5. outro \_\_\_\_\_

18. Altura do reservatório de água: |\_\_| m

Obs.: 1. se o reservatório estiver apoiado acima do 1º andar, considerar altura igual à 3 metros.

2. se o reservatório estiver apoiado acima do 2º andar, considerar altura igual à 6 metros.

#### **IV – Característica da residência**

19. Número de banheiros: |\_\_|

20. Número de cozinhas: |\_\_|

21. Número de dormitórios: |\_\_|

22. Número de equipamentos existentes na residência:

1. pia da cozinha com torneira |\_\_|
2. lavadora de pratos |\_\_|
3. lavadora de roupa |\_\_|
4. tanque de lavar com torneira |\_\_|
5. lavatório com torneira |\_\_| (pia de banheiro)
6. chuveiro água fria |\_\_|
7. chuveiro água quente |\_\_|
8. vaso sanitário |\_\_|
9. ducha |\_\_|
10. bidê |\_\_|
11. banheira |\_\_|
12. aspersor |\_\_| (mangueira)
13. torneira externa |\_\_|

23. Tipo de descarga do vaso sanitário: |\_\_|

0. não se aplica
1. caixa de embutir – 20 litros
2. caixa de sobrepor – 14 litros
3. válvula de descarga
4. caixa acoplada - 8 litros (mais antigas)
5. caixa acoplada - 6 litros (mais novas)



### **V - Hábitos da família**

24. A água da rede de abastecimento é usada em casa para: |\_\_|

1. beber
2. cozinhar
3. limpeza pessoal
4. limpeza da casa
5. lavagem de roupa
6. irrigação (jardim/horta)
7. todas as atividades
8. outros \_\_\_\_\_

#### ***V.1 – No Banheiro:***

25. Número de pessoas que tomam banho em casa:

1. 01 vez /dia |\_\_| 2. 02 vezes/dia |\_\_| 3. 03 vezes ou mais/dia |\_\_|

26. Número de pessoas que costumam desligar ou não o chuveiro para se ensaboar:

1. desliga |\_\_| 2. não desliga |\_\_|

27. Número de mulheres que costumam ficar no banho:

1. até 10 min |\_\_| 2. de 10 a 30 min |\_\_| 3. de 30 a 60 min |\_\_| 4. acima de 60 min |\_\_|

28. Número de homens que costumam ficar no banho:

1. até 10 min |\_\_| 2. de 10 a 30 min |\_\_| 3. de 30 a 60 min |\_\_| 4. acima de 60 min |\_\_|

29. Número de pessoas que tomam banho com temperatura da água:

1. quente |\_\_| 2. fria |\_\_|

30. Número de chuveiros cujo tempo para o aquecimento da água é:

1. imediato |\_\_| 2. até 03 min |\_\_| 3. 03 a 05 min |\_\_| 4. mais de 05 min |\_\_|

31. Número de pessoas que escovam os dentes em casa:

1. 01 vez /dia |\_\_\_| 2. 02 vezes/dia |\_\_\_| 3. 03 vezes ou mais/dia |\_\_\_|

32. Número de pessoas que costumam deixar ou não a torneira aberta todo o tempo em que usam a pia do banheiro:

1. deixa aberta |\_\_\_| 2. não deixa aberta |\_\_\_|

33. Número de homens que fazem a barba na semana:

1. 01 vez |\_\_\_| 2. 02 vezes |\_\_\_| 3. 03 vezes ou mais |\_\_\_|

34. Número de pessoas que lavam as mãos em casa:

1. 02 vezes ou menos/dia |\_\_\_| 2. 03 vezes/dia |\_\_\_| 3. 05 vezes ou mais/dia |\_\_\_|

35. Número de pessoas que costumam lavar as mãos em casa:

1. antes de ir ao vaso |\_\_\_| 2. depois de ir ao vaso |\_\_\_| 3. 1+2 |\_\_\_|

4. antes das refeições |\_\_\_| 5. depois das refeições |\_\_\_| 6. 4+5 |\_\_\_|

36. Número de pessoas que utilizam o vaso sanitário em casa:

1. pela manhã |\_\_\_| 2. pela tarde |\_\_\_| 3. pela noite |\_\_\_| 4. 1+2 |\_\_\_| 5. 1+3 |\_\_\_|

6. 2+3 |\_\_\_| 7. 1+2+3 |\_\_\_|

37. Número de pessoas que dão descarga no vaso sanitário:

1. depois de usar o vaso |\_\_\_| 2. antes e depois de usar o vaso |\_\_\_|

38. Os produtos de higiene e uso pessoal utilizados no banheiro são: |\_\_\_|

1. sabonete 2. shampoo 3. pasta de dente 4. condicionador 5. hidratante corporal

6. higienizador bucal líquido 7. tinturas 8. alisantes de cabelo 9. outros \_\_\_\_\_

39. Costumam limpar o banheiro com: |\_\_\_|

0. não se aplica 1. pano úmido com produtos 2. pano úmido sem produtos 3. água e produtos de limpeza 4. outros \_\_\_\_\_

40. Produtos de limpeza que são utilizados no banheiro: |\_\_\_|

0. não se aplica 1. desinfetante 2. água sanitária 3. detergente 4. sabão em pó  
5. sabão em pedra 6. sabão em pasta 7. desengordurantes 8. limpador de vidro  
9. outros \_\_\_\_\_

41. Número de vezes que lava o banheiro na semana: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 a 03 vezes 3. 04 a 5 vezes 4. todos os dias

### **V.2 – Na Cozinha:**

42. Número de pessoas em casa que durante a semana:

1. tomam café |\_\_| 2. almoçam |\_\_| 3. jantam |\_\_| 4. 1+2 |\_\_| 5. 1+3 |\_\_|  
6. 2+3 |\_\_| 7. 1+2+3 |\_\_|

43. Número de vezes que se lava louça em um dia: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 vezes 3. 03 vezes ou mais

44. Número de vezes que se lava louça na semana: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 a 03 vezes 3. 04 a 05 vezes 4. todos os dias

45. Número de pessoas que costumam deixar ou não a torneira aberta todo o tempo em que lavam a louça:

1. deixa aberta |\_\_| 2. não deixa aberta |\_\_|

46. Número de vezes que usa a máquina de lavar louça na semana: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 a 03 vezes 3. 04 a 5 vezes 4. todos os dias

47. Número de pessoas que consomem água para beber em casa:

1. torneira |\_\_| 2. mineral |\_\_|

48. Quantos galões de 20 litros consome de água mineral por semana: |\_\_| unidades.

49. Costumam limpar a cozinha com: |\_\_|

0. não se aplica 1. pano úmido com produtos 2. pano úmido sem produtos 3. água e produtos de limpeza 4. vassoura 5. outros \_\_\_\_\_

50. Produtos de limpeza que são utilizados na cozinha: |\_\_|

0. não se aplica 1. desinfetante 2. água sanitária 3. detergente 4. sabão em pó  
5. sabão em pedra 6. sabão em pasta 7. desgordurantes 8. limpador de vidro  
9. outros \_\_\_\_\_

51. Número de vezes que lava a cozinha com água e sabão na semana: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 a 03 vezes 3. 04 a 5 vezes 4. todos os dias

### ***V.3 – Na Área De Serviço:***

52. Número de dias que se lava roupa na semana utilizando:

1. tanque |\_\_| 2. balde/bacia |\_\_| 3. máquina de lavar |\_\_| 4. outros |\_\_|  
\_\_\_\_\_

53. Número de vezes que se lava roupa em um dia: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 vezes 3. 03 vezes ou mais

54. As pessoas da residência costumam deixar a torneira aberta todo o tempo em que lavam a roupa:

1. sim |\_\_| 2. não |\_\_|

55. Costumam limpar a área de serviço com: |\_\_|

0. não se aplica 1. pano úmido com produtos 2. pano úmido sem produtos 3. água e produtos de limpeza  
4. vassoura 5. outros \_\_\_\_\_

56. Produtos de limpeza que são utilizados na área de serviço: |\_\_|

0. não se aplica 1. desinfetante 2. água sanitária 3. detergente 4. sabão em pó 5. sabão em pedra

6. sabão em pasta 7. desgordurante 8. limpador de vidro 9. amaciante 10. outros  
\_\_\_\_\_

57. Número de vezes que lava a área de serviço na semana: |\_\_|

0. não se aplica 1. 01 vez 2. 02 a 03 vezes 3. 04 a 5 vezes 4. todos os dias

#### **V.4 – Área Externa:**

58. Área irrigada: |\_\_|

- 0. não se aplica
- 1. jardineira
- 2. jardim pequeno - até 20 m<sup>2</sup>
- 3. jardim grande – acima de 20 m<sup>2</sup>
- 4. horta/pomar

59. Número de vezes que rega o jardim na semana com os seguintes equipamentos:

1. aspersor |\_\_| 2. regador |\_\_| 3. mangueira |\_\_| 4. outro |\_\_| \_\_\_\_\_

60. Piscina |\_\_|

- 0. não se aplica
- 1. pequena (até 5 m<sup>3</sup>)
- 2. média (de 5 a 10 m<sup>3</sup>)
- 3. grande (acima de 10 m<sup>3</sup>)

#### **V.5 - Geral:**

61. Qual a preferência em relação a produtos de limpeza: |\_\_|

- 1. produtos de marca
- 2. produtos baratos
- 3. produtos anti-alérgicos
- 4. não tem preferência

62. Costumam usar a quantidade de produto sugerida no rótulo? |\_\_|

- 1. sim
- 2. não, usa em maior quantidade
- 3. não, usa em menor quantidade
- 4. não se preocupa

63. Como é feita a limpeza de carros/motos/bicicletas e calçadas? |\_\_|

- 0. não se aplica
- 1. mangueira
- 2. balde
- 3. outro \_\_\_\_\_

64. As pessoas da residência costumam deixar a torneira aberta todo o tempo em que lavam carros/ motos/ bicicletas/ calçadas?

1. sim |\_\_\_| 2. não |\_\_\_|

65. Quantidade de animais existentes na residência:

1. cachorro |\_\_\_| 2. gato |\_\_\_| 3. aquário |\_\_\_| 4. outro |\_\_\_| \_\_\_\_\_

66. Local que costumam dar banho no animal: |\_\_\_|

0. não se aplica 1. tanque de lavar 2. chuveiro 3. lavatório 4. quintal (sobre o piso) 5. outros

67. Costumam se preocupar com vazamentos existentes dentro da residência? |\_\_\_|

1. sim 2. não

Obs.: considerando-se vazamentos: rompimentos de cano, no vaso sanitário e gotejamentos em torneiras e chuveiros.

68. Ao se detectar algum vazamento, a ação para realizar o conserto costumam ser: |\_\_\_|

1. imediata 2. após uma semana 3. após um mês 4. após um ano 5. quando o equipamento deixa de funcionar 6. geralmente não conserta

69. Se a via não for pavimentada: costumam usar água para assentar poeira na via? |\_\_\_|

0. não se aplica 1. não 2. sim, com mangueira 3. sim, com balde 4. sim, outros

\_\_\_\_\_

## **VI – Ambiente externo ao domicílio**

### **VI.1 Rede Pública De Água:**

70. Qual a regularidade do fornecimento de água? |\_\_|

0. não se aplica 1. todos os dias (24 horas/dia) 2. horas do dia (chega às |\_\_| acaba às |\_\_|)  
3. |\_\_| horas por dia 4. 2 a 4 vezes na semana 5. alguns dias no mês 6. mais de 1 ano que não tem água 7. outros \_\_\_\_\_

71. Estado de conservação da rede pública de água: |\_\_|

0. não se aplica 1. presença de vazamento 2. rede destruída 3. rede aflorando no pavimento 4. rede em aparente bom estado

### **VI.2 Esgotamento Sanitário**

72. O esgoto do domicílio é lançado em: |\_\_|

1. rede de esgoto 2. rede de drenagem 3. fossa 4. a céu aberto na rua 5. a céu aberto em canal/riacho 6. outros \_\_\_\_\_

73. Onde localiza-se a rede de esgoto / fossa ? |\_\_|

0. não se aplica 1. na rua 2. na calçada 3. no fundo do lote 4. na lateral do lote  
5. na frente do lote

74. Estado de conservação da rede de esgoto / fossa: |\_\_|

0. não se aplica 1. presença de vazamentos 2. rede aflorando 3. rede destruída 4. rede obstruída 5. em aparente bom estado

### **VII – Renda da Família**

75. Renda da família: |\_\_|.

1. 0 a 5 SM
2. 6 a 10 SM
3. 11 a 20 SM
4. 21 a 50 SM
5. 50 SM ou mais

76. Número de moradores que contribuem com a renda da família: |\_\_| pessoas

77. Número de telefone da residência: |\_\_\_\_\_|

### **VIII – Observações do pesquisador**

78. Situação do acesso à residência |\_\_|

1. difícil
2. médio
3. fácil

79. Localização da casa: |\_\_|

1. alto
2. encosta
3. baixada
4. platô

80. Tipo de moradia: |\_\_|

1. casa 01 pavimento
2. casa 02 pavimentos
3. casa e comércio

81. Área útil da residência: |\_\_|

1. até 50 m<sup>2</sup>
2. de 50 a 100 m<sup>2</sup>



3. acima de 100 m<sup>2</sup>

82. Equipamentos que detectou-se vazamentos na residência |\_\_\_|

0. não se aplica
1. descarga
2. torneira cozinha
3. torneira banheiro
4. chuveiro
5. ducha
6. torneira externa
7. torneira tanque de lavar
8. todos os equipamentos
9. outros \_\_\_\_\_

83. Situação das instalações hidráulicas para adaptação da medição: (observação do pesquisador)

1. tubulação compatível com o hidrômetro: |\_\_\_| sim (1) não (2)
2. fácil acesso: |\_\_\_| sim (1) não (2)
3. nível de segurança para instalação: |\_\_\_| alto (1) médio (2) baixo (3)
4. condições da tubulação: |\_\_\_| ruim (1) boa (2)

84. Encontrou alguma dificuldade para realizar a pesquisa?

---

---

---

---

85. Quanto tempo demorou no preenchimento do questionário? |\_\_\_\_\_| minutos

86. Qual a impressão do pesquisador quanto a aceitação da família ao programa de reúso?

□

1. simpática 2. não convincente. Porquê?

---

---

---

---

87. Trocou de casa para realizar a pesquisa? Porquê? Qual é o novo endereço?

---

---

---

---

**Apêndice B**

---

Datas das visitas realizadas nas residências

<b>COLETAS</b>	<b>DATAS</b>	<b>RUA / BAIRROS</b>
1°	18/05/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
2°	23/05/05	Rua Romana / TOMBA
3°	25/5/05	Pedro Suzart / BRASILIA
4°	30/05/05	Rua Romana / TOMBA
5°	01/06/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
6°	06/06/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
7°	08/06/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
8°	13/06/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
9°	15/06/05	Pedro Suzart / BRASILIA
10°	20/06/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
11°	27/06/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
12°	29/06/05	Pedro Suzart / BRASILIA
13°	04/07/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
14°	06/07/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
15°	13/07/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
16°	18/07/05	Rua Romana / TOMBA
17°	20/07/05	Pedro Suzart / BRASILIA
18°	25/07/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
19°	27/07/05	Rua Romana / TOMBA
20°	01/08/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
21°	03/08/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
22°	08/08/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
23°	10/08/05	Pedro Suzart / BRASILIA
24°	15/08/05	Caminho Alto das Pedrinhas / FEIRA X
25°	17/08/05	Pedro Suzart / BRASILIA
26°	22/08/05	Rua Araguari / EUCALIPTO
27°	24/08/05	Rua Romana / TOMBA
28°	29/08/05	Rua Romana / TOMBA
29°	31/08/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
30°	06/09/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA
31°	14/09/05	Primeira Travessa Romana / TOMBA

---

**Apêndice C**

Resultados das análises dos efluentes por equipamento

Relatório de ensaios																									
Campanha : Nitrogênio total																									
Unidade: mg/L N																									
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	14	< ldm	16	13	81	21	< ldm	14	21	21	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	18	16	< ldm
Residência 2 - R. Romana	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	13	39	13	26	29	18	21	19	< ldm	12	32	69	45	46	< ldm	17	17	15	17	
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	17	< ldm	< ldm	13	< ldm	< ldm	13	24	39	< ldm	30	22	14	< ldm	< ldm	< ldm	64	< ldm	
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	< ldm	< ldm	< ldm	< ldm	11	< ldm	34	39	27	30	45	12	86	28	23	50	32	10	12	17	13	18	17	27	
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	< ldm	ND	260	720	192	ND	25	12	15	12	35	18	60	130	< ldm	14	39	17	79	505	111	53	157	80	

Ldm (Limite de detecção do método) = 10

ND = Não Detectado

DATAS DE COLETA	1	2	3	4	5	6
Caminho Alto das Pedras,no.8	18/05/05	04/07/05	25/07/05	01/08/05	08/08/05	15/08/05
R. Romana	23/05/05	23/05/05	18/07/05	27/07/05	21/08/05	24/08/05
R. Pedro Suzart	25/05/05	15/06/05	26/06/05	20/07/05	10/08/05	17/08/05
R. Araguari, no. 153	01/06/05	06/06/05	13/06/05	20/06/05	27/06/05	22/08/05
1ª. Travessa Romana	08/06/05	06/07/05	13/07/05	15/08/05	31/08/05	06/09/05

Obs.: As datas de coleta são as mesmas para todos os parâmetros.

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Fosfato</b>																								
<b>Unidade: mgP/L</b>																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	4,2	5,1	7,1	7,4	15,0	12,0	3,0	2,6	109,0	179,0	6,9	220,0	32,0	4,6	43,0	30,0	14,0	4,8	0,2	0,0	0,0	0,4	0,2	0,0
Residência 2 - R. Romana	0,4	3,1	11,0	9,1	56,0	15,0	112,0	46,0	100,0	94,0	74,0	53,0	27,0	1,7	47,0	21,0	69,0	174,0	2,0	4,4	19,0	19,0	10,0	14
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	80,0	48,0	11,0	10,0	5,8	4,8	48,0	1,7	2,0	37,0	41,0	74,0	10,0	63,0	97,0	3,4	89,0	61,0	6,0	1,4	0,3	6,3	43,0	11,0
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	13,0	11,0	19,0	8,0	5,7	24,0	91,0	106,0	502,0	137,0	74,0	74,0	275,0	71,0	91,0	142,0	77,0	53,0	51,0	15,0	25,0	16,0	15,0	25,0
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	28,0	22,0	166,0	399,0	174,0	50,0	131,0	42,0	8,8	48,0	231,0	50,0	128,0	71,0	6,8	2,9	84,0	61,0	51,0	222,0	91,0	25,0	7,9	55,0

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Dureza total</b>																								
<b>Unidade: mg/LCaCO3</b>																								
Domicilio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	125,0	68,0	85,0	74,0	98,0	100,0	23,0	19,0	72,0	53,0	58,0	102,0	89,0	63,0	84,0	59,0	70,0	80,0	70,0	28,0	72,0	57,0	90,0	82,0
Residência 2 - R. Romana	108,0	97,0	97,0	83,0	112,0	156,0	42,0	49,0	72,0	77,0	30,0	64,0	70,0	74,0	76,0	81,0	78,0	94,0	28,0	28,0	40,0	34,0	76,0	68,0
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	89,0	70,0	93,0	68,0	72,0	96,0	38,0	61,0	76,0	47,0	54,0	40,0	84,0	74,0	97,0	70,0	100,0	114,0	70,0	68,0	57,0	55,0	80,0	76,0
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	42,0	91,0	74,0	72,0	66,0	86,0	53,0	65,0	53,0	23,0	25,0	40,0	123,0	66,0	78,0	74,0	91,0	84,0	0,0	0,0	0,0	13,0	19,0	54,0
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	72,0	90,0	91,0	178,0	130,0	108,0	28,0	55,0	25,0	66,0	138,0	50,0	68,0	68,0	51,0	68,0	92,0	102,0	53,0	99,0	46,0	64,0	106,0	72,0



<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Sólidos totais</b>																								
<b>Unidade: mg/L</b>																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	594	474	462	440	544	350	750	1326	510	1976	1526	1298	2800	8586	2094	3024	3104	742	524	522	3902	622	426	278
Residência 2 - R. Romana	604	1100	740	608	908	568	3512	1158	2220	2464	2442	1458	1358	1364	1614	2530	3310	3040	834	1188	906	786	936	774
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	656	656	454	476	524	462	1186	610	448	1762	782	1310	1044	1002	2018	1790	2510	2174	526	514	604	818	834	644
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	884	856	4962	752	714	552	3326	5022	4718	4696	3390	1864	9960	5708	2134	4586	2522	910	1328	1286	1214	808	1226	1082
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	862	378	1372	2402	1472	476	2414	5792	1458	1296	3094	1430	2960	3288	1312	1958	1688	1576	1016	2072	928	736	1464	984

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Sólidos Suspensos</b>																								
<b>Unidade: mg/L</b>																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	8	71	54	55	127	73	666	520	35	336	820	656	1040	421	220	667	983	214	5,5	206	673	202	105	41
Residência 2 - R. Romana	62	83	160	162	349	63	210	87	196	275	868	108	186	411	358	1294	1236	1493	312	220	310	204	294	144
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	32	26	61	102	113	67	305	38	31	80	152	145	70	179	340	234	256	243	34	87	104	206	137	129
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	218	192	190	220	332	213	223	755	434	1031	1046	143	2511	616	828	1893	1060	258	1009	463	471	400	405	568
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	245	184	240	245	206	60	600	860	832	366	1039	620	690	1178	357	778	531	372	309	208	188	207	156	340

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Cálcio</b>																								
<b>Unidade: mg/L Ca</b>																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	43	23	30	25	31	34	4	4,8	21	18	18	32	21	13	19	21	21	28	20	8	23	20	26	29
Residência 2 - R. Romana	40	36	32	30	35	51	13	17	22	27	6,4	17	22	25	26	25	19	23	8,8	8,8	12	8	17	11
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	26	26	28	23	23	33	7,2	21	22	15	16	12	23	25	31	22	31	37	20	23	16	19	25	23
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	15	34	26	27	22	28	12	22	14	5,6	4,8	11	38	21	26	25	24	26	0	0	0	3,2	6,4	12
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	27	30	30	26	40	36	8	19	7,2	17	33	13	24	20	15	24	30	32	18	31	14	18	33	23

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Magnésio</b>																								
<b>Unidade: mg/L Mg</b>																								
<b>Domicílio (endereço)</b>	<b>lavatório</b>						<b>lavanderia</b>						<b>pia da cozinha</b>						<b>chuveiro</b>					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	5,6	3,1	3,6	3,6	4,9	3,4	3,3	2,0	5,6	2,2	3,4	5,3	9,7	8,0	9,2	2,4	4,4	2,4	5,3	2,2	4,1	2,4	6,3	2,4
Residência 2 - R. Romana	3,2	2,9	5,1	2,6	5,8	6,8	2,9	2,2	5,1	3,1	3,4	5,3	4,6	3,6	3,6	5,1	7,3	8,7	1,7	1,7	2,9	3,6	8,3	9,7
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	6,8	1,7	6,6	3,1	3,4	3,4	5,1	2,9	5,6	2,7	3,4	2,4	7,0	3,6	5,6	4,1	5,3	5,3	5,6	3,2	4,6	2,2	4,4	4,4
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	1,5	2,3	2,7	1,7	3,6	3,9	6,0	2,9	5,1	2,4	3,4	2,9	7,7	4,1	4,4	3,6	8,3	4,4	0,0	0,0	0,0	1,3	1,0	5,8
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	1,8	3,9	4,6	27,0	7,3	4,4	2,2	2,2	1,9	5,8	14,0	4,4	2,7	5,1	3,6	1,9	3,9	5,3	2,3	6,1	2,9	4,4	5,8	3,4

Relatório de ensaios																								
Campanha : Sódio																								
Unidade: mg/L Na																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	0	0	115	0	23	0	46	46	1196	667	138	0	92	0	529	23	69	0	0	0	92	46	0	0
Residência 2 - R. Romana	0	0	0	91	46	0	598	253	1149	1149	552	437	161	69	299	252	115	368	23	0	92	137	46	0
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	0	0	0	69	46	0	207	0	0	850	92	298	46	0	92	92	92	0	46	0	0	69	46	0
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	0	0	0	0	0	0	850	1149	1402	1149	459	575	0	46	0	69	0	0	46	46	46	0	0	46
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	0	23	436	483	322	0	482	92	230	92	690	69	367	505	92	46	161	0	23	551	138	23	230	0

<b>Relatório de ensaios</b>																								
<b>Campanha : Potássio</b>																								
<b>Unidade: mg/L K</b>																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	12,0	0,0	3,9	12,0	12,0	0,0	14,0	0,0	23,0	27,0	12,0	0,0	14,0	0,0	35,0	12,0	16,0	0,0	19,0	0,0	0,0	7,8	0,0	0,0
Residência 2 - R. Romana	16,0	7,8	23,0	11,0	16,0	12,0	39,0	12,0	55,0	50,0	23,0	27,0	27,0	19,0	47,0	43,0	19,0	66,0	23,0	12,0	35,0	19,0	3,9	7,8
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	16,0	0,0	12,0	16,0	12,0	0,0	23,0	0,0	16,0	35,0	3,9	0,0	19,0	12,0	19,0	27,0	35,0	0,0	19,0	0,0	3,9	16,0	16,0	0,0
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	7,8	0,0	0,0	3,9	0,0	19,0	27,0	19,0	12,0	27,0	0,0	16,0	35,0	7,8	7,8	23,0	0,0	19,0	12,0	0,0	0,0	12,0	0,0	19,0
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	0,0	7,8	47,0	133,0	43,0	12,0	0,0	58,0	27,0	7,8	35,0	19,0	31,0	66,0	35,0	16,0	27,0	19,0	0,0	164,0	16,0	27,0	47,0	39,0

Relatório de ensaios																								
Campanha : Coliformes totais																								
Unidade: NMP p/ 100 ml																								
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	3500	<2	>= 16000	<2	16000	30	90	>= 16000	>= 16000	>= 160000	>= 16000	>= 1600	16000	>= 16000	160000	90000	14000	>= 16000	16000	>= 16000	>= 16000	>= 160000	>= 16000	>= 1600
Residência 2 - R. Romana	16000	>=1600	>= 16000	>= 16000	16000	16000	20	240	>= 16000	>= 16000	40	<2	160000	16000	>= 160000	>= 160000	>= 160000	>= 160000	16000	>= 1600	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	<2	<2	<2	>= 16000	2400	20	16000	<2	<2	<2	>= 16000	80	16000	>= 160000	>= 160000	16000	>= 160000	>= 160000	<2	>= 160000	300	>= 16000	700	>= 16000
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	>=1600	17000	140	>=1600	16000	220	>=1600	23	4	170	>= 16000	>= 16000	16000	16000	>= 160000	16000	>= 160000	>= 160000	1600	16000	>= 160000	1600	1600	>= 16000
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	40	<2	>= 16000	>= 16000	>= 16000	1100	16000	40	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	500	>= 160000	50000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	2200	9000	>= 16000

Relatório de ensaios																									
Campanha : Coliformes Termotolerantes																									
Unidade: NMP p/ 100 ml																									
Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro						
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	40	<2	16000	0	300	<2	20	>= 16000	>= 16000	30000	>= 16000	140	16000	>= 16000	160000	4000	4000	>= 16000	600	>= 16000	16000	>= 160000	>= 16000	>= 1600	
Residência 2 - R. Romana	16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	16000	16000	<2	17	900	>= 16000	<2	0	160000	16000	16000	>= 160000	>= 160000	>= 160000	16000	>= 1600	2000	>= 16000	16000	>= 16000	
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	<2	0	<2	<2	230	<2	16000	0	0	0	700	<2	16000	>= 160000	>= 160000	>= 16000	>= 160000	>= 160000	<2	>= 16000	300	300	600	>= 16000	
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	500	17000	110	170	9000	11	>= 1600	2	<2	130	>= 16000	>= 16000	16000	16000	>= 160000	>= 16000	>= 160000	>= 160000	>= 1600	16000	>= 16000	>= 1600	300	>= 16000	
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	20	0	>= 16000	>= 16000	>= 16000	1100	16000	40	>= 16000	>= 16000	>= 16000	<2	>= 16000	500	>= 160000	8000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	>= 16000	70	>= 16000	>= 16000	



**Relatório de ensaios****Campanha : DQO****Unidade: mg/L**

Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8	232	204	196	182	215	156	707	1900	980	1542	2948	2872	3296	2972	2692	2292	4624	634	40,8	436	106	573	254	64
Residência 2 - R. Romana	141	220	383	282	324	263	1625	792	1526	1682	2468	1006	1077	954	1452	3944	5160	7440	882	990	885	1150	1642	1212
Residência 3 - R. Pedro Suzart.	148	151	208	123	215	263	1384	209	66	835	726	1224	664	950	2072	1850	3072	2748	136	291	322	701	609	765
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.	761	397	405	542	824	380	2706	5768	4400	7376	4176	1492	4628	2828	3116	3664	3728	1336	1650	1916	1882	1442	1440	2648
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.	151	168	500	810	441	162	2680	6328	2200	1682	4200	1878	3272	3152	1632	2728	1988	2268	821	947	687	788	1118	715

**Relatório de ensaios**

**Campanha : Cloro Livre**

**Unidade: mg/l**

Domicilio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8		>0,25	0	0	0,25	<0,25		0	0	>0,25	>0,25	>0,25		>0,25	>0,25	>0,25	0	<0,25		0	>0,25	0,25	0	0
Residência 2 - R. Romana			0,25	>0	0	>0			0,25	>0	<0,25	>0			0	0	>0,25	0			<0,25	<0,25	<0,25	<0,25
Residência 3 - R. Pedro Suzart.			>0,25	>0,25	0	0			0,25	0	0,5	0,75			0	0	0	0			0	0	0,25	0
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.					>0,25	0,5					>0,25	>0					>0,25	>0					0	0
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.			>0,25	0		<0,25		<0,25	>0,25	>0,25		<0,25		<0,25	>0,25	0		0		<0,25	0	0		0

**Relatório de ensaios**

**Campanha : Cloro Total**

**Unidade: mg/l**

Domicílio (endereço)	lavatório						lavanderia						pia da cozinha						chuveiro					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Residência 1 - Caminho Alto das Pedras,no..8		0,50	>0,25	>0,25	>0,25	0,50		>0,25	0,00	0,25	>0,5	>0,25		>0,25	0,25	0,25	0,00	<0,25		>0,25	0,25	0,25	0,00	0,00
Residência 2 - R. Romana			0,75	<0,5	0,25	<0,50			1,00	0,50	0,25	<0,5			0,00	0,00	>0,25	0,00			0,50	<0,25	<0,25	0,25
Residência 3 - R. Pedro Suzart.			>0,25	>0,25	>0	>0,25			>0,25	0,00	2,00	2,00			0,00	>0,25	0,25	<0,25			0,00	>0,25	>0,25	<0,25
Residência 4 - R. Araguari, no. 153.					>0,25	>0,5					>0,25	0,50					>0,25	<0,25					0,00	<0,25
Residência 5 – 1ª. Travessa Romana.			>0,25	0,00		0,25		<0,25	>0,25	>0,25		0,25		<0,25	>0,25	0,00		<0,250		<0,25	<0,25	0,00		0,00

---

**Apêndice D**

Ficha para registro dos horários de uso dos equipamentos hidráulicos nas residências

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

**ESCOLA POLITÉCNICA**

**DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AMBIENTAL**

**GRUPO DE TECNOLOGIAS LIMPAS - TECLIM**

**PROJETO: CARACTERIZAÇÃO DO USO DA ÁGUA INTRADOMICILIAR URBANO PARA FINS DE REÚSO, DO SEMI-ÁRIDO BAIANO**

consistência	digitação
--------------	-----------

FICHA PARA IDENTIFICAÇÃO DOS HORÁRIOS DE USO DOS EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS PARA CARACTERIZAÇÃO  
QUANTITATIVA DOS EFLUENTES DOMICILIARES

**Nº Hidrômetro da Residência** |\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_|\_\_| **Consumo de água do mês** |\_\_\_\_| m<sup>3</sup>

**PERÍODO DA COLETA** |\_\_|/|\_\_|/|\_\_| | **à** |\_\_|/|\_\_|/|\_\_| | **Data** |\_\_| |\_\_| |\_\_| |

*I – Consumo da água no ( \_\_\_\_\_ ) (colocar o nome do equipamento em uso) :*

Especificar o uso, o dia e o horário de cada um:

USO	dia/mês	Hora: min	Sexo (F/M)	USO	dia/mês	Hora: min	Sexo (F/M)	USO	dia/mês	Hora: min	Sexo (F/M)

Existe atualmente algum vazamento no domicílio? Qual equipamento:

1. chuveiro 2. lavatório 3. descarga 4. ducha 5. aspersor 6. pia 7. tanque de lavar 8. outros \_\_\_\_\_

Observações gerais \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

---

**Apêndice E**

Compilação das Anotações dos Horários de Uso dos Equipamentos Hidráulicos

## EXEMPLO DE COMPILAÇÃO DAS ANOTAÇÕES DOS HORÁRIOS DE USO DOS EQUIPAMENTOS HIDRÁULICOS FEITOS PELOS USUÁRIOS

LOCAL: Rua Pedro Suzart

ANO: 2005

### I – USO DO CHUVEIRO:

DATA	30/set	1/out	2/out	3/out	4/out	5/out	6/out	7/out	8/out	9/out	10/out	11/out	12/out	13/out	14/out	15/out	16/out				
<b>HORÁRIO</b>	22:20						18:30	10:30	18:35	09:20	18:00	08:20			16:30	19:00	10:06	18:00	19:00	17:35	
<b>SEXO</b>	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	Fem.	Fem.
<b>PRODUTOS</b>																					
shampoo																					
sabonete																					
condicionador																					
outros																					

DATA	17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	22/out	23/out	24/out	25/out	26/out	27/out	28/out	29/out	30/out	31/out								
<b>HORÁRIO</b>					12:30	10:00	16:00	08:00	08:30	18:30		22:15	22:30	20:30	08:00	10:00	07:30	18:00	22:30	07:30	10:00		
<b>SEXO</b>	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.	fem.
<b>PRODUTOS</b>																							
shampoo																							
sabonete																							
condicionador																							
outros																							

Obs.: Os valores em branco representam falta de anotações por parte dos usuários ou mesmo a não utilização do equipamento.



2 – USO DA TORNEIRA DA PIA DE COZINHA:

DATA	30/set		1/out		2/out			3/out	4/out	5/out			6/out	7/out	8/out		9/out	10/out	11/out		
HORÁRIO	13:40	18:30	07:20	13:00	15:00	10:30	11:15	18:35	17:30		10:40	12:30	22:00	08:10	13:10	07:30	12:00	22:00	09:30	08:30	08:00
PRODUTOS																					
detergente																					

DATA	12/out		13/out		14/out	15/out			16/out		17/out		18/out	19/out	20/out	21/out	22/out	23/out	24/out		
HORÁRIO	07:30	13:00	07:00	13:00	08:00	08:00	12:00	18:30	08:00	11:00	13:00	08:00	13:30	07:40	08:00	10:40	08:00	07:40	08:40	07:40	13:30
PRODUTOS																					
detergente																					

DATA	25/out		26/out		27/out	28/out		29/out		30/out	31/out	1/nov			2/nov		
HORÁRIO	07:35	08:00	10:00	08:00	13:30	08:00	07:40	13:00	07:40	13:00	12:00	08:00	08:00	13:30	12:30	08:00	13:00
PRODUTOS																	
detergente																	

3 – USO DA TORNEIRA DA ÁREA EXTERNA:

DATA	30/set	1/out	2/out	3/out	4/out	5/out	6/out	7/out	8/out	9/out	10/out	11/out	12/out	13/out	14/out	15/out	16/out	17/out	18/out
HORÁRIO				11:30		10:40	08:00		09:00		08:35	09:30		13:00		09:30			08:00
<b>PRODUTOS</b>																			
água																			
desinfetante																			
cera																			

4 – USO DA TORNEIRA DO LAVATÓRIO:

DATA	30/set	1/out	2/out	3/out		4/out	5/out	6/out		7/out	8/out	9/out	10/out		11/out			12/out	13/out	
HORÁRIO	22:45	07:20	11:10	13:00	13:10	12:45	11:05	08:01	18:00	22:25	09:20	09:45	09:20	14:10	18:05	09:15	12:40	18:50		10:00
<b>PRODUTOS</b>																				
sabão																				
pasta de dente																				
sabonete																				
desinfetante																				

DATA	14/out	15/out	16/out		17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	22/out	23/out	24/out	25/out	26/out	27/out
HORÁRIO		09:30	07:30	10:00	22:30				12:50						07:30
<b>PRODUTOS</b>															
sabão															
pasta de dente															
sabonete															
desinfetante															

DATA	28/out				29/out			30/out		31/out	
HORÁRIO	07:30	09:00	12:30	19:00	07:30	09:00	22:30	08:00	10:00	07:30	09:30
<b>PRODUTOS</b>											
sabão											
pasta de dente											
sabonete											
desinfetante											

5- USO DA DESCARGA DO VASO SANITÁRIO:

DATA	30/set	1/out	2/out	3/out	4/out	5/out	6/out	7/out	8/out	9/out	10/out	11/out	12/out	13/out						
<b>HORÁRIO</b>		21:45	11:10	13:10	12:40			13:00	21:30	13:00	21:40	11:20	10:40	08:20	13:10	20:25		09:00	12:00	16:00
<b>VOLUME DA DESCARGA</b>																				
3L																				
6L																				

DATA	14/out	15/out	16/out	17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	22/out	23/out	24/out	25/out	26/out	27/out	28/out					
<b>HORÁRIO</b>			08:00	10:00	11:55					19:20	07:45	09:15		08:20	14:45	08:00	12:00	08:00	12:00	
<b>VOLUME DA DESCARGA</b>																				
3L																				
6L																				

DATA	29/out	30/out	31/out		
<b>HORÁRIO</b>	07:30	12:00	16:00		07:30
<b>VOLUME DA DESCARGA</b>					
3L					
6L					

6 – USO DA DESCARGA DO VASO SANITÁRIO:

DATA	30/set	1/out	2/out	3/out	4/out	5/out	6/out	7/out	8/out	9/out	10/out	11/out	12/out	13/out	14/out	15/out	16/out		
<b>HORÁRIO</b>	01:30	22:40	17:00		08:00	16:40		15:05			09:30	11:00				22:40		10:00	
<b>PRODUTOS</b>																			
cloro																			
amaciante																			
alvejante																			
sabão																			
desinfetante																			
sabão em pó																			

DATA	17/out	18/out	19/out	20/out	21/out	22/out	23/out	24/out	25/out	
<b>HORÁRIO</b>	09:30	10:30	11:00	12:40	03:30		08:00		11:00	08:30
<b>PRODUTOS</b>										
cloro										
amaciante										
alvejante										
sabão										
desinfetante										
sabão em pó										

**ANEXOS**

**Anexo A**

Proposta de Resolução para Reuso Agrícola elaborada pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos – CNRH em 2006

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE  
CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS  
PROPOSTA DE RESOLUÇÃO Nº \_\_, de \_\_ de \_\_\_\_ de 2006

Art. 1º Esta Resolução estabelece procedimentos para disciplinar a prática de reuso direto não potável de água na modalidade de fim da Resolução CNRH n. 54 de 28 de novembro de 2005

Art. 3. inciso II – Reuso para fins agrícolas e florestais: aplicação de água de reuso para produção agrícola e cultivo de florestas plantadas.

Art. 2º Para efeito desta Resolução, são adotadas as seguintes definições:

- Coliformes termotolerantes: bactérias gram-negativas, em forma de bacilos, oxidase negativas, caracterizadas pela atividade da enzima  $\beta$ -galactosidase. Podem crescer em meios contendo agentes tenso-ativos e fermentar a lactose nas temperaturas de 44°C - 45°C, com produção de ácido, gás e aldeído. Além de estarem presentes em fezes humanas e de animais homeotérmicos, ocorrem em solos, plantas ou outras matrizes ambientais que não tenham sido contaminados por material fecal;
- Irrigação irrestrita: método de irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultivo, inclusive cultivos alimentícios consumidos crus. Inclui também a hidroponia.
- Irrigação restrita: método de irrigação superficial ou por aspersão de qualquer cultivo não ingerido cru, inclui cultivos alimentícios e não alimentícios, forrageiras, pastagens, árvores, cultivos usados em revegetação e recuperação de áreas degradadas no meio rural. Inclui também a hidroponia.
- Razão de Adsorção de Sódio (RAS):

$$RAS = \frac{Na}{\sqrt{\frac{Ca + Mg}{2}}}$$

Sendo as concentrações de  $Na^+$ ,  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  expressa em  $mmol_c L^{-1}$

- CEa
- SDT



Art. 3º Métodos sistemas e tipos de irrigação são apresentados a seguir:

<b>Método de Irrigação</b>	<b>Sistemas de Irrigação</b>	<b>Tipo de Irrigação</b>
Superficial	Inundação	Tabuleiro retangular, tabuleiro em contorno (em curvas de nível).
	Faixas	
	Sulcos	Sulcos comuns (retilíneos), em contorno, em nível, em tabuleiro, em ziguezague, em corrugação.
Aspersão	Com movimentação manual	Portátil, semiportátil, canhão hidráulico portátil, mangueira.
	Com movimentação mecânica	Sobre rodas com deslocamento longitudinal, lateral, pivô-central, auto-propelido com canhão hidráulico.
	Fixos	Fixo-portátil, fixo-permanente, em malha
Localizada	Gotejamento	
	Microaspersão	
	Tubos perfurados, porosos	Xique-xique, jato pulsante, potejamento, cápsulas porosas
Sub-superficial e Subterrânea	Lençol freático estável	Por tubulação subterrânea ou valetas em nível parcelar
	Lençol freático variável	Por tubulação subterrânea ou valetas em nível parcelar

Art 4º (inserir consideração quanto ao efluente de origem não doméstica)

Art. 5º As diretrizes de qualidade da água de reuso consideradas nesta Resolução correspondem aos seguintes tipos de cultivos e de irrigação.

1.Tipo: Fins Florestais e de revegetação

- I. Florestas Plantadas
- II. Recuperação de áreas degradadas no meio rural

2.Tipo: Fins Agrícolas

- I. Forragens e pastagens, fibras, culturas cerealíferas;
- II. Ingeridas após processamento;
- III. Pomares e vinhas; e

IV. Cultivos hortícolas de produtos que são consumidos crus e ou dos que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridos crus sem remoção de películas.

Art. 6º As diretrizes de qualidade microbiológicas da água de reuso para fins agrícolas e florestais são:

Categoria	CT <sub>er</sub> por 100mL <sup>(1)</sup>	Ovos de helmintos por L <sup>(2)</sup>	Observações
Irrigação irrestrita	$\leq 1 \times 10^3$	$\leq 1$	$\leq 1 \times 10^4$ CT <sub>er</sub> por 100mL no caso de irrigação localizada, por gotejamento, de cultivos que se desenvolvem distantes do nível do solo ou técnicas hidropônicas em que o contato com a parte comestível da planta seja minimizado.
Irrigação restrita	$\leq 1 \times 10^4$	$\leq 1$	$\leq 1 \times 10^5$ CT <sub>er</sub> por 100mL no caso da existência de barreiras adicionais de proteção ao trabalhador <sup>(3)</sup> É facultado o uso de efluentes (primários e secundários) de técnicas de tratamento com reduzida capacidade de remoção de patógenos, desde que associado ao método de irrigação subsuperficial <sup>(4)</sup>

Fonte: PROSAB (2006)

Notas:

- (1) *Coliformes termotolerantes; média geométrica durante o período de irrigação, alternativa e preferencialmente pode-se determinar E.coli.*
- (2) *Nematóides intestinais humanos; média aritmética durante o período de irrigação.*
- (3) *Barreiras adicionais de proteção encontradas em agricultura de elevado nível tecnológico, incluindo o emprego de irrigação localizada e equipamentos de proteção individual. Exclui-se desta nota a irrigação de pastagens e forrageiras destinadas à alimentação animal.*
- (4) *Neste caso não se aplicam os limites estipulados de coliformes e ovos de helmintos, sendo a qualidade do efluente uma consequência das técnicas de tratamento empregadas.*

**Parágrafo único.** O padrão de qualidade de efluentes quando expressos apenas em termos de coliformes termotolerantes e ovos de helmintos, aplicam-se ao emprego de sistemas de tratamento por lagoas. Nestes sistemas a remoção de (oo)cistos de protozoários é indicada pela remoção de ovos de helmintos.

Art. 7º (Inserir considerações quanto a limites de substâncias químicas no solo)

Art. 8º. As variáveis de qualidade físico-química da água de reuso para fins agrícolas e florestais são:

Parâmetro	Restrição de uso <sup>(1)</sup>		
	Nenhuma	Ligeira - Moderada	Severa
Salinidade <sup>(2)</sup>			
CEa (dS m <sup>-1</sup> )	< 0,7	0,7 - 3,0	> 3,0
SDT (mg L <sup>-1</sup> )	< 450	450 - 2.000	> 2.000
Infiltração (avaliada usando CEa e RAS simultaneamente)			
RAS	CEa (dS m <sup>-1</sup> )		
0 - 3	> 0,7	0,7 - 0,2	< 0,2
3 - 6	> 1,2	1,2 - 0,3	< 0,3
6 - 12	> 1,9	1,9 - 0,5	< 0,5
12 - 20	> 2,9	2,9 - 1,3	< 1,3
20 - 40	> 5,0	5,0 - 2,9	< 2,9
Toxicidade de elementos químicos específicos (afeta culturas sensíveis) <sup>(3)</sup>			
Sódio (Na)			
Irrigação superficial (RAS)	< 3	3 - 9	> 9
Irrigação por aspersão (mg L <sup>-1</sup> )	< 70	> 70	
Cloreto (Cl <sup>-</sup> ) (mg L <sup>-1</sup> )			
Irrigação superficial	< 140	140 - 350	> 350
Irrigação por aspersão	< 100	> 100	
Boro (B) (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,7	0,7 - 3	> 3
Bicarbonato (HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> ) (mg L <sup>-1</sup> )			
Irrigação por aspersão	< 90	90 - 500	> 500
Cloro residual livre (Cl <sub>2</sub> ) (mg L <sup>-1</sup> )			
Irrigação por aspersão	< 1	1 - 5	> 5
pH	Faixa normal: 6,5 - 8,4		
Problemas de obstrução em métodos de irrigação localizada			
Sólidos em suspensão (mg L <sup>-1</sup> )	< 50	50 - 100	> 100
pH	< 7	7 - 8	> 8
Sólidos dissolvidos (mg L <sup>-1</sup> )	< 500	500 - 2.000	> 2.000
Manganês (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,1	0,1-1,0	>1,0
Ferro (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,20	0,2-1,5	>1,5
Ácido sulfúrico (mg L <sup>-1</sup> )	< 0,2	0,2-2,0	>2,0
Bactérias heterotróficas (org L <sup>-1</sup> )	< 10.000	10.000 - 50.000	> 50.000
Concentrações máximas recomendáveis de oligoelementos em água de irrigação (mg L <sup>-1</sup> ) <sup>(4)</sup>			
	Efeitos de longo prazo		Efeitos de curto prazo
Alumínio (Al)	5,0		20,0
Arsênio (As)	0,1		2,8
Berílio (Be)	0,1		0,5
Cádmio (Cd)	0,01		0,05
Cobalto (Co)	0,05		5,0
Cromo (Cr)	0,1		10,0
Cobre (Cu)	0,2		5,0
Flúoreto (F)	1,0		15,0
Ferro (Fe)	5,0		20,0
Lítio (Li)	2,5		2,5
Manganês (Mn)	0,2		10,0
Molibidênio (Mo)	0,01		0,05
Selênio (Se)	0,02		0,02
Vanádio (va)	0,1		1,0
Zinco (Zn)	2,0		10,0

Fonte: PROSAB, 2006 - Adaptado de WPCF (1989), Ayers & Westcot. (1991), USEPA (2004a).

(1) Restrição de uso:

(a) nenhuma – ausência de problemas potenciais nas culturas, no solo ou nos métodos e sistemas de irrigação;

(b) ligeira a moderada - exige cuidado na seleção dos cultivos e das alternativas de manejo para se garantir o máximo potencial de rendimento;

(c) severa - indica o aparecimento de problemas maiores no solo, nos cultivos ou nos métodos e sistemas de irrigação e exige estratégias de manejo efetivas para se preservar rendimentos aceitáveis.

(2) CEes = 1,5 CEa para uma fração de lixiviação em torno de 15% a 20%.

(3) A maioria dos cultivos arbóreos e plantas lenhosas são sensíveis ao sódio e ao cloreto. Para a maioria dos cultivos anuais que não são sensíveis, pode-se recorrer a informações de tolerância à salinidade

(4) Concentrações máximas na água de irrigação para prevenir efeitos cumulativos no solo: longo prazo - baseados em uma taxa de aplicação de 10.000 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>.ano: curto prazo (até 20 anos) - recomendadas para solos de textura fina, neutra ou alcalina com elevada capacidade de remoção de elementos diversos.

OBS.: verificar os elementos bário, chumbo, e os cianetos, que constam na Instrução técnica n°. 031 (Cetesb, out/2006) e não constam nesta.

Art. 9º Nas situações de utilização de esgoto tratado para fins agrícola e florestais não há restrição de DBO, DQO e SST, sendo as concentrações dos efluentes uma consequência das técnicas de tratamento, que devem ser compatíveis com a qualidade microbiológica definida nesta Resolução.

Parágrafo primeiro. Efluentes com concentrações elevadas desses parâmetros podem favorecer a formação de biofilmes e o entupimento de sistemas de irrigação.

Parágrafo segundo. No caso de filtração terciária a turbidez deve ser utilizada como parâmetro indicador da remoção de protozoários.

§ 1 Para a irrigação irrestrita recomenda-se um padrão de turbidez  $\leq 5$  uT.

§ 2 Em sistemas que incluam a desinfecção deve-se recorrer aos parâmetros de controle da desinfecção (residual desinfetante e tempo de contato) necessários ao alcance do padrão estipulado para coliformes termotolerantes.

Art. 10°. Recomenda-se a seguinte classificação da qualidade da água em relação ao potencial de entupimento de gotejadores:

Fator de entupimento	Risco de entupimento		
	Baixo	Moderado	Severo
<b>Físico (mgL<sup>-1</sup>)</b>			
Sólidos suspensos	< 50	50-100	> 100
<b>Químico (mgL<sup>-1</sup>)</b>			
PH	< 7,0	7,0-8,0	> 8,0
Sólidos dissolvidos	< 500	500-2000	> 2000
Manganês	< 0,1	0,1-1,0	> 1,0
Ferro total	< 0,20	0,2-1,5	> 1,5
Sulfeto de hidrogênio	< 0,2	0,2-2,0	> 2,0
<b>Biológico (No. bactérias L<sup>-1</sup>)</b>			
	< 10.000	10.000-50.000	> 50.000

Fonte: Manual de Irrigação, BERNARDO, S., SOARES, A. A., MANTOVANI, E. C., (2006) – Gilberto e Ford (1986)

(1)

Concentração máxima medida, com um número representativo de amostras de água, usando-se procedimentos-padrão para análise, em mg L<sup>-1</sup>.

Art. 11° A área a ser utilizada para o processo de aplicação de água de reuso deverá atender às seguintes especificações:

- não estar contida em Áreas de Preservação Permanente – APP ou de reserva legal, definidas no Código Florestal – Lei Federal nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, modificada pela Lei Federal nº 7.803, de 18 de julho de 1989, nem nos limites da zona de amortecimento definidos para as unidades de conservação de proteção integral;
- no caso da área estar localizada no domínio de Área de Proteção Ambiental – APA, a aplicação não poderá estar em desacordo com os seus regulamentos;

- no caso da área estar localizada no domínio de APA estadual não regulamentada, a aplicação deverá ser aprovada pelo seu órgão gestor;
- não estar contida no domínio de área de proteção de poços;
- não estar em área de proteção máxima de aquífero;
- afastamento de 50 metros de vias de domínio público, em aplicação em culturas quando se trata de aplicação não localizada;
- afastamento de, no mínimo, 500 metros de núcleos populacionais, para evitar problemas de reclamação por odor. Essa distância de afastamento poderá, ser ampliada ou reduzida quando as condições ambientais, incluindo as climáticas, usos do entorno, formas de aplicação, exigirem a ampliação ou justificarem a redução;
- a profundidade do nível d'água do aquífero livre, medido no final do período das chuvas, no mínimo, de 2 metros conforme recomendações da FAO/ONU (2005);
- declividade máxima de até 15% para a área destinada à aplicação, devendo sempre adotar as medidas de segurança adequadas, para a prevenção de eventuais problemas com erosão do solo;
- os tanques de armazenamento de efluente de ETE deverão ser instalados em áreas que atendam ao disposto nos itens anteriores e deverão ser impermeabilizados com geomembrana ou outra técnica de igual ou superior efeito.

Art. 12º A amostragem do efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico deve ser realizada por meio de uma campanha de amostragens constituídas de duas amostras, sendo cada uma delas obtida em um período mínimo de duas horas com alíquotas coletadas a trinta minutos com volume fixo. Para o parâmetro que não for possível compor a amostra (óleos e graxas, solventes halogenados, BTEX, microbiológicos e parasitológicos, entre outros) sugere-se que seja realizada a coleta da última alíquota que compõe cada uma das duas amostras. A frequência de monitoramento é demonstrada na tabela abaixo:

Parâmetro	Frequência inicial do monitoramento
pH	Diário
Cloro residual e total	Semanal
Coliformes termotolerantes	Semanal
DBO	Mensal
Sólidos solúveis Totais	mensal
Ovos de helmintos	Mensal
Demais parâmetros	Semestral (janeiro ou fevereiro e julho)

Art. 13º As metodologias analíticas para determinação dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos devem atender às especificações das normas nacionais que disciplinem a matéria, da edição mais recente da publicação Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, de autoria das instituições American Public Health Association (APHA), American Water Works Association (AWWA) e Water Environment Federation (WEF), ou das normas publicadas pela ISO (International Standardization Organization).

**Anexo B**

Especificações dos Medidores de vazão de água existentes no mercado<sup>12</sup>

---

<sup>12</sup> Informações constantes no Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA / DTA – Documento Técnico de Apoio D3 Micromedição. Brasília.1999



## **Medidores Volumétricos**

Dois tipos de medidores volumétricos são mais utilizados mundialmente: o tipo pistão rotativo e o de disco nutante. No medidor de pistão rotativo, um cilindro gira excentricamente dentro de uma câmara, também cilíndrica, deslocando volumes bem definidos de água a cada rotação de um eixo central. São medidores compactos, sendo normalmente fabricados em bitolas menores (de 3/8" a 1"), muito embora ainda se encontrem medidores de 2" e até 3", principalmente nos EUA, onde seu uso é generalizado. O medidor de disco nutante foi desenvolvido para aplicações com bitolas maiores. Esses medidores possuem uma câmara com formato de setor esférico, com duas aberturas laterais separadas por uma parede divisória. O seu interior é constituído por um disco que se movimenta com a passagem de água. O registro no medidor é realizado pelo mecanismo de transmissão, do movimento circular do pino localizado na parte central do disco. Os medidores volumétricos ainda não são normalizados no Brasil, o que torna a sua utilização limitada.

## **Medidores Tipo Turbina**

Os medidores tipo turbina, velocimétricos ou taquimétricos, são hoje a quase totalidade dos medidores instalados no Brasil. Seu funcionamento se baseia na movimentação de uma turbina ou rotor, introduzido no escoamento de água, que gira proporcionalmente à vazão que o atravessa. Existem diversos modelos construtivos atualmente no mercado, mas os mais conhecidos são os hidrômetros tipo multijato, os tipo monojato e os tipo hélice ou Woltmann.

## **Medidores Multijato**

O medidor tipo multijato consiste de uma carcaça em liga de cobre que acomoda um conjunto medidor (também conhecido como kit), constituído de uma câmara de

medição, uma turbina ou rotor, uma placa separadora e uma relojoaria ou totalizador. A câmara de medição é dotada de uma série de fendas tangenciais (ou, algumas vezes furos) que direcionam o fluxo de água de forma tangencial contra as pás da turbina, de modo a fazê-la girar. O desenho hidráulico interno da câmara é desenvolvido de modo que a rotação da turbina tenha uma relação constante com o volume que passa por ela (por exemplo, uma volta da turbina equivale a 0,1 L – também chamado de volume cíclico). A relojoaria, ou totalizador simplesmente, através de um trem de engrenagens plásticas, conta o número de voltas da turbina e o multiplica pelo volume cíclico, apresentando no indicador o volume total de água que passa por ele. Os hidrômetros são do tipo extra-seco com transmissão magnética, no qual o movimento da turbina desloca um ímã colocado no extremo da primeira engrenagem do totalizador que é totalmente isolado da água.

### Medidores Monojato

Os medidores tipo monojato surgiram da procura de um medidor mais compacto e simples. Nele a câmara de medição foi eliminada e a turbina gira sob a ação de um jato único produzido por um orifício usinado na entrada da própria carcaça, permitindo concepções construtivas menores e mais econômicas. As concepções disponíveis são similares às dos modelos multijato (extra-seco, classes metrológicas A e B, e úmido, classe metrológica C) nas mesmas vazões nominais, sendo que, no exterior, os medidores seguem também as dimensões iguais às dos multijatots e, em alguns países, dimensões diferenciadas.

### Medidores Tipo Turbina Helicoidal (Woltmann)

Além dos medidores tipo multijato e monojato, também são encontrados no mercado medidores providos de turbina com pás helicoidais, que não necessitam de câmara de medição ou jatos tangenciais. Particularmente utilizados em diâmetros acima de

50 mm (2”), são também denominados medidores Woltmann, em homenagem ao engenheiro que concebeu esse medidor.

### **Medidores Eletrônicos**

São medidores de vazão dotados de conversores que totalizam o volume de líquido através da contagem de pulsos eletrônicos. Existem dois tipos de medidores eletrônicos: medidores com totalizador eletrônico e medidores estáticos com sensor eletrônico.

#### **Medidores com Totalizador Eletrônico.**

São desenvolvimentos dos medidores mecânicos (tanto volumétricos como de velocidade) em que a relojoaria mecânica com trens de engrenagens, ponteiros e roletes, é substituída por uma unidade eletrônica que indica, por meio de dígitos em cristal líquido, o volume totalizado.

#### **Medidores Estáticos ou com Sensor Eletrônico**

Os medidores totalmente estáticos (sem peças móveis) já são uma realidade operacional para medidores de diâmetros nominais acima de 100 mm, mas estão rapidamente se tornando viáveis para medidores menores. Os custos desses medidores, no entanto, ainda são proibitivos para sua generalização em micromedição.



**UFBA**  
**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**  
**ESCOLA POLITÉCNICA**

**DEPTº DE ENGENHARIA AMBIENTAL - DEA**

**MESTRADO PROFISSIONAL EM GERENCIAMENTO E  
TECNOLOGIAS  
AMBIENTAIS NO PROCESSO PRODUTIVO**

Rua Aristides Novis, 02, 4º andar, Federação, Salvador BA

CEP: 40.210-630

Tels: (71) 3235-4436 / 3203-9798

Fax: (71) 3203-9892

E-mail: [cteclim@ufba.br](mailto:cteclim@ufba.br) / [steclim@ufba.br](mailto:steclim@ufba.br)

Home page: <http://www.teclim.ufba.br>