



UFBA

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

MESTRADO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL

Ana Paula Arruda de Almeida Garcia

Fatores associados ao consumo de água em
residências de baixa renda



SALVADOR
2011

ANA PAULA ARRUDA DE ALMEIDA GARCIA

**FATORES ASSOCIADOS AO CONSUMO DE ÁGUA EM
RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em engenharia industrial.

Orientadores: Prof^o. Dr. Asher Kiperstok e
Prof^a. Dr^a. Karla Esquerre

Salvador
2011

G216 Garcia, Ana Paula Arruda de Almeida

Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda / Ana Paula Arruda de Almeida Garcia. – Salvador, 2011.

122f. : il. color.

Orientador: Prof. Dr. Asher Kiperstok

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, 2011.

1. Água - Consumo. 2. Água - Uso. 3. Levantamentos domiciliares. I. Kipertok, Asher. II. Universidade Federal da Bahia. III. Título.

CDD.: 628.14

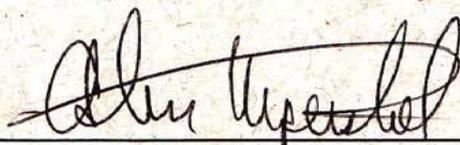
FATORES ASSOCIADOS AO CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA

ANA PAULA ARRUDA DE ALMEIDA GARCIA

Dissertação submetida ao corpo docente do programa de pós-graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia como parte dos requisitos necessários para a obtenção do grau de mestre em Engenharia Industrial.

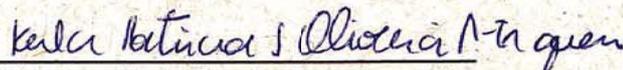
Examinada por:

Asher Kiperstok



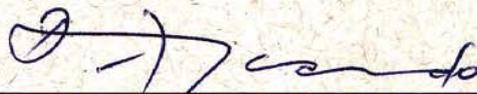
Doutorado em Engenharia Química / Tecnologias Ambientais pela University of Manchester Institute of Science and Technology (1996).

Karla Patricia Santos Oliveira Rodríguez Esquerre



Doutorado em Engenharia Química pela Universidade Estadual de Campinas (2003).

Ricardo Franci Gonçalves



Doutorado em Engenharia do Tratamento de Águas pelo Institut National Des Sciences Appliquées Toulouse (1993).

Wilson Cabral de Sousa Junior



Doutorado em Economia Aplicada pela Universidade Estadual de Campinas (2003).

A

Mainha, Painho, Henrique, Liz e Luis.

Minha base e meu teto.

AGRADECIMENTOS

Aos professores Asher e Karla que me orientaram nesta jornada.

Ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial (PEI) e a Rede de Tecnologias Limpas da Bahia (TECLIM) e toda a equipe de professores, profissionais e pesquisadores pelo apoio.

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) pela bolsa concedida.

As colegas que apoiaram nas entrevistas Vivian, Mirian, Dijara e Adriana.

Aos pesquisadores, e amigos, Cohim, Thais Socorro e Kelly que contribuíram com suas sugestões e comentários para a elaboração deste trabalho.

Aos moradores que gentilmente disponibilizaram suas informações.

A D. Dinalva e Sr. Paulo pelo apoio fundamental na realização da pesquisa.

Ao meu esposo, Luis, e os seus pais, Antonia e Agenor, que de tantas formas me incentivaram e auxiliaram.

Enfim, agradeço a todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

“as cidades do futuro, em vez de feitas de vidro e aço, como fora previsto por gerações anteriores de urbanistas, serão construídas em grande parte de tijolo aparente, palha, plástico reciclado, blocos de cimento e restos de madeira. Em vez das cidades de luz arrojando-se aos céus, boa parte do mundo urbano do século XXI instala-se na miséria, cercada de poluição, excrementos e deterioração.”

Mike Davis, 2006

GARCIA, Ana Paula Arruda Almeida. Fatores associados ao consumo de água em residências de baixa renda. 122 p. il. 2011. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

RESUMO

Esta dissertação teve como objetivo investigar como características socioeconômicas da família e do domicílio influenciam no consumo por água em residências de baixa renda e avaliar qual a percepção dos moradores deste tipo de habitação sobre o consumo de água e uso racional deste recurso. Para isso foram entrevistados moradores de 147 domicílios localizados numa região de baixa renda em Salvador, Bahia. Como instrumento de pesquisa foi adotado questionário semi-estruturado contendo 45 questões. As variáveis avaliadas foram comparadas com o consumo domiciliar e *per capita* verificando o grau de dependência entre elas. Em seguida, foi avaliado o comportamento do consumo residencial segundo aquelas variáveis que apresentaram melhor associação. Foram também analisadas as respostas dos moradores entrevistados sobre o consumo e uso racional de água em seus domicílios. As informações levantadas foram confrontadas com o consumo informado na conta de água paga a concessionária local. Dos domicílios avaliados 55% encontram-se na faixa de consumo onde é cobrada a tarifa mínima, ou seja, até 10m³/mês. O consumo mensal médio de água obtido foi de 10,6 m³. Já o consumo *per capita* ficou em torno de 101 litros diários. Para a população avaliada foi identificada associação significativa entre o consumo residencial de água e aspectos como: número de moradores, número de dormitórios e pontos internos de água e parcela da renda comprometida com o pagamento da conta de água. Quando questionados sobre qual o consumo de água em sua residência, 59% dos entrevistados não souberam responder e 37% responderam a questão com o valor, em reais, que pagavam à concessionária de água e esgoto. Dos entrevistados, 70 % declararam que não acreditavam que as outras pessoas utilizavam água de forma racional, enquanto 89% afirmaram que eles próprios praticavam o uso da água de forma racional. Destacaram-se como fatores motivadores a preocupação com questões financeiras e com a escassez de água. Entre os aspectos identificados nesse trabalho se pode afirmar que o desconhecimento do consumo praticado e o sistema tarifário adotado para cobrança pela água, com uma tarifa fixa para consumos até 10m³, se mostram como um desafio para a implantação de ações para uso racional da água em área de baixa renda, pois, conforme visto, aspectos econômicos são importantes para esta parcela da população, podendo representar um desestímulo ao uso eficiente da água.

Palavras-chaves: Consumo doméstico de água, Famílias de baixa renda, Uso racional da água.

GARCIA, Ana Paula Arruda de Almeida. Associated factors to the consumption of water in low income households. 122 pp. ill. 2011. Master Dissertation - Programa de Pós-graduação em Engenharia Industrial, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

ABSTRACT

This dissertation aims to investigate how socioeconomic characteristics of family and household influence the consumption of water in low-income households and assess how the perception of residents of such housing on consumption of water and rational use of it. For the work were interviewed residents of 147 households located in a low-income region in Salvador, Bahia. The research instrument used was a semi-structured questionnaire containing 45 questions. The variables were compared with household consumption *per capita* evaluating the degree of dependence between them. Next, we evaluated the behavior of residential consumption according to the variables which represented a better association. We also analyzed the responses of the residents interviewed on wise consumption and use of water in their homes. The information collected was compared with the reported consumption in the water bill. Of all, 55% of households were classified in the minimum rate of consumption - up to 10m³ month. The average consumption of water obtained was 10.6 m³. The consumption *per capita* was around 101 liters per day. For the population examined there was a significant association between the consumption of water and residential aspects such as: number of inhabitants, number of bedrooms and internal points of water and also the amount of income committed to paying the water bill. When asked about the water consumption at their residences, 59% of respondents did not know how to answer and 37% answered the question with the value in money paid for the water and sewage services. Of the respondents, 70% stated that they did not believe that other people use water rationally, while 89% said that they practiced the use of water in a rational way. Among the issues identified in this work we can point the lack of knowledge on the consumption of water and the charging system of the water company, with a fixed price for consumption up to 10m³, which can be considered a challenge to implementing actions for the rational use of water in low income households, because, as observed the economic aspects are important for this part of population, which can represent a discouragement to the rational use of water.

KEYWORDS: Domestic water consumption, Low income families, Rational use of water,

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABEP	Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa
CCEB	Critério de Classificação Econômica Brasil
EMBASA	Empresa Baiana de Águas e Saneamento S.A
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IC	Intervalo de confiança
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
OPAS	Organização Pan-Americana da Saúde
PNAD	Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios
PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
PROSAB	Programa de Pesquisas em Saneamento Básico
RNA	Região Nordeste de Amaralina
SM	Salário mínimo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SEI	Superintendência de Estudos Econômicos e Sociais da Bahia
TECLIM	Rede de Tecnologias Limpas da Bahia
UFBA	Universidade Federal da Bahia
UNDP	United Nations Development Programme

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Tipos de conexão não autorizada.....	32
Figura 2. Índice médio de perdas de faturamento dos prestadores de serviços participantes do SNIS no período 1995 a 2008, segundo ano de referência.....	33
Figura 3. Volume e valor das perdas reais e aparentes no Brasil, para o conjunto de prestadores de serviços participantes Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento em 2007.....	35
Figura 4. Curva de erros de um hidrômetro.	37
Figura 5. Gráfico de dispersão entre renda <i>per capita</i> e consumo residencial <i>per capita</i>	42
Figura 6. Índice de progressividade para um consumo domiciliar de 20m ³ /mês, em 2004	53
Figura 7. Valor da conta de água e do m ³ de água consumido, segundo consumo mensal de água.	54
Figura 8. Fotos aéreas de bairros com diferentes índices de ocupação, Itaigara (<i>esquerda</i>) e Nordeste de Amaralina (<i>direita</i>) localizados em Salvador, BA.....	57
Figura 9. Fotos aéreas de bairros com diferentes índices de ocupação, Eng ^o Velho da Federação (<i>esquerda</i>) e Horto Florestal (<i>direita</i>).....	57
Figura 10. Distribuição dos domicílios segundo condição (<i>esquerda</i>) e tipo do imóvel (<i>direita</i>).....	66
Figura 11. Histograma das características dos domicílios avaliados.	67
Figura 12. Histograma das variáveis números de moradores, renda familiar e renda <i>per capita</i> , dos domicílios avaliados.	68
Figura 14. Distribuição de domicílios segundo consumo de água mensal e <i>per capita</i>	70
Figura 15. Existência de reservatórios para armazenamento de água e volume disponível.	72
Figura 16. Gráficos de dispersão entre consumo mensal domiciliar médio e variáveis analisadas	75
Figura 17. Gráficos de dispersão entre consumo <i>per capita</i> e variáveis analisadas	75
Figura 18. Valor do m ³ de água consumido em função do Consumo total mensal e consumo <i>per capita</i> no domicílio	77
Figura 19. Distribuição dos domicílios segundo relação valor pago/valor real.....	78
Figura 20. Fotos do cavalete onde o abastecimento de água foi cortado e o hidrômetro retirado	79
Figura 21. Fotos de hidrômetros instalados na rua onde foi realizada a pesquisa	80
Figura 22. Consumo mensal domiciliar e <i>per capita</i> de água segundo número de moradores	83
Figura 23. Distribuição do consumo <i>per capita</i> de água em litros/pessoa.dia, segundo número de moradores no domicílio.	84

Figura 24. Numero de moradores, consumo mensal domiciliar e <i>per capita</i> de água segundo tipo de imóvel.	85
Figura 25. Consumo mensal domiciliar e <i>per capita</i> de água segundo número de dormitórios.....	86
Figura 26. Histograma para o (a) consumo mensal domiciliar (m ³) e (b) <i>per capita</i> de água (litros/pessoa dia), segundo número de dormitórios no domicílio.	86
Figura 27. Consumo domiciliar e <i>per capita</i> segundo número de pontos internos de consumo de água....	87
Figura 28. Consumo mensal domiciliar e <i>per capita</i> de água segundo escolaridade do chefe da família ..	88
Figura 29. Conhecimento do entrevistado acerca do consumo de água em seu domicílio.....	91
Figura 30. Comparação entre as respostas dos entrevistados sobre a prática do uso racional da água por eles e por outras pessoas, em geral.	91
Figura 31. Fator motivador do uso racional da água, segundo conhecimento do consumo de água do domicílio pelo entrevistado.	92
Figura 32. Fotos lado oeste da rua onde foi realizada a pesquisa	104
Figura 33. Foto lado leste da rua onde foi realizada a pesquisa	105
Figura 34. Foto lado oeste e leste da rua onde foi realizada a pesquisa	105

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Taxa de urbanização no Brasil e Regiões (%).....	26
Tabela 2. Taxa de urbanização (%) nos estados e regiões metropolitanas de suas capitais.....	27
Tabela 3. Domicílios particulares permanentes, por Região metropolitana, segundo classes de rendimento mensal domiciliar.	29
Tabela 4. Consumo de água em localidades de Salvador – BA	43
Tabela 5. Quantidade mínima de água necessária para os diversos usos, proposto por Gleick (1996)	48
Tabela 6. Faixas de consumo para cobrança da tarifa de água para algumas companhias estaduais de água.	52
Tabela 7. Densidade demográfica bruta segundo áreas de ponderação.	56
Tabela 8. Domicílios particulares permanentes, por Área de ponderação, segundo classes de rendimento mensal domiciliar, Região Nordeste de Amaralina, Salvador-Bahia.....	58
Tabela 9. Domicílios particulares permanentes, por Área de ponderação, segundo classes de rendimento mensal domiciliar, Salvador-Bahia.	58
Tabela 10. Nível de confiança para representar a população avaliada (rua estudo de cão) segundo o número de domicílios onde foram determinados os consumos médio domiciliar e <i>per capita</i> de água.	63
Tabela 11. Estatísticas descritivas das características dos domicílios estudados.	66
Tabela 12. Grau de escolaridade da população avaliada.....	68
Tabela 13. Distribuição dos domicílios segundo as faixas tarifárias do consumo de água	70
Tabela 14. Água utilizada para beber no domicílio	71
Tabela 15. Resposta sobre a frequência da falta de água na rede pública segundo a existência de reservatório no domicílio	72
Tabela 16. Correlação de Pearson e Spearman entre consumo domiciliar e <i>per capita</i> com as variáveis analisadas	73
Tabela 17. Correlação de Pearson entre número de moradores, cômodos e dormitórios	76
Tabela 18. Cálculo de valores das contas de água segundo situação do cadastro da ligação junto à concessionária.	78
Tabela 19. Consumo domiciliar mensal médio segundo número de moradores, renda domiciliar/ valor da conta de água, tipo de imóvel, número de dormitórios e nível de escolaridade do chefe da família	83
Tabela 20. Consumo per capita número de moradores, renda domiciliar/ valor da conta de água, tipo de imóvel, número de dormitórios e nível de escolaridade do chefe da família	84
Tabela 21. Consumo domiciliar médio segundo características do domicílio e presença de bens	89
Tabela 22. Consumo <i>per capita</i> segundo características do domicílio, presença de bens e resposta do morador entrevistado sobre o consumo na residência	90

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Comparação entre as faixas de renda correspondentes segundo critério adotado.	28
Quadro 2. Perdas reais por subsistema: Origem e Magnitude	31
Quadro 3. Perdas aparentes por subsistema: Origem e Magnitude.....	31
Quadro 4. Matriz do balanço hídrico no Brasil, com dados ajustados do SNIS, para o conjunto de prestadores de serviços participantes do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento em 2007 .	34
Quadro 5. Erros máximos admissíveis na indicação do volume escoado em hidrômetros	38
Quadro 6. Variáveis usadas para explicar a variação na demanda doméstica de água	41
Quadro 7. Variáveis adotadas pelos autores para explicar a variação na demanda doméstica de água	45
Quadro 8. Grau de associação linear em termos do coeficiente r	63

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	19
1.1. OBJETIVO GERAL.....	21
1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	21
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1. GESTÃO DA OFERTA E GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA.....	24
2.2. OCUPAÇÃO URBANA DESORDENADA E SUA INFLUÊNCIA NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA.	26
2.3. PERDAS FÍSICAS E APARENTES.....	30
2.4. MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E INCERTEZAS ASSOCIADAS.....	36
2.5. FATORES INTERVENIENTES NO CONSUMO RESIDENCIAL.....	40
2.6. CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA.....	45
2.7. O PREÇO DA ÁGUA E SEU PAPEL NO USO RACIONAL DA ÁGUA.....	49
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	56
4. METODOLOGIA	60
4.1. ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	60
4.2. DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO E DA AMOSTRA.....	60
4.3. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.....	61
4.4. TRATAMENTO DE DADOS.....	61
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	65
5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS DOMICÍLIOS PESQUISADOS.....	65
5.2. GRAU DE ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS E O CONSUMO DOMICILIAR DE ÁGUA.....	73
5.3. NÍVEL DE INCERTEZA ASSOCIADO À MEDIÇÃO DO CONSUMO MENSAL DE ÁGUA ...	79
5.4. COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA SEGUNDO AS VARIÁVEIS ANALISADAS 80	
5.5. PERCEPÇÃO DO USUÁRIO SOBRE O CONSUMO E USO RACIONAL DA ÁGUA EM SEU DOMICÍLIO.....	90
6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	97
APÊNDICES	101
APÊNDICE A – Foto aérea com localização da Região Nordeste de Amaralina - RNA.....	103
APÊNDICE B – Fotografias da área de estudo.....	104
APÊNDICE C – Questionários para caracterização do consumo residencial.....	107
APÊNDICE D - Incerteza associada à medição do consumo residencial de água.....	111
ANEXOS	119

ANEXO A - Representação espacial do índice de atendimento total de água dos participantes do SNIS em 2008, distribuído por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros.	121
ANEXO B - Representação espacial do índice de perdas de faturamento para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2008, distribuído por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros.....	122

1. INTRODUÇÃO

O crescimento da população, associado ao aumento do consumo e ao processo de poluição, tem comprometido o atendimento a demanda urbana de água potável a partir dos mananciais mais próximos, obrigando que o abastecimento das cidades seja feito a partir de pontos cada vez mais distantes.

As grandes metrópoles brasileiras se formaram a partir de uma urbanização por expansão de bairros periféricos, sem planejamento, criando espaços segregados e desordenados (JACOBI, 1990 *apud* JULIÃO, 2003).

Segundo Julião (2003) o ato de morar tem um preço quase inacessível a grande parte da população, obrigando a buscar opções mais baratas de habitação, criando assim o processo de favelização. O autor afirma que, o processo de urbanização, além da favelização, trouxe problemas de caráter social, econômico e sanitário, causados principalmente pelo subemprego ou desemprego, gerando exclusão social e privando os cidadãos de oportunidades de melhor qualidade de vida e saúde.

Na tentativa de solucionar o problema o setor saneamento tem concentrado seus esforços, principalmente, em ações voltadas para a gestão da oferta de água, tendendo a se tornar insustentável, tanto do ponto de vista financeiro quanto ambiental. Cohim e Kiperstok (2008) afirmam que o modelo de saneamento adotado atualmente caracteriza-se pelo uso perdulário dos recursos água e energia, levando a consequências como escassez e poluição dos mananciais, representando um problema de saúde pública, limitando o desenvolvimento econômico e os recursos naturais.

Em contrapartida um grande número de pessoas vivem, ainda hoje, sem acesso à água em quantidade e qualidade compatíveis com as suas necessidades básicas, especialmente a população de baixa renda, mesmo nas grandes metrópoles que apresentam altos índices de atendimento.

Segundo a United Nations Development Programme (UNDP, 2006) água limpa e saneamento são mais que impulsores do desenvolvimento humano. Eles ampliam oportunidades, aumentam a dignidade e ajudam a criar de um círculo virtuoso de promoção da saúde e melhoria da qualidade de vida.

Segundo Salati e colaboradores (2002) com o aumento dos custos de construção, a oposição de ambientalistas e os limitados recursos disponíveis, o custo da água para fins domésticos em projetos futuros será estimado em duas a três vezes maior que o de projetos

atuais. Vairavamoorthy e Mansoor (2006) também declaram que para atender as projeções de crescimento da demanda, e avaliando as fontes disponíveis, os custos dos investimentos futuros necessários em saneamento, em muitas cidades, tenderão a dobrar ou triplicar em relação aos custos atuais.

Como em países em desenvolvimento os recursos e investimentos são sempre limitados, muitos autores defendem que estes devem priorizar a adoção de medidas de conservação da água, associadas a um bom planejamento. Vairavamoorthy e Mansoor (2006) afirmam que o setor saneamento nos países em desenvolvimento deve ter uma atitude mais proativa em relação a práticas de gestão da demanda de água.

Muitos pesquisadores defendem a necessidade de soluções que utilizem a água de forma mais sustentável, praticando de forma mais efetiva a gestão da demanda, garantindo o direcionamento destes recursos para uma parcela maior da população. Para atender esses objetivos é necessário, antes de tudo, conhecer os padrões de uso de água e avaliar a eficácia das medidas de racionalização de consumo que vêm sendo propostas e implementadas.

Pesquisas têm buscado relacionar a demanda residencial por água a variáveis socioeconômicas, climatológicas e a características do próprio imóvel. Porém a caracterização do consumo de água intrapredial representa um problema complexo em função do grande número de variáveis envolvidas.

Segundo Memon e Butler (2006) uma previsão precisa da demanda por água é essencial para definir as futuras necessidades de abastecimento de água e avaliar a sustentabilidade financeira das ações de gestão da demanda.

Apesar de muitos estudos evidenciarem a influência da renda domiciliar no consumo, poucos analisam o consumo de uma classe de renda especificamente.

Segundo dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD), realizada em 2007 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), mais de 60% dos domicílios das principais regiões metropolitanas do Brasil, incluindo a de Salvador, possuem renda domiciliar até 5 salários mínimos. Assim acredita-se que estudar o consumo nestas residências significa avaliar os fatores que interferem na demanda por água da maior parte da população brasileira.

1.1. OBJETIVO GERAL

Investigar como características socioeconômicas da família e do domicílio influenciam no consumo de água em residências de baixa renda e avaliar qual a percepção dos moradores deste tipo de habitação sobre consumo e uso racional deste recurso. Procura-se subsidiar proposições para a implantação de ações para gestão da demanda de água para esta parcela da população.

1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conhecer o estado da arte sobre os aspectos associados à demanda residencial de água;
- Identificar as variáveis que influenciam no consumo de água intradomiciliar em residências de baixa e média renda;
- Avaliar o grau de associação entre o consumo residencial de água e características socioeconômicas das famílias e do imóvel em área de baixa renda;
- Avaliar a percepção de moradores de regiões de baixa renda em relação ao consumo em seu domicílio e o uso racional da água;
- Apresentar proposições de ações para gestão da demanda e uso racional da água para população de baixa renda.

1.3. ESTRUTURA DO TRABALHO

Esta dissertação é composta de seis capítulos. Neste primeiro, é feita uma breve introdução aos temas que serão abordados no trabalho, assim como os objetivos do estudo.

No capítulo 2 são discutidos aspectos levantados a partir de revisão bibliográfica. Esta abordou temas associados ao consumo residencial de água, como ocupação urbana desordenada e sua influência no saneamento e no meio ambiente, gestão da oferta e gestão da demanda de água, variáveis intervenientes no consumo residencial, questões associadas às incertezas na medição do consumo de água e a influência do preço da água no consumo doméstico.

No capítulo 3 são apresentadas algumas características da região adotada para estudo de caso. Para a pesquisa apresentada nesta dissertação foram entrevistados moradores do bairro Chapada do Rio Vermelho, localizado em Salvador, Bahia. Este foi escolhido, tendo em vista a inserção da autora na comunidade, onde viveu por 20 anos, e na qual ainda residem familiares.

O capítulo 4 traz a descrição da metodologia adotada. Como instrumento de coleta de dados foi utilizado questionário semiestruturado contendo 45 questões que abordavam: características socioeconômicas das famílias; características do domicílio; informações sobre a conta de água do domicílio e; percepção dos moradores sobre o consumo no domicílio e uso racional da água. Foram entrevistados moradores de 147 residências localizadas na rua adotada como estudo de caso. As informações levantadas foram confrontadas com o consumo de água informado na conta de água.

Os resultados alcançados com o estudo são apresentados no capítulo 5. Neste são discutidas inicialmente as características gerais dos domicílios avaliados na pesquisa. Em seguida é avaliado o grau de associação entre estas características e o consumo de água nas residências. Neste capítulo discute-se o conhecimento que os moradores detêm sobre o consumo de água praticado no seu domicílio, assim como, suas respostas sobre a adoção de medidas para um uso mais racional deste recurso. O capítulo é encerrado com a discussão da influência do preço, e do sistema tarifário adotado, no consumo de água nestas residências.

No último capítulo, são apresentadas as conclusões alcançadas, e as recomendações e sugestões de temas para trabalhos futuros.

Nos apêndices A e B apresentam-se foto aérea da área de estudo e fotografias da região, respectivamente, permitindo visualizar o tipo de ocupação existente na área. O questionário aplicado encontra-se no apêndice C. Já no apêndice D é apresentada parte do estudo sobre incerteza associada à medição do consumo mensal de água em residências. Neste são apresentados a metodologia adotada, resultados, conclusão e bibliografia específica sobre este assunto.

Nos Anexos A e B são apresentados mapas do Brasil onde estão representados o nível de atendimento com abastecimento de água e índice de perdas no sistema por estado da Federação.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entender os fatores que influenciam a demanda doméstica de água, em especial em residências de baixa renda, é o objetivo deste trabalho, e para isso é necessário, antes de tudo, compreender os elementos associados ao consumo de água. Com este propósito, Kiperstok organizou na forma de fluxograma os elementos que compõem ou influenciam o consumo de água numa edificação, mais tarde publicado no livro *Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água*¹ (PROSAB, 2009). São eles:

- Uso necessário ou desejado pelo usuário: Relacionado à quantidade necessária para garantir as condições de higiene e saúde. Nesta parcela está incluído ainda o consumo realizado conscientemente pelo usuário, visando satisfazer suas necessidades de prazer e relaxamento associado à água;
- Desperdício: Uso não necessário ou desejado pelo usuário, associado a perdas evitáveis no momento do contato usuário/aparelho sanitário, provocado pelo próprio usuário ou induzido pelas características do equipamento utilizado;
- Perdas nas instalações prediais: Esta parcela independe do usuário diretamente. Está associada às perdas físicas na instalação hidráulica predial, ou seja, vazamentos. O volume associado a esta parcela dependerá de características da instalação (material, idade, manutenção, pressão a que está submetida);
- Qualidade ambiental do prédio e instalações: refere-se às características da edificação que permitem ou favorecem o uso de fontes alternativas de água tais como água de chuva e reuso;
- Nível de controle: Associado à medição do consumo, configura-se como forma de proporcionar ao usuário a consciência sobre o consumo praticado e a necessidade da adoção de padrões mais racionais. Permitindo ainda, avaliar a eficácia de ações para o uso racional da água e promovendo, com isso, o conhecimento e a gestão da demanda por água. A cobrança é um elemento fundamental nesse sentido.

O entendimento de como estes elementos participam do consumo total e dos fatores que influenciam o desenvolvimento de cada um destes, permitem a identificação de medidas necessárias para a racionalização do uso da água.

¹ Esta publicação é um dos produtos da Rede de pesquisas sobre o tema Racionalização do uso de água e conservação de energia em sistemas de abastecimento públicos e em edificações do Programa de Pesquisas em Saneamento Básico – PROSAB - Edital 05.

2.1. GESTÃO DA OFERTA E GESTÃO DA DEMANDA DE ÁGUA

A água doce tem sido considerada um recurso infinito. Porém a quantidade existente no ciclo hidrológico tem se mostrado, em muitas ocasiões, insuficiente para atender a uma demanda crescente, principalmente diante do atual cenário de poluição, degradação ambiental e desperdício.

As variações no clima e nos padrões hidrológicos estão alterando o cenário global da escassez de água e, apesar dos esforços para redução das emissões de carbono, as mudanças climáticas não são apenas uma ameaça futura, mas uma realidade para a qual países e pessoas já devem se adaptar (UNDP, 2006).

A expansão da ocupação humana sobre os territórios tem comprometido a qualidade dos mananciais mais próximos, obrigando que o abastecimento das cidades seja feito a partir de mananciais cada vez mais distantes, segundo um modelo caracterizado pela gestão da oferta. Segundo esse modelo, as necessidades de água são exigências que devem ser atendidas e não demandas que podem ser alteradas, levando sempre a busca por novos mananciais, à construção de novas barragens, elevatórias, adutoras e estações de tratamento, o que resulta na super exploração dos recursos hídricos, alto encargo energético, super investimento e poluição (COHIM, 2008).

Muitos governantes já enfrentam a necessidade imediata de ajustes na gestão da água, realinhando suprimento e demanda com as fronteiras da sustentabilidade ambiental e disponibilidade hídrica (UNDP, 2006). A sustentabilidade no uso dos recursos requer que sejam empreendidas complementarmente, ações de gestão da oferta e da demanda.

O documento DTA - A1 do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA, 1999, p. 19) define gestão da demanda como “(...) toda e qualquer medida voltada a reduzir o consumo final dos usuários do sistema, sem prejuízo dos atributos de higiene e conforto dos sistemas originais.”

Este documento afirma ainda que a mudança de hábitos deve ser estimulada a partir das ações de educação ambiental, por meio dos estímulos pela política tarifária e a adoção autoestimulada de aparelhos poupadores ou, ainda, incentivada através de subsídios à substituição.

Uma definição mais abrangente para gestão da demanda é apresentada pelo *Department of Water Affairs and Forestry*, da África do Sul (DWAf, 1999 *apud* VAIRAVAMOORTHY e MANSOOR, 2006, pg 184):

“(...) adaptação e implementação de uma estratégia (políticas e iniciativas) por instituições que influenciem na demanda e uso da água para atingir objetivos como eficiência econômica, desenvolvimento social, igualdade social, proteção ambiental, sustentabilidade do suprimento de água e serviços e aceitabilidade política”

Em geral o suprimento de água em áreas urbanas concentra-se apenas em investimentos em novas redes de tratamento e distribuição de água. Por essa razão inovações no setor relacionadas à gestão da demanda são escassas, e vistas frequentemente como paliativas (COHIM, 2008).

Vairavamoorthy e Mansoor (2006, pg. 184) ao discutir sobre o tema afirmam que:

“A gestão da Demanda tem como foco medidas que permita uma melhor e mais eficiente utilização de suprimentos limitados. Destas não resulta necessariamente em uma redução dos níveis de serviço para os consumidores”

Estes declaram que, para atender as projeções de crescimento da demanda, e avaliando as fontes disponíveis, os custos dos investimentos futuros necessários em saneamento, em muitas cidades, tenderão a dobrar ou triplicar em relação aos custos atuais. Salati e colaboradores (2002) afirmam que devido ao aumento dos custos de construção, a oposição de ambientalistas e os limitados recursos disponíveis, o custo da água para fins domésticos em projetos futuros será estimado em duas a três vezes maior que o de projetos atuais.

Ao avaliar os problemas no abastecimento de água na capital do Zimbábue, Manzungu e Machiridza (2005) constataram que estes se devem a demanda maior que a oferta, ocupação desordenada, falta de planejamento e a má gestão. Os autores afirmam ainda que a adoção de abordagens tradicionais para a resolução do problema, tais como busca por novas fontes de água, não são promissoras devido à falta de financiamento. Esta situação se repete em cidades de muitos países em desenvolvimento, como o Brasil, indicando a necessidade de ampliar o foco da gestão da oferta para incluir a gestão da demanda, baseada em medidas que permita uma melhor e mais eficiente utilização de recursos escassos.

Burn e colaboradores (2002) verificaram que a gestão da demanda é capaz de reduzir os custos dos sistemas de abastecimento entre 25 e 45%. Como em países em desenvolvimento os recursos e investimentos são sempre limitados, estes devem priorizar a adoção de medidas de conservação da água, associadas a um bom planejamento.

Segundo Vairavamoorthy e Mansoor (2006) é preciso reconhecer que o setor do saneamento nos países em desenvolvimento deve ter uma atitude mais proativa em relação a práticas de gestão da demanda de água.

Todavia, alguns instrumentos ou ações de gestão da demanda são mais eficientes de acordo com o tipo de público a que serão aplicados. Por exemplo, para consumidores de alta renda, ações como reuso intradomiciliar mostram-se mais eficazes. Para este público medidas

associadas ao aumento do preço da água só são efetivas se combinadas com extensivas campanhas de conscientização. “As pessoas ricas não economizam água devido ao custo” (VAIRAVAMOORTHY e MANSOOR, 2006, p.187). Já para consumidores de média renda, medidas relacionadas ao preço da água são mais eficientes, assim como ações efetivas de conscientização. A população de baixa renda em geral usa pequenos volumes de água, assim a gestão da demanda deve focar em garantir a estes o acesso a água em quantidade que atenda as suas necessidades básicas (VAIRAVAMOORTHY e MANSOOR, 2006)

Estes autores afirmam que um dos maiores benefícios potenciais da gestão da demanda em países em desenvolvimento é permitir mais igualdade na distribuição da água, economizando nas áreas de alta renda e providenciando maiores quantidades para as áreas de baixa renda. Ainda, segundo os autores, nestes países a gestão da demanda deve se voltar para melhorar as condições dos pobres urbanos, assegurando um melhor acesso a água e promovendo a higiene.

2.2. OCUPAÇÃO URBANA DESORDENADA E SUA INFLUÊNCIA NO ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

O século XX no Brasil se caracterizou por um processo intenso de urbanização. A taxa de urbanização brasileira passou de 31,2% em 1940 para 67,6% em 1980. Em 1960, 49% da população residiam em áreas urbanas, em 1970 esse percentual chegou a 58%. A taxa de urbanização do país que em 1991 era de 76% passou para 81% em 2000 (IBGE, 2006).

As regiões brasileiras também acompanharam este crescimento, conforme Tabela 01. Os estados da Região Norte e Nordeste apresentam taxas de urbanização bem inferior aos das regiões Sul e Sudeste (Tabelas 01 e 02), porém as regiões metropolitanas de suas capitais possuem mais de 90% da sua população vivendo em área urbana (Tabela 02).

Tabela 3. Taxa de urbanização no Brasil e Regiões (%)
Fonte: IBGE/ PNAD e Censos Demográficos

Região/Ano	1950	1970	1991	2000	2004
Brasil	36	56	78	81	83
Norte	32	45	59	70	74
Nordeste	26	42	61	69	72
Sudeste	45	73	88	91	92
Sul	30	44	74	81	82
Centro-Oeste	24	48	81	87	86

Tabela 4. Taxa de urbanização (%) nos estados e regiões metropolitanas de suas capitais
 Fonte: IBGE/ PNAD e Censos Demográficos

Local/ Ano	PA	RM de Belém	BA	RM de Salvador	RJ	RM do Rio de Janeiro	SP	RM de São Paulo	PR	RM de Curitiba
1991	52	66	59	97	95	100	93	98	73	91
2000	67	98	67	98	96	99	93	96	81	91
2004	72	98	68	98	97	99	94	96	84	91

Conforme já discutido, o crescimento da ocupação do solo associada ao processo de poluição tem comprometido o atendimento à demanda urbana a partir dos mananciais mais próximos, obrigando que o abastecimento das cidades seja feito a partir de pontos cada vez mais distantes, segundo um modelo caracterizado pela gestão da oferta. Segundo Vairavamoorthy e colaboradores (2008) há dois aspectos importantes para o crescimento explosivo da demanda: O primeiro refere-se à associação do aumento da população com o crescimento econômico e do consumo *per capita*. O segundo é a crescente concentração da população nos centros urbanos.

As grandes metrópoles brasileiras se formaram a partir de uma urbanização por expansão de bairros periféricos, sem planejamento, criando espaços segregados e desordenados, processo iniciado da década de 40 e presente nos dias atuais, excluindo grande parte da população dos serviços urbanos (JACOBI, 1990 *apud* JULIÃO, 2003).

Tony Hodges (2004) da Unidade de Informações da Revista Britânica *The Economist* (*apud* DAVIS, 2006, p.109), ao avaliar a situação da ocupação em Luanda, afirma que

entre 80 e 90% dos moradores urbanos vivem em assentamentos ou construções que não têm situação legal claramente definida. (...) O problema é ainda mais grave para os moradores das favelas de áreas periurbanas, onde reside hoje a maioria dos habitantes das cidades.

DAVIS (2006, p.28) se referindo à expansão das favelas declara que

as cidades do futuro, em vez de feitas de vidro e aço, como fora previsto por gerações anteriores de urbanistas, serão construídas em grande parte de tijolo aparente, palha, plástico reciclado, blocos de cimento e restos de madeira. Em vez das cidades de luz arrojando-se aos céus, boa parte do mundo urbano do século XXI instala-se na miséria, cercada de poluição, excrementos e deterioração.

Antes de prosseguir com a discussão é necessário apresentar alguns critérios adotados para classificação da população segundo faixas de renda.

O IBGE não adota especificamente uma divisão da população em classes. Ao apresentar dados sobre renda, este instituto apenas agrupa as informações em faixas de número de salários mínimos.

Outra forma utilizada é o Critério de Classificação Econômica Brasil (CCEB), criada pela Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa (ABEP). Este avalia o poder de compra das famílias. A classificação é feita com base na posse de bens, e não na renda familiar.

De acordo com a quantidade de bens pré-definidos existentes no domicílio como televisores, carros, máquina de lavar, entre outros, é atribuída uma pontuação. A classe econômica será definida a partir da soma dessa pontuação. Na definição da pontuação são consideradas, ainda, características como número de banheiros no domicílio e grau de instrução do chefe da família (ABEP, 2011). As classes definidas pelo CCEB são A1, A2, B1, B2, C1, C2, D e E.

A título de comparação foi elaborado o Quadro 1.

Quadro 1. Comparação entre as faixas de renda correspondentes segundo critério adotado.

Classes econômicas definidas pelo CCEB¹	Classes de renda adotadas nesta pesquisa	Classes de rendimento domiciliar adotadas pelo IBGE²
A1	Alta	A partir de 20 SM
A2		A partir de 10 a 20 SM
B1	Média	A partir de 5 a 10 SM
B2		A partir de 3 a 5 SM
C1	Baixa	A partir de 2 a 3 SM
C2		A partir de 1 a 2 SM
D		Até 1 SM
E		

Fontes: ¹ABEP, 2011; ² IBGE/ PNAD e Censos Demográficos

Neste estão apresentadas as classes econômicas definidas pelo CCEB, relacionando-as com as classes de rendimento domiciliar, adotadas pelo IBGE. Para isso foram adotados os valores de renda média familiar para cada faixa do CCEB, segundo a ABEP (2011) calculando o valor correspondente em números de salário mínimo.

Para este estudo consideram-se residências de baixa renda aquelas com rendimento mensal familiar até 5 salários mínimos, compreendendo as classe C, D e E do CCEB, conforme Quadro 1.

A partir da Tabela 3, observa-se que mais de 60% dos domicílios das principais regiões metropolitanas do Brasil possui renda domiciliar até 5 salários mínimos, incluindo a Região Metropolitana de Salvador, onde este percentual chega a 77%. Por sua vez, 59% possuem renda familiar até 3 salários mínimos.

Tabela 5. Domicílios particulares permanentes, por Região metropolitana, segundo classes de rendimento mensal domiciliar.

Região Metropolitana	São Paulo		Rio de Janeiro		Belo Horizonte		Salvador	
	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.
Sem rendimento	2%	2%	2%	2%	1%	1%	2%	2%
Até 1 SM	5%	7%	8%	10%	8%	9%	15%	17%
Mais de 1 a 2 SM	15%	22%	19%	29%	18%	27%	23%	41%
Mais de 2 a 3 SM	15%	37%	18%	47%	18%	45%	18%	59%
Mais de 3 a 5 SM	23%	60%	22%	69%	23%	67%	18%	77%
Mais de 5 a 10 SM	23%	83%	18%	87%	20%	87%	14%	90%
Mais de 10 a 20 SM	12%	95%	8%	95%	9%	96%	6%	97%
Mais de 20 SM	5%	100%	5%	100%	4%	100%	3%	100%

Fonte: IBGE, PNAD 2007

Julião (2003) afirma que o ato de morar tem um preço quase inacessível à grande parte da população, obrigando a buscar opções mais baratas de habitação, criando assim o processo de favelização. Este afirma ainda que o processo de urbanização, além da favelização, trouxe problemas de caráter social, econômico e sanitário, causados principalmente pelo subemprego ou desemprego, gerando exclusão social e privando os cidadãos de oportunidades de melhor qualidade de vida e saúde.

Embora algumas regiões brasileiras possuam cerca de 90% da sua população atendida com abastecimento de água, o aumento da cobertura tem sido incipiente nos últimos anos. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2010), o índice de população, em nível nacional, atendida com água aumentou 1,4% de 2003 para 2008. Assim, uma parte significativa da população ainda vive em condição de risco, seja pelo não atendimento (ver Anexo A) ou pela descontinuidade no abastecimento.

O abastecimento intermitente, método muito comum para controle da demanda por água, que em regiões em desenvolvimento é adotado por necessidade e não projetado para funcionar desta forma, segundo a Organização Pan-Americana da Saúde (2001 *apud* MATOS, 2007) é um importante indicador na avaliação dos serviços de abastecimento de água potável, pois representa um risco à saúde pública e indica má utilização e operação da infraestrutura existente. O que resulta em problemas para o suprimento de água como pressão insuficiente na rede, podendo apresentar pressões negativas que favorecerão a contaminação da água, distribuição desigual da água disponível e o abastecimento intermitente.

Segundo Vairavamoorthy e Mansoor (2006), no Sul da Ásia estima-se que cerca de 350 milhões de pessoas recebem serviços algumas horas por dia e em quase todas as cidades

indianas os sistemas são operados de forma intermitente, situação similar a encontrada em outras regiões como África e América latina. Os autores afirmam que tal situação representa custo extra aos consumidores como aquisição de reservatórios, sistemas de bombeamento, entre outros e que os usuários de baixa renda sofrem ainda mais com esta situação, pois nem sempre dispõem de recursos para aquisição de sistemas que reduzam os efeitos da intermitência, tendo muitas vezes que conviver e adequar-se a esta.

2.3. PERDAS FÍSICAS E APARENTES

Associada a discussão sobre a necessidade de implementação de ações voltadas à gestão da demanda apresenta-se a falta de eficiência dos sistemas de distribuição de água, em que a intermitência no fornecimento dos serviços somam-se às perdas no sistema.

Apesar dos esforços e estudos voltados para sua redução, as perdas nos sistemas de distribuição ainda apresentam valores significativos do volume de água retirado dos mananciais.

As perdas são geralmente classificadas em reais e aparentes.

Segundo o PNCDA (2004), as perdas reais estão associadas aos vazamentos no sistema, nas etapas de captação, adução de água bruta, tratamento, reservação, adução de água tratada e a distribuição, e também nos procedimentos operacionais como lavagem de filtros e descargas na rede, quando estes consomem uma quantidade superior ao necessário para operação.

Estas perdas são classificadas em perdas operacionais e por vazamento. As operacionais estão associadas ao funcionamento do sistema, enquanto que as por vazamento está relacionada a falhas nas conexões, rupturas em adutoras, trinca na estrutura, entre outros (PNCDA, 2004).

Já as perdas aparentes (não físicas) são aquelas oriundas de ligações clandestinas (não cadastradas), hidrômetros sub-dimensionados, fraudados ou sem funcionamento (PNCDA, 2004).

Os Quadros 2 e 3 resumem esquematicamente as perdas reais e aparentes, respectivamente, segundo local, origem e magnitude.

Quadro 2. Perdas reais por subsistema: Origem e Magnitude

	SUBSISTEMA	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS FÍSICAS	Adução de água bruta	Vazamentos nas tubulações. Limpeza do poço de sucção	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Tratamento	Vazamentos estruturais Lavagem de filtros Descarga de lodo	Significativa, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Reservação	Vazamentos estruturais Extravasamentos Limpeza	Variável, função do estado das instalações e da eficiência operacional
	Adução de água tratada	Vazamentos nas tubulações Limpeza do poço de sucção Descargas	Variável, função do estado das tubulações e da eficiência operacional
	Distribuição	Vazamentos na rede Vazamentos em ramais Descargas	Significativa, função do estado das tubulações e principalmente das pressões

Nota: Considera-se perdido apenas o volume excedente ao necessário para operação.

Fonte: Documento Técnico de Apoio A2 – PNCDA (2004)

Quadro 3. Perdas aparentes por subsistema: Origem e Magnitude

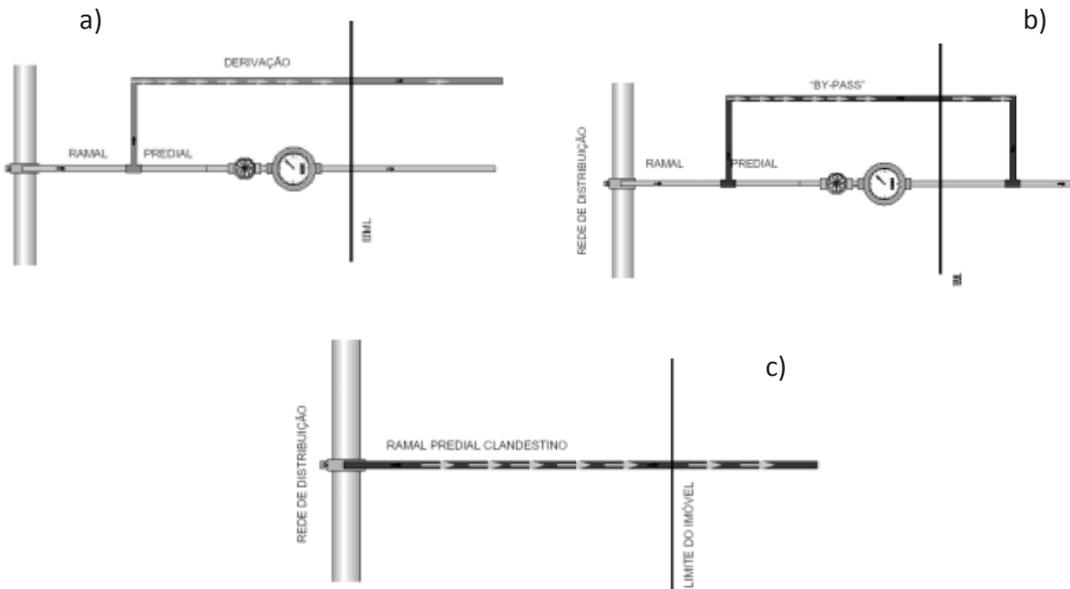
	ORIGEM	MAGNITUDE
PERDAS DE FATURAMENTO	Ligações clandestinas/irregulares Ligações não hidrometradas Hidrômetros parados Hidrômetros que submedem Ligações inativas reabertas Erros de leitura Número de economias errado	Podem ser significativas, dependendo de procedimentos cadastrais e de faturamento, manutenção preventiva, adequação de hidrômetros e monitoramento do sistema

Fonte: Documento Técnico de Apoio A2 – PNCDA (2004)

Segundo Carvalho e colaboradores (2004) o roubo de água é bem comum em ligações residenciais. Para isso é realizada a modificação na ligação feita pela concessionária visando impedir parcial ou totalmente a leitura correta do medidor. Segundo o autor as formas mais comuns são:

- Derivação de ramal: Ligação no ramal predial, antes do hidrômetro utilizando esta água para abastecer parte da propriedade ou outro domicílio (Figura 1a).
- “By-pass”: conexão antes da passagem pelo hidrômetro ligando ao ramal predial, fazendo com que parte da água que passaria pela micromedição, derive para essa conexão, abastecendo a rede de alimentação da propriedade, sem ser medida (Figura 1b).

- Ligação clandestina: ligação direta da rede de distribuição da concessionária, sem qualquer tipo de permissão e cadastro, utilizando a água sem registro e, conseqüentemente, sem cobrança pelo uso (Figura 1c).



Nota: a. derivação de ramal; b. by-pass; c. ligação clandestina.

Figura 1. Tipos de conexão não autorizada.

Fonte: EMBASA (2001) *apud* Carvalho (2004)

Carvalho e colaboradores (2004) afirmam ainda que a maioria das cidades brasileiras possuem problemas na rede de distribuição, gerando perdas físicas que, quando somadas às perdas econômicas agravam o desempenho das empresas de abastecimento.

Kiperstok e Garcia (2011) classificam como “modelo peneira” os sistemas de abastecimento de água que perdem grande quantidade dos recursos extraídos dos mananciais.

Segundo o Ministério das Cidades o valor médio das perdas de faturamento para o conjunto de prestadores de serviço de água, avaliados em 2008 pelo Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, foi de 37,4% (SNIS, 2010), menor valor da série histórica iniciada em 1995. Porém a partir da Figura 2, que apresenta os resultados para os índices de perdas das companhias de saneamento brasileiras que participaram do SNIS nos anos compreendidos entre 1995 e 2007, se verifica a flutuação nos valores em torno dos 40 pontos percentuais. Tendo em vista o nível de incerteza associado às informações disponibilizadas pelas concessionárias, fator que se confirma quando são apresentadas no Quadro 4 as margens de erro, entre 20% e 70%, das parcelas que compõem estas perdas, pode-se afirmar que nos

últimos dez anos não houve reduções de perdas nos sistemas operados pelos prestadores dos serviços de abastecimento água participantes do SNIS, que atendem à aproximadamente 75% dos municípios brasileiros.

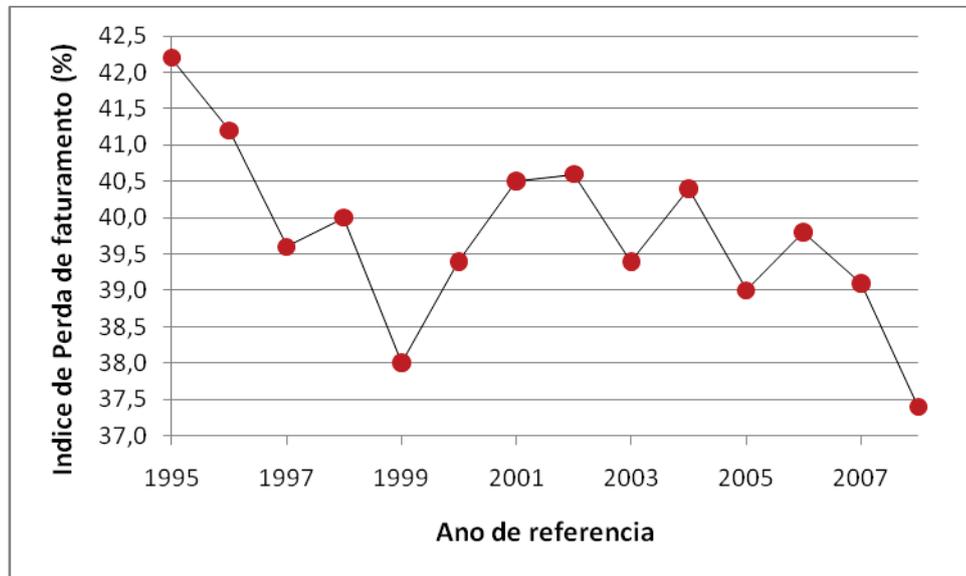


Figura 2. Índice médio de perdas de faturamento dos prestadores de serviços participantes do SNIS no período 1995 a 2008, segundo ano de referência.

Fonte: Ministério das cidades - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. www.snis.gov.br

Outra questão importante na análise dos índices de perdas apresentados pelo SNIS é a grande variação entre os percentuais apresentados para as várias prestadoras avaliadas. A partir do Anexo B, observa-se que em 2008 os estados Ceará, Tocantins, Espírito Santo, Paraná, Santa Catarina e Distrito Federal apresentaram os menores índices de perda de faturamento, abaixo de 30%, enquanto que os estados Acre e Amapá, ambos da região Norte, apresentaram índices de perdas, superior a 70%. A Concessionária que atende a maioria dos municípios da Bahia apresentou, neste período, perdas em torno de 32%.

O Quadro 4 apresenta uma visão esquemática da composição das perdas de água nos sistemas de abastecimento no país, apresentado pelo Ministério das Cidades (SNIS, 2009) e baseado em modelo elaborado por Alegre e colaboradores (2000) e adotado pela *International Water Association* (IWA). O modelo apresenta o balanço hídrico do sistema de abastecimento de água, permitindo visualizar as perdas no serviço, indicando esquematicamente quanto do volume disponibilizado é consumido e perdido. O dimensionamento estimado do balanço hídrico global dos serviços de abastecimento água brasileiros foi realizado utilizando o software freeware WB Easy Calc, desenvolvido por Roland Lienberger, para o Banco Mundial, tendo como base os dados coletados com os

prestadores de serviços participantes do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento em 2007 (SNIS, 2009). O resultado desta análise pode ser visualizado no Quadro 4.

Quadro 4. Matriz do balanço hídrico no Brasil, com dados ajustados do SNIS, para o conjunto de prestadores de serviços participantes do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento em 2007

<p>Volume anual de entrada no sistema Margem de erro [±] 20% 14.028.887.000 m³/ano</p>	<p>Consumo autorizado Margem de erro [±] 2,6% 8.469.085.000 m³/ano 60%</p>	<p>Consumo autorizado faturado 8.035.748.000 m³/ano 57%</p>	<p>Consumo medido faturado 6.530.893.000 m³/ano 47%</p>	<p>Água faturada 8.035.748.000 m³/ano 57%</p>
			<p>Consumo não medido faturado 1.504.855.000 m³/ano 11%</p>	
	<p>Perdas de água Margem de erro [±] 50,6% 5.559.802.000 m³/ano 40%</p>	<p>Consumo autorizado não faturado Margem de erro [±] 50,0% 433.337.000 m³/ano 3%</p>	<p>Consumo medido não faturado 0 m³/ano</p>	<p>Água não faturada Margem de erro [±] 46,8% 5.993.139.000 m³/ano 43%</p>
	<p>Perdas aparentes Margem de erro [±] 20,0% 1.632.493.282 m³/ano 12%</p>	<p>Perdas reais Margem de erro [±] 72,1% 3.927.308.718 28%</p>	<p>Consumo não autorizado Margem de erro [±] 46,0% 522.241.472 m³/ano 4%</p>	
			<p>Imprecisões dos medidores e erros de manipulação dos dados Margem de erro [±] 20,0% 1.110.251.810 m³/ano 8%</p>	

Fonte: Adaptado de SNIS, 2009

Observa-se que as margens de erro associadas ao balanço são bem altas, variando entre 20 e 72%, não permitindo análises mais detalhadas.

Ainda, segundo o Ministério das Cidades (SNIS, 2009, p.48), deve-se considerar que:

(...) no consumo autorizado faturado estão incluídos volumes faturados não consumidos, devido à peculiaridade de sistemas tarifários de alguns prestadores de serviços. Esses volumes não consumidos podem compensar consumos autorizados não faturados de usos sociais como fornecimento a favelas, invasões, etc.

No mesmo documento (SNIS, 2009) são estimados os valores correspondentes ao prejuízo financeiro devido às perdas, tendo como base os valores de tarifa média praticada e custo marginal da água produzida para o ano de 2007. Os resultados podem ser visualizados na Figura 3.

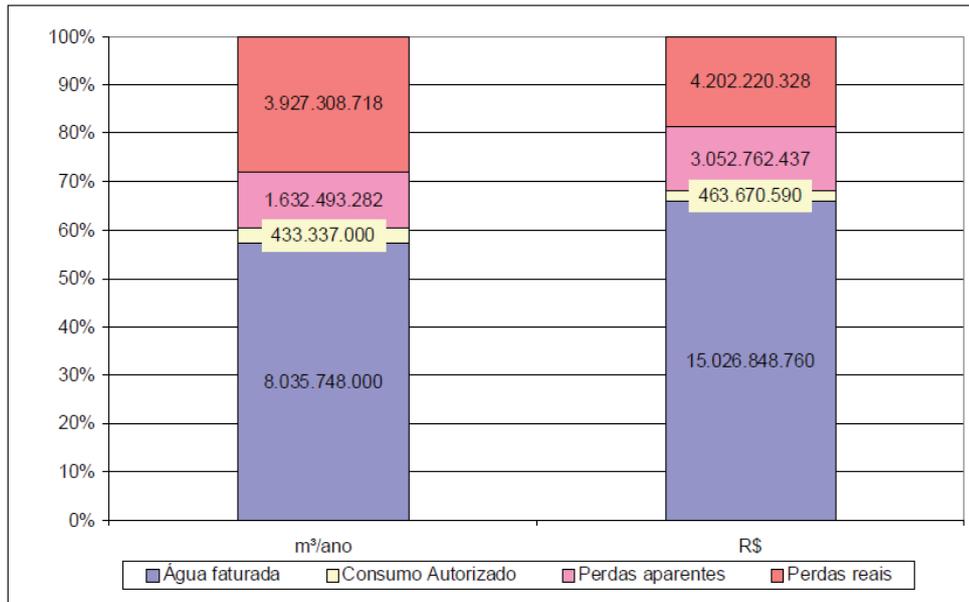


Figura 3. Volume e valor das perdas reais e aparentes no Brasil, para o conjunto de prestadores de serviços participantes Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento em 2007
Fonte: SNIS, 2009

Os valores de perdas (reais e aparentes), calculados com este modelo, representaram 39,6% do volume disponibilizado. As perdas reais, ou seja, vazamentos, representam 28% do volume disponibilizado, correspondendo a um prejuízo de 4,2 bilhões de reais.

As perdas aparentes correspondem a 11,6% do volume disponibilizado, o que representou um prejuízo de aproximadamente 3 bilhões de reais no ano de 2007. Desta parcela, cerca de 4% corresponde às ligações clandestinas, enquanto os outros, quase 8%, estão associados às imprecisões dos medidores e erros na manipulação dos dados, aspecto que será discutido no item seguinte.

Além das perdas na rede de abastecimento pública temos as perdas nas instalações prediais. Segundo Kiperstok e Garcia (2011, p.5)

A visão do “modelo peneira” só se completa quando se considera as perdas e desperdícios que ocorrem dentro dos prédios que, pelas suas características, são mais difíceis de serem monitorados e quantificados.

Dentre os poucos trabalhos que avaliaram as perdas por vazamento intradomiciliar se tem o de Sanchez (2007) que apresenta resultados de medições de perdas por vazamentos em edifícios multifamiliares, onde identificou que elas atingiam valores de até 55% do volume total consumido.

Na pesquisa desenvolvida pelo TECLIM/UFBA (COHIM *et. al.*, 2008), apesar de não terem sido mensurados, há relato de vazamentos na instalação predial que duravam meses para serem corrigidos, além de cenas típicas de desperdício de água.

2.4. MEDIÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA E INCERTEZAS ASSOCIADAS

Conforme discutido no início deste capítulo o controle, associado à medição do consumo, configura-se como uma importante forma de proporcionar ao usuário a consciência sobre o consumo praticado e a necessidade da adoção de padrões mais racionais.

A medição do volume de água consumido numa edificação representa um ponto delicado na relação entre a concessionária de água e os usuários do sistema, pois determina quanto estes pagarão pelo serviço prestado. Assim a medição de água deve ser feita de forma correta, permitindo aos Serviços de Abastecimento garantir que não ocorra submedição e contabilizar eventuais perdas, e aos usuários garantir que não ocorra a sobremedição do seu consumo, e que este pague apenas pelo volume efetivamente consumido.

Quando se trata de medição, geralmente, duas parcelas devem ser avaliadas para obtenção da incerteza associada ao resultado do que é medido. São elas a incerteza do Tipo A, calculada a partir da distribuição estatística dos valores provenientes de séries de medições e que podem ser caracterizadas por desvios-padrão e a do Tipo B, proveniente de outras fontes como erros sistemáticos, escala de leitura do equipamento, condições de leitura e instalação que estão associados ao instrumento ou ainda, incertezas agregadas ao procedimento e por isso estimadas pela experiência do operador, por dados de calibração ou especificação fornecidos pelo fabricante, dentre outros (VIM, 2009).

O volume de água consumido pelos usuários é medido por aparelhos denominados hidrômetros. Os tipos mais comuns utilizados pelas concessionárias brasileiras são os velocimétricos devido ao baixo custo e simplicidade de manutenção (PEREIRA e ILHA, 2008). Nestes, a água passa através de um ou vários orifícios e se introduz numa câmara de medição, perpendicularmente ou tangencialmente às palhetas de uma turbina, girando-a. Quanto maior a vazão, maior a velocidade de ataque às palhetas. Assim, o número de voltas da turbina é proporcional à velocidade de escoamento da água (NIELSEN *et al.*, 2003; PEREIRA e ILHA, 2008). Dentre as principais desvantagens destes modelos têm-se a necessidade de um posicionamento perfeito (nivelado na horizontal e no prumo), a necessidade de trechos retos antes e depois do equipamento e o risco de submedição e sobremedição (MELLO, 2000).

Uma definição necessária na avaliação do funcionamento de hidrômetros é a curva de erros (Figura 4), que consiste na representação gráfica dos erros de indicação em função das vazões, no qual o eixo das abscissas representa as vazões e o eixo das ordenadas o erro relativo percentual correspondente (INMETRO, 2000).

O dimensionamento e avaliação do funcionamento de hidrômetros baseiam-se em suas vazões características. São elas (INMETRO, 2000): Vazão máxima (Q_{\max}) - maior vazão, expressa em m^3/h , na qual o hidrômetro é exigido a funcionar por um curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico quando posteriormente for empregado dentro de suas condições de uso; Vazão nominal (Q_n) - maior vazão nas condições de utilização, expressa em m^3/h , nas quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis; Vazão de transição (Q_t) - vazão, em escoamento uniforme, que define a separação dos campos de medição inferior e superior, da curva de erros de um hidrômetro; Vazão mínima (Q_{\min}) - menor vazão, na qual o hidrômetro fornece indicações que não possui erros superiores aos erros máximos admissíveis.

No Brasil os hidrômetros estão submetidos à homologação de modelos, testes e verificações regulamentadas pela portaria nº 246 de 17 de outubro de 2000 e respectivo Regulamento Técnico Metrológico, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, que estabelece condições a serem satisfeitas por medidores com vazão nominal entre $0,6m^3/h$ e $15m^3/h$

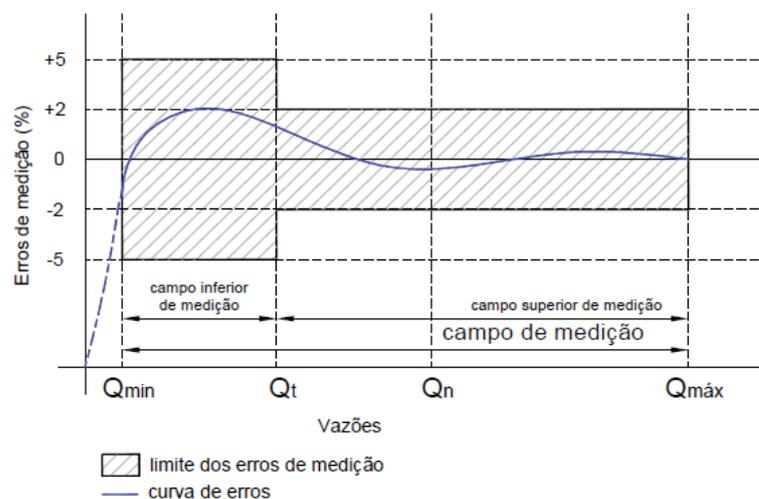


Figura 4. Curva de erros de um hidrômetro.
Fonte: ABNT, 1997 *apud* Pereira e Ilha, 2008

As características técnicas, metrológicas e os métodos de ensaio para medidores velocimétricos de água fria são estabelecidos também pelas normas ABNT-NBR NM 212:2002, para hidrômetros de vazão nominal até $15m^3/h$, e ABNT-NBR 14005:1997, para medidores com vazão nominal superior a $15m^3/h$, correlatas às normas ISO 4064. Entre outras coisas, estas determinam os erros máximos admissíveis (Quadro 5) na medição do volume, quando este passa pelo equipamento, segundo suas vazões características.

Quadro 5. Erros máximos admissíveis na indicação do volume escoado em hidrômetros
 Fonte: INMETRO 246/ 2000; ABNT-NBR NM 212

VAZÕES DE ENSAIO (m ³ /h)	ERROS MÁXIMOS ADMISSÍVEIS (%)
Entre Q _{min} inclusive e Q _t exclusive	± 5
Entre Q _t inclusive e Q _{max} exclusive	± 2

Q_{min}: menor vazão, na qual o hidrômetro fornece indicações que não possui erros superiores aos erros máximos admissíveis; Q_t: vazão que define a separação dos campos de medição inferior e superior, da curva de erros de um hidrômetro; Q_n: maior vazão na quais o medidor é exigido para funcionar de maneira satisfatória dentro dos erros máximos admissíveis; Q_{max}: maior vazão na qual o hidrômetro é exigido a funcionar por um curto período de tempo, dentro dos seus erros máximos admissíveis, mantendo seu desempenho metrológico quando posteriormente for empregado dentro de suas condições normais de uso.

Antes da instalação do hidrômetro no domicílio e periodicamente, durante a sua vida útil, é necessário realizar a calibração destes equipamentos, que consiste em verificar os erros de indicação do hidrômetro nas suas vazões características, visando garantir que estes não operem apresentando em suas medições erros superiores ao máximo admissível.

Durante a instalação e operação muitos fatores podem influenciar na incerteza associada à medição de volume com a utilização de hidrômetros, a saber:

TIPO DE LEITURA

O procedimento atualmente mais utilizado é a leitura visual direta dos medidores de água com digitação em microcomputador portátil e emissão imediata da conta de água, que no ato são entregues aos usuários. A emissão e entrega imediata da conta é vantajosa e econômica no caso de pequenos e médios consumidores (NIELSEN *et al.*, 2003).

Existem situações que dificultam ou mesmo que impossibilitam a leitura visual, são eles: medidores instalados em locais de difícil acesso; medidores instalados em locais protegidos por barreiras como muros, cachorros o que dificulta o acesso do leitorista; deterioração do visor do medidor como arranhões, embaçamento, entre outros; e erros associados ao próprio leitorista que pode ler e registrar incorretamente os dados.

MANUTENÇÃO PREDITIVA E TROCA DE MEDIDORES

O envelhecimento de um medidor (por idade, volume registrado, agressividade do fluido etc.) se manifesta pelo progressivo aumento da vazão de início de funcionamento e um deslocamento progressivo da sua curva característica de erros. Geralmente a idade de substituição de um medidor diminui à medida que aumenta o consumo mensal do usuário (NIELSEN *et al.*, 2003).

Assim, Nielsen e colaboradores (2003) recomendam que o equipamento seja substituído no ano seguinte àquele onde o custo de vida é mínimo. Para isso é necessário avaliar a curva do custo de vida do hidrômetro que é calculado a partir da equação 1.

$$CCV=C_i+C_{inst}+C_{man}+C_{io}$$

Equação 1

Onde: CCV=Custo do ciclo de vida; C_i =Custo inicial do medidor e acessórios; C_{inst} =Custo da instalação e da autorização de uso; C_{man} = Custo da manutenção do medidor e; C_{io} = Custo da ineficiência operacional, associado à submedição e consequente perdas de faturamento.

VERIFICAÇÃO PERIÓDICA DO ERRO DE INDICAÇÃO

O INMETRO (2000) estabelece que as verificações periódicas dos hidrômetros em serviço seja realizada em intervalos não superiores a cinco anos, quando solicitado pelo usuário ou quando autoridades competentes julgarem necessário. O equipamento será dado como aprovado desde que seus erros máximos admissíveis não ultrapassem a $\pm 10\%$ entre Q_{min} , inclusive e Q_t , exclusive, e $\pm 5\%$ entre Q_t , inclusive e Q_{max} , inclusive.

TIPO DE ABASTECIMENTO

Estudos realizados pela SANEPAR (NIELSEN *et al.*, 2003) mostraram que em condições de abastecimento indireto, ou seja, com a adoção de reservatórios na edificação, os medidores de água trabalham em média de 9 a 18 horas por dia com baixas vazões, o que pode implicar em submedição. Porém quando o abastecimento é direto, os medidores são solicitados de forma diferente. Nestas condições o hidrômetro trabalha poucas horas por dia e em altas vazões.

Pereira e Ilha (2008) afirmam que no Brasil é comum o abastecimento indireto e a utilização de válvulas de boia convencionais o que leva à ocorrência de baixas vazões, fazendo com que cerca de 8% a 23% do volume de água potável produzido seja perdido devido à submedição.

CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DO HIDRÔMETRO

A portaria 246/2000 do INMETRO (2000) determina que o hidrômetro deve ser protegido do risco de ser danificado por intempéries, choques ou vibrações induzidas e instalado em conformidade com a posição, horizontal ou vertical, para a qual foi projetado e de forma que trabalhe afogado, em condições normais de utilização.

Segundo Mello (2000) o emprego de medidores inclinados é uma prática bastante comum entre as empresas e serviços de água, visando facilitar a leitura.

Pesquisa que acompanhou a operação de medidores velocimétricos similares, instalados com diferentes ângulos de inclinação, durante quatro anos, verificou que os erros no volume medido foram superiores a 11% e a 14%, para os hidrômetros instalados com inclinação de 18° e superiores a 50° , respectivamente (MELLO, 2000). No mercado já estão disponíveis diversos modelos de hidrômetros construídos com a relojoaria inclinada, na busca

por solucionar esta dificuldade, pois a instalação dos hidrômetros, fabricados para uso na horizontal, em outra posição acarreta elevadas perdas devidas à submedição.

2.5. FATORES INTERVENIENTES NO CONSUMO RESIDENCIAL

Muitas pesquisas têm buscado relacionar a demanda residencial por água a variáveis socioeconômicas, climatológicas e a características do próprio imóvel. Porém a caracterização do consumo de água intrapredial representa um problema complexo em função do grande número de variáveis envolvidas.

Memon e Butler (2006) afirmam que uma previsão precisa da demanda por água é essencial para definir as futuras necessidades de abastecimento de água e avaliar a sustentabilidade financeira das ações de gestão da demanda.

Autores como Fox, McIntosh, e Jeffrey (2009), e ainda, Schleich e Hillenbrand (2009) trazem referências a diversos estudos que buscaram avaliar as variáveis que influenciam no consumo doméstico, conforme apresentado no Quadro 6. Estes afirmam que, dado o crescimento das cidades, é necessário compreender como essas variáveis influenciam no consumo para assim prever a demanda futura.

Arbués e colaboradores (2003), a partir de uma revisão onde foram levantadas as principais metodologias e variáveis utilizadas na determinação do consumo de água, concluíram que preço da água, renda e características do imóvel são determinantes no consumo residencial.

Campos e Von Sperling (1997 *apud* Fernandes Neto, 2004) encontraram alta correlação ao comparar o consumo *per capita* de água, em nove bairros de Belo Horizonte e Contagem–MG, com variáveis como a renda *per capita* ($R^2 = 0,942$), área do lote ($R^2 = 0,887$) e número de vasos sanitários ($R^2 = 0,810$).

Fernandes Neto e colaboradores (2004) avaliaram as variáveis intervenientes no consumo *per capita* de água (população, índice de hidrometração, temperatura, precipitação, renda *per capita*, IDH, entre outros), para 96 municípios de Minas Gerais, comparando os resultados segundo faixas populacionais dos municípios avaliados. A partir de gráficos de dispersão, grau de correlação linear entre as variáveis e de regressão múltipla, adotando o método *stepwise*², os autores observaram que entre os fatores influenciáveis no consumo *per*

² Método para seleção de variáveis independentes que efetivamente devem fazer parte do modelo regressão multivariada, baseado em algoritmo que avalia a importância das variáveis. Neste processo é realizado o procedimento de inclusão ou exclusão de variáveis independentes no modelo, uma a uma, buscando com isso regressão que melhor represente a variação da variável dependente (ESQUERRE, 2007).

capita de água dos municípios, destacou-se o nível socioeconômico da população abastecida, principalmente para as cidades com até 100 mil habitantes.

Quadro 6. Variáveis usadas para explicar a variação na demanda doméstica de água

Autores	Variáveis usadas para explicar a variação na demanda de água
Agthe and Billings (2002) ¹	Preço da água, consumo por dormitório, número de dormitórios, idade do imóvel, dispositivos economizadores de água no domicílio, piscinas, taxas de desocupação
Bradley (2004) ¹	Economia, emprego, tipo de propriedade, tamanho da família
Billings and Jones, 1996	Jardim, renda <i>per capita</i>
Clarke et al. (1997) ¹	Renda, tipo de propriedade, tamanho da propriedade, posse
Day and Howe (2003) ¹	Mudanças na tecnologia, características socioeconômicas, jardim, padrão de consumo de água, demografia, uso da terra
Durga Rao (2005) ¹	Distância da cidade, cobertura do uso do solo, densidade populacional, solo
Foster and Beattie (1979) ¹	Preço da água, renda, densidade demográfica, chuva
Hall et al. (1988) ¹	Medição do consumo de água, frequência de uso
Huei (1990) ¹	Número de dormitórios, número de pessoas, tipo de emprego
Kowalski and Marshalsay (2005) ¹	Grupo socioeconômico, ocupação, tipo imóvel
Liu et al. (2003) ¹	Preço da água, renda, tamanho da família
Metzner (1989) ¹	Número de pessoas por domicílio, composição do domicílio, clima
Russac et al. (1991) ¹	Tipo de propriedade, tamanho da família
Syme et al. (2004) ¹	Renda, jardim, estilo de vida, atitudes de conservação
Tamada et al. (1993) ¹	Temperatura, condições meteorológicas
Troy and Holloway (2004) ¹	Tipo de moradia
Weber (1989) ¹	Chuva, temperatura, preço da água
Whitford (1972) ¹	Preços da água, padrões de habitação, padrão de uso
Nauges e Thomas (2000; 2003) ¹	Preço marginal/ preço médio, renda, população acima de 60 anos, densidade populacional, chuvas de verão, proporção de casas construídas antes de 1949 e após 1982
Arbués, Villanúa (2006) ²	Preço médio, renda, tamanho da família, temperatura
Garcia e Reynaud (2004) ²	Preço marginal, renda média familiar tributável, tamanho da família, proporção de habitações que não estejam equipadas com banheira ou sanitários, proporção de casas construídas após 1982, chuvas de verão
García-Valiñas (2005) ²	Preço médio, renda, tamanho da família
Höglund (1999) ²	Preço marginal, preço fixo, o preço médio, o tamanho da renda familiar
Martínez-Espiñeira (2002; 2003; 2007) ²	Preço marginal, preço fixo, frequência de faturamento, renda, tamanho da família, população acima de 64 e menores de 19 anos, a temperatura, precipitação, horas de restrições de abastecimento

Quadro 6. Variáveis usadas para explicar a variação na demanda doméstica de água (Continuação)

Autores	Variáveis usadas para explicar a variação na demanda de água
Martínez-Espiñeira e Nauges (2004) ²	Preço marginal, renda, precipitação normal, temperatura máxima, horas de restrições de abastecimento
Martins e Fortunato (2007) ²	Preço marginal, a renda, tamanho da família, a participação da população acima de 64 anos, a temperatura máxima mensal normal, as chuvas
Mazzanti e Montini (2006) ²	Preço (tarifa bloco central), renda, tamanho da família, população acima de 65 anos e menores de 19 anos, densidade populacional, altitude
Musolesi e Nosvelli (2007) ²	Preço médio, renda, população com mais de 65 anos

Fonte: ¹citado por Fox, McIntosh, e Jeffrey (2009); ²citado por Schleich e Hillenbrand (2009)

Dias e colaboradores (2010)³ analisaram a influência da renda *per capita* deflacionada no consumo domiciliar de água para Belo Horizonte, identificando forte relação entre as duas variáveis. Ao representar todos os dados num gráfico de dispersão, identificaram um grupo isolado de dados, com alta dispersão correspondendo ao consumo da população de alta renda, conforme Figura 5.

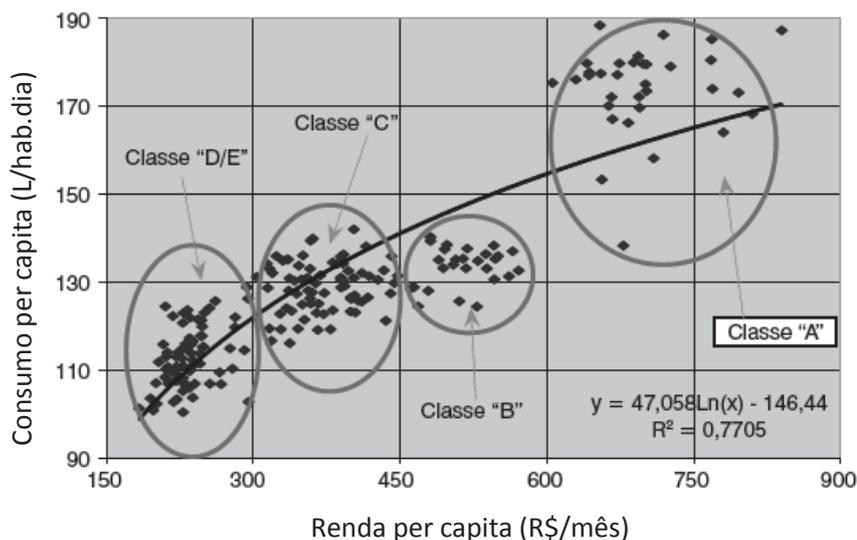


Figura 5. Gráfico de dispersão entre renda *per capita* e consumo residencial *per capita*
Fonte: DIAS *et. al.*, 2010

BORJA (1997) ao estudar cinco localidades de Salvador, capital baiana, a partir dos dados de volume médio de água consumido pela população das áreas estudadas, disponibilizados pela concessionária de água e esgoto que atende o município, constatou que

³ Para avaliação das características socioeconômicas os autores utilizaram dados, agrupados por bairro, da Pesquisa Mensal de Emprego (PME) do IBGE, cuja amostra para Belo Horizonte contemplou 3.200 residências. Estas informações foram relacionadas aos dados de consumo dos distritos operacionais da Copasa

o consumo variava de 40 a 729L/hab.dia, sendo o primeiro em uma ocupação de renda baixa e o segundo verificado no bairro onde reside população de alta renda, conforme Tabela 04.

Tabela 6. Consumo de água em localidades de Salvador – BA

Localidade	Consumo de água	
	L/hab/dia	m ³ /mês/ residência
Vila Yolanda Pires	40	-
Alto do Cruzeiro	80	15
Conjunto dos Comercíários	162	17
Vila Laura	248	26
Horto Florestal	729	70

Fonte: Adaptado de BORJA, 1997

Já Silva e colaboradores (2008) buscaram identificar o grau de participação das variáveis socioeconômicas e climáticas na determinação do consumo *per capita* de água e propor um modelo estatístico capaz de projetar a demanda por água para Cuiabá. Para a análise foram adotados dados de consumo, clima e características socioeconômicas por bairro. Os resultados indicaram correlação significativa ao nível de 0,01, entre consumo de água e a renda média da população residente ($R=0,764$) e com o consumo *per capita* de energia elétrica ($R=0,687$). Não foi identificada a influência de variáveis climáticas no consumo, provavelmente devido ao nível de análise (município) o que não permitiu variações significativas no clima.

Amaral e Shirota (2002) estudaram a influência de variáveis climáticas na quantidade de água consumida em Piracicaba, estado de São Paulo. Os resultados mostraram uma forte influência sazonal⁴ com aumento do consumo nos meses de verão e diminuição nos meses de inverno.

Os estudos realizados por Zhou e colaboradores (2000) e por Gato e colaboradores (2007) avaliaram relação entre demanda e clima, em Melbourne e East Doncaster, respectivamente, na Austrália. As duas pesquisas partiram do pressuposto que o consumo total de água é composto por duas parcelas: consumo de base, que independe dos efeitos do clima e consumo sazonal sensível a características climáticas. Os resultados encontrados pelos

⁴ Ao identificar o comportamento sazonal da série de dados de consumo residencial no município, para o período de 1990 – 2000, fornecido pelo Serviço Municipal de Água e Esgoto de Piracicaba, os autores adotaram modelos específicos para a análise deste tipo de dado.

autores confirmaram a hipótese adotada e a independência do consumo de base com o clima. O estudo realizado por Gato e outros (2007) identificou ainda que o consumo é influenciado pelo período da semana, ou seja, dia útil ou fim de semana.

Fox, McIntosh e Jeffrey (2009) relacionaram a demanda diária de 1.555 residências no Reino Unido com características físicas da residência: número de quartos, tipo de imóvel (casa, terraço, apartamento etc.) e presença de jardim. Os dados de consumo diários destas residências foram acompanhados de junho de 2001 a junho de 2003, utilizando sistema automático de medição, registro e envio dos dados. Para avaliar a influência das variáveis analisadas no consumo residencial, os autores calcularam as médias de consumo para os períodos de inverno e verão, para cada classe das variáveis analisadas, comparando os valores encontrados a partir do teste t e ANOVA, para diferença entre média. Estes identificaram que propriedades com mais dormitório e com a presença de jardim, utilizavam maiores quantidades de água e que a diferença entre o consumo, segundo tipo de imóvel era significativa.

Almeida (2007), a partir de informações sobre características das famílias e das residências, hábitos em relação ao uso de água e do conhecimento e aceitação quanto o reuso de água de 379 residências, localizadas no município Feira de Santana - BA, resultado da aplicação de questionários, observou que havia uma correlação positiva significativa do consumo residencial de água com o número de habitantes, número de dormitórios e com o número de equipamentos existentes, tais como: torneira da pia, máquina de lavar roupa, torneira do lavatório, chuveiro e vaso sanitário. Nestas, o consumo médio da população estudada foi de 115 litros/pessoa.dia.

Muitos dos trabalhos identificados adotam diferentes metodologias, tipo de dados e nível de análise (local, regional, domiciliar), conforme Quadro 7, o que dificulta a comparação entre os dados encontrados pelos diversos autores.

Porém, verifica-se que há algumas características identificadas nos diversos trabalhos como importantes na definição do consumo residencial de água. São elas:

- Características do imóvel: nº de quartos, tipo de imóvel, equipamentos instalados, presença de jardins etc.;
- Características da família: nº de pessoas, renda, idade, entre outras;
- Condições climáticas: tipo de clima, temperatura, chuvas etc;
- Preço da água

Quadro 7. Variáveis adotadas pelos autores para explicar a variação na demanda doméstica de água

Referência	Local	Nível de dados	Variáveis adotadas
FOX, MCLNTOSH e JEFFREY, 2009	Reino Unido	Residencial	Nº de dormitório, presença de jardim e tipo de imóvel
ALMEIDA, 2007	Feira de Santana, Bahia	Residencial	Número de habitantes, número de dormitórios e número de equipamentos existentes
MORAES, 1995	Salvador, Bahia	Residencial	Gasto mensal com água, número de moradores no domicílio e tipo de ligação de água do domicílio
FERNANDES NETO <i>et. al.</i> , 2004	Minas Gerais	Municipal	Nível socioeconômico da população abastecida
FERNANDES NETO <i>et al.</i> , 2005	Minas Gerais	Municipal	Preço da água, temperatura, chuva
DIAS <i>et. al.</i> , 2010	Minas Gerais	Local	Renda <i>per capita</i>
SILVA <i>et. al.</i> , 2008	Cuiabá, Mato Grosso	Local	Fatores socioeconômicos e consumo <i>per capita</i> de energia elétrica
FRONDEL e MESSNER, 2008	Leipzig, Alemanha	Residencial	Preço médio, tamanho da família, renda, idade, tipo de imóvel, gênero, conhecimento do preço, temperatura média, chuva
GATO <i>et. al.</i> , 2007	East Doncaster, Austrália	Local	Clima e período da semana (dia útil ou fim de semana)
ZHOU <i>et al.</i> , 2000 e ZHOU <i>et al.</i> , 2001	Melborn, Austrália	Local	Temperatura e precipitação
DANDY <i>et al.</i> , 1997	Adelaide, Austrália	Local	Preço da água
KOO <i>et al.</i> (2005)	Seul, Coréia do Sul	Local	População e área do distrito comercial

2.6. CONSUMO DE ÁGUA EM RESIDÊNCIAS DE BAIXA RENDA

Conforme já discutido, mais de 60% dos domicílios das principais regiões metropolitanas do Brasil possuem renda domiciliar até 5 salários mínimos. Assim, estudar o consumo destas residências significa buscar desvendar os fatores que interferem na demanda por água de mais da metade da população urbana, permitindo estabelecer estratégias para implementação da gestão da demanda e uso racional para esta parcela da sociedade.

Apesar de diversos estudos apontarem a forte influência da renda no consumo residencial, poucos se dedicaram a estudar a demanda por água numa classe de renda específica.

Dentre os escassos trabalhos identificados que avaliaram o consumo de populações de baixa renda, o realizado na capital baiana, por Moraes (1995)⁵, onde foi avaliado o consumo *per capita* em nove assentamentos da periferia urbana, verificou-se que este variava entre 32l/hab.dia a 87l/hab.dia, com um valor médio 48l/hab.dia. Ao analisar quais os fatores determinantes do consumo *per capita* de água nesta população, verificou que três apresentaram associação estatística altamente significativa, gasto mensal com água, número de moradores no domicílio e tipo de ligação de água do domicílio.

No estudo desenvolvido por Cohim e colaboradores (2008)⁶, no qual foi avaliado o perfil de consumo de 10 residências de baixa renda localizadas em Simões Filho – BA, verificou que a concessionária de águas e esgoto não media o consumo residencial, sendo cobrado o valor referente a 10m³/mês. Porém, os dados levantados neste estudo indicam que o consumo variava entre 5,2 e 13,1 m³/mês, ficando o consumo médio destas em torno de 9,1±5,1 m³/mês, abaixo da média local. Durante o período analisado pelos autores, apenas 2 casas alcançaram o volume mensal cobrado. Já o consumo *per capita* das residências variou entre 74,3 e 86,0 litros/hab.dia, com valor médio de aproximadamente 80 litros/hab.dia.

Apesar das diferenças nas metodologias adotadas, tamanho da amostra e da distância de quase 20 anos entre os dois trabalhos, ambos apontam consumo em residências de baixa renda inferiores a 10m³.

Os estudos realizados por Dantas e outros (2006) e Ywashima e outros (2006)⁷ que avaliaram o consumo de água em habitações de interesse social localizadas em Itajubá (Minas Gerais) e Paulínia (São Paulo), respectivamente, utilizando metodologia similar, que consistia no acompanhamento do consumo domiciliar e avaliação dos hábitos de uso na residência através de entrevistas com os moradores.

⁵ Estudo desenvolvido em 1989, onde foram entrevistadas 1.005 residências, amostradas aleatoriamente com renda média familiar mensal de três salários mínimos e 88% da população atendida pela rede pública de água, sendo, porém o fornecimento intermitente. Apenas 40,8% das residências avaliadas possuíam medição de água. Nestas o consumo do domicílio foi determinado a partir do registro das três últimas leituras das contas de água. Nas demais o consumo foi estimado a partir da medição dos recipientes acondicionadores utilizados diariamente pela família e de informações sobre o consumo, prestadas pela dona-de-casa.

⁶ Estudo realizado em 2007 onde foram acompanhados durante 1 ano o consumo de água em 10 domicílios, localizados num condomínio para população de baixa renda, a partir da instalação de hidrômetros na entrada principal de água no domicílio e nos diversos pontos de consumo.

⁷ A pesquisa realizada por Dantas et al.(2006) acompanhou 19 residências localizadas, em Itajubá, Minas Gerais, destes 47% possuía renda de 2 a 4 salários mínimos. Já a pesquisa realizada por Ywashima *et. al.* (2006) acompanhou 27 residências localizadas em Paulínia, São Paulo, onde 30% dos domicílios possuíam renda acima de 5 salários mínimos, maior frequência identificada para esta região. O nível de renda identificado neste estudo é relativamente alto, em comparação com os demais que estudaram habitações de interesse social, porém característico da região, segundo os autores.

O consumo mensal para os domicílios de Itajubá (DANTAS *et. al.* 2006) foi de 11,63m³, variando ente 7 e 20m³/mês, enquanto o consumo *per capita* variou entre 80 a 133l/hab.dia, cuja média foi de 117 l/hab.dia. Para as residências de Paulínia (Ywashima *et. al.*, 2006) os valores encontrados para o consumo mensal residencial e *per capita*, foram 12m³ (variando de 3 a 25 m³/mês) e 113 l/hab.dia (variando de 46 a 309 l/hab.dia).

Os dois trabalhos citados acima, apesar de levantar informações sobre os padrões de uso nas residências, não confrontaram esses dados com o consumo. Em ambos percebe-se que a média do consumo residencial ficou em torno de 12m³/mês e consumo *per capita* próximo aos 115litros diários por pessoas, apesar dos valores serem superiores àqueles encontrados por Moraes (1995) e Cohim e colaboradores (2008), ainda são menores que a média praticada na região onde estão inseridos⁸.

Estudo realizado em Belo Horizonte (DIAS *et. al.*, 2010) que relacionou renda e consumo doméstico, identificou que o consumo médio de água *per capita* diário correspondia a 113litros e 129 litros para as classes socioeconômicas E/D e C, respectivamente. O consumo *per capita* para as classes E/D está próximo daquele identificado nas pesquisas realizadas em Itajubá e Paulínia (DANTAS *et. al.*, 2006; YWASHIMA *et. al.*, 2006)

Então por que se preocupar com a gestão da demanda para população de baixa renda, se ela já consome pouco em relação a média da população?

Durante pesquisa desenvolvida pelo TECLIM/UFBA (COHIM *et. al.*, 2008) observou-se que, apesar do baixo consumo, situações de desperdício eram comuns nesta comunidade como a utilização de mangueiras para lavagem de bicicletas e áreas externas, vazamentos que duravam meses para serem corrigidos, entre outros. Em contrapartida, o consumo de água para necessidades básicas, em alguns domicílios, era insuficiente ou realizado de forma inadequada dada as condições de higiene pessoal e do domicílio presenciadas.

Autores como Vairavamoorthy e Mansoor (2006) afirmam que gestão da demanda para população de baixa renda deve se concentrar em garantir a estes o acesso a água em quantidade que atenda as suas necessidades básicas. Estes afirmam ainda que um dos maiores benefícios potenciais da gestão da demanda em países em desenvolvimento é permitir mais igualdade na distribuição da água, economizando nas áreas de alta renda e providenciando maiores quantidades para as áreas de baixa renda, assegurando um melhor acesso à água e promovendo a higiene.

⁸ O consumo per capita para o ano de 2006 para os estados de Minas Gerais e São Paulo foram 131,3 e 164,9litros por habitante por dia, respectivamente (SNIS, 2008).

Gleick (1996) propõe que a quantidade mínima *per capita* de 50 litros/pessoa.dia, segundo ele, o suficiente para suprir as necessidades básicas de ingestão, higiene, serviços sanitários e preparo dos alimentos, baseado nos consumos mínimos para diversos usos, conforme Tabela 5, seja disponibilizada para toda a população como um direito, independente do status político, social ou econômico.

Tabela 7. Quantidade mínima de água necessária para os diversos usos, proposto por Gleick (1996)

Usos	Mínimo recomendado (litros/pessoa/dia)	Variação (litros/pessoa/dia)
Água para ingestão ¹	5	2 – 5
Serviços sanitários ²	20	0 – maior que 75
Banho	15	5 – 70 ³
Alimentos e cozinha	10	10 – 50 ³
Total	50	

¹ Mínimo para garantir a vida em condições climáticas moderadas e níveis de atividade média.

² A Média (não mínimo) de 40 de l/p/d é considerado suficiente nos países industrializados. A extremidade superior do intervalo representa sistemas de descarga extremamente ineficiente. Em regiões com pouca disponibilidade de água, sistemas secos são utilizados, porém raramente estes são adotados em áreas desenvolvidas.

³ A extremidade superior do intervalo representa a preferências dos países moderadamente industrializados. Em algumas regiões sem problemas com disponibilidade de água a quantidade pode exceder aos limites apresentados. O Limite inferior do intervalo reflete o mínimo utilizado nos países em desenvolvimento.

A Agenda 21 Global, entre seus objetivos, propôs que fossem garantidos, até o ano 2000, o acesso a pelo menos 40 litros diário por pessoa de água potável a toda população urbana (AGENDA 21, 1992). O Banco Mundial e a Organização Mundial de Saúde (OMS), afirmam que o suprimento mínimo de água deve ser de 20 a 40 litros/pessoa.dia (PROSAB, 2006).

A definição de uma quantidade mínima de água suficiente para suprir a demanda residencial é um assunto polêmico e complexo, pois envolve aspectos sociais, culturais, regionais e econômicos, inclusive relacionados à sustentabilidade dos sistemas de abastecimento de água, de forma que, apesar de defendida por vários pesquisadores, entidades e organizações, até hoje não se estabeleceu uma cota *per capita* mínima que seja garantida a todos os cidadãos (GLEICK, 1996; MATOS, 2007).

Acredita-se que o estudo dos padrões de consumo de água em regiões de baixa renda dê uma indicação mais clara de quais seriam estes limites de quantidade mínima *per capita* essencial.

Porém vale aqui salientar, que em paralelo com a disponibilização de água, campanhas efetivas de educação ambiental e de hábitos de higiene são necessárias para garantir que o

recurso disponibilizado atenderá aos propósitos a que se destina melhoria da qualidade de vida e promoção da saúde.

Tem-se defendido a necessidade de soluções que utilizem água de forma mais sustentável, praticando de forma mais efetiva a gestão da demanda, para permitir o direcionamento destes recursos para uma parcela maior da população.

Para atender esses objetivos é fundamental a definição de estratégias, conhecer os padrões de uso de água e fatores que influenciam, estimulam ou desestimulam o consumo, avaliando inclusive a eficácia das medidas de racionalização de consumo que vêm sendo sugeridas, uma vez que, as ações de gestão da demanda e uso racional de água serão mais ou menos eficientes em função do público a que se destinam.

2.7. O PREÇO DA ÁGUA E SEU PAPEL NO USO RACIONAL DA ÁGUA

O preço da água é indicado por diversos autores como um importante aspecto na demanda por este recurso. Alguns dos trabalhos identificados abordam esta relação (RIBEIRO *et. al.* 1995; DANDY, 1997; CHEN e YANG, 2009; ARBUÉS *et. al.*, 2003; FRONDEL e MESSNER, 2008).

Na área de econometria uma forma amplamente utilizada para avaliar esta relação é a partir de análise de elasticidade- preço da demanda, que mede a variação proporcional na quantidade demandada em função de uma variação proporcional no preço (RIBEIRO *et. al.* 1995), ou seja, indica a variação que ocorrerá na quantidade demandada, frente às alterações de preço. O cálculo da elasticidade é feito através da equação 2.

$$E_p = -[\Delta Q / Q] / [\Delta P / P] \quad \text{Equação 2}$$

Onde, E_p é a elasticidade-preço da demanda; Q é a quantidade demandada e P , o preço do bem.

Os principais determinantes da elasticidade-preço da demanda são (VASCONCELOS, 2001):

- Disponibilidade de bens substitutos: A existência de bens que satisfaçam as mesmas necessidades permite aos consumidores, perante aumentos de preços, reduzir significativamente o consumo do bem utilizando o seu substituto.
- Essencialidade: O volume de consumo de bens essenciais é pouco influenciado pelo preço.

- Percentagem do rendimento gasto no bem: Quanto maior for o peso do valor do bem no orçamento familiar, maior a importância dada pelo consumidor e, portanto, maior sensibilidade terá perante a variações de preços

A elasticidade-preço e elasticidade-renda, segundo RIBEIRO e outros (1995), são parâmetros importantes na definição de tarifas em função do nível social dos consumidores.

Os diversos trabalhos consultados, como os de Campeão (1999), Ribeiro e outros (1995), Arbués e colaboradores (2003) e Frondel e Messner (2008) ao analisar a influência do preço da água sobre a demanda, afirmam que a maioria dos estudos têm mostrado que a demanda é inelástica ($E_p < 1$), ou seja, a variação na quantidade demandada é menor que a variação no preço, ou ainda, que a elevação no valor do bem provoca redução na quantidade demandada relativamente menor que a elevação no preço. Estes apresentam valores de elasticidade preço-consumo doméstico de água entre -0,2 e -0,4, enquanto para o consumo industrial este valor é superior a -0,7 (CAMPEÃO, 1999), ou seja, a demanda industrial de água é mais sensível a variações no preço.

Campeão (1999) afirma que se a água está subvalorizada, há pouco incentivo para sua conservação, levando a valores baixos de elasticidade. Diante de características como a essencialidade e a inexistência de bens substitutos a tarifa deve ser utilizada como forma de estímulo ao uso racional de água (ARBUÉS *et. al*, 2003).

Frondel e Messner (2008) ao entrevistar os moradores de 140 residências em Leipzig, Alemanha, identificaram que apenas 29% conheciam as tarifas cobradas pela água na região. Estes afirmam que o conhecimento do usuário a respeito do preço cobrado pela água pode desempenhar um papel vital na eficácia das políticas tarifárias que visam reduzir o consumo de água.

A lei Nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007 (BRASIL, 2007) que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento, no artigo 29, estabelece que a sustentabilidade econômico-financeira dos serviços públicos de saneamento deve ser assegurada sempre que possível, mediante a cobrança pelos serviços prestados, preferencialmente através de tarifas e outros preços públicos para o abastecimento de água e esgotamento sanitário. Conforme o artigo citado, esta cobrança deve atender a diretrizes como: Prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública; Ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços; Geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço; Remuneração adequada do capital investido e recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço e inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos, entre outros.

No artigo 30 da lei supracitada (BRASIL, 2007) são definidos quais fatores podem ser considerados na definição do valor da tarifa. Entre eles têm-se: categorias de usuários, distribuídas por faixas crescentes de consumo; quantidade mínima de consumo ou de utilização do serviço, visando à garantia de objetivos sociais como a preservação da saúde pública, o adequado atendimento dos usuários de menor renda e a proteção do meio ambiente; custo mínimo necessário para disponibilidade do serviço em quantidade e qualidade adequadas e capacidade de pagamento dos consumidores.

É de conhecimento geral, em relação à autosuficiência dos serviços de abastecimento, que atualmente a maioria dos sistemas brasileiros são subsidiados pelo estado. Segundo Campeão (1999) deve-se evitar subsídios a produtos de consumo generalizado, como a água, pois é mais subsidiado quem consome mais, que na maioria das vezes, não é necessariamente quem realmente necessita de apoio.

Gomes e Figueiredo Júnior (2011) ao estudar um modelo de tarifa de água que garanta a sustentabilidade do sistema, a partir de critérios financeiros, econômicos, sociais e ambientais, simularam qual o valor de tarifa média necessária para a cidade de Natal, Rio Grande do Norte. Os autores identificaram que o valor necessário representava 2,38 vezes o que era cobrado, concluindo assim, que a tarifa média praticada não permitia a sustentabilidade da empresa.

A maioria das companhias de água e esgoto brasileiras adotam a cobrança progressiva da tarifa de água variando de acordo com o consumo, ou seja, o valor por m^3 aumenta à medida que aumenta o consumo.

Esta forma de cobrança busca induzir o uso racional de água, visando reduzir o uso perdulário (ASSIS, GUIMARÃES e HELLER, 2004). Assim, quem consome mais pagaria mais por m^3 . Outra prática bastante comum é a determinação de um volume mínimo faturado em que, para consumos até este valor, é cobrada uma taxa fixa. O volume mínimo mais adotado é de $10 m^3$. Assim, ainda que o domicílio utilize $5m^3$ de água em um mês o volume cobrado em sua fatura será de $10 m^3$.

Diante destas características da estrutura tarifária praticada, a determinação do valor da conta de água e esgoto é realizada através de um cálculo em cascata, no qual o volume utilizado em cada faixa de consumo é cobrado segundo uma tarifa correspondente àquela faixa. O procedimento para calcular a conta de água e esgoto de uma economia é apresentado abaixo, conforme descrito por Assis, Guimarães e Heller (2004):

Distribuir o volume faturado nas faixas de consumo da estrutura tarifária da companhia; Multiplicar o resultado da distribuição dos volumes, pelo valor da tarifa correspondente de cada faixa; Somar os resultados obtidos no cálculo anterior, obtendo o valor da conta de água da economia; No caso de economias atendidas com coleta de esgoto, deve-se multiplicar o valor da conta da água por um determinado percentual para o cálculo da conta de esgoto, que difere de empresa para empresa, variando de 45 a 100%.

A Tabela 6 traz as faixas de consumo adotadas por algumas companhias estaduais para cobrança da tarifa de água e o percentual da tarifa de esgoto.

Tabela 8. Faixas de consumo para cobrança da tarifa de água para algumas companhias estaduais de água.

Prestadora de serviço	Faixas de consumo								Taxa de Esgoto
CAER-RR	0-10	10-20	20-30	30-100	100-200	>200			80%
CAERD-RO	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50			43%
CAESA-AP	0-10	>10							75%
COSANPA-PA	0-10	10-20	20-30	30-40	40-50	>50			60%
AGESPISA-PI	0-13	13-25	>25						
CAEMA-MA	0-10	10-30	30-50	>50					100%
CAERN-RN	0-10	10-15	15-20	20-30	30-50	50-100	>100		80%
CAGECE-CE	0-10	10-15	15-20	20-50	>50				100%
CAGEPA-PB	0-10	10-20	20-30	30-45	>45				100%
CASAL-AL	0-10	10-20	20-30	30-50	50-90	>90			80%
COMPESA-PE	0-10	10-20	20-30	30-50	50-90	>90			100%
DESO-SE	0-10	10-20	20-30	30-50	50-100	>100			80%
EMBASA-BA	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	>50	80% ¹
CEDAE-RJ	0-15	15-30	30-45	45-60	>60				100%
CESAN-ES	0-10	10-15	15-30	>30					variável ²
COPASA-MG	0-6	6-10	10-15	15-20	20-25	25-40	40-100	>100	60%
SABESP-SP	0-10	10-20	20-50	>50					variável ³
CASAN-SC	0-10	10-25	>25						80%
CORSAN-RS	0-10	>10							
SANEPAR-PR	0-10	10-30	>30						variável ⁴
CAESB-DF	0-10	10-15	15-25	25-35	35-50	>50			
SANEAGO-GO	0-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-40	40-50	>50	80%

O valor apresentado corresponde ao sistema de esgoto convencional. Caso exista sistema do tipo condominial, o percentual é variável conforme critérios de cada empresa.

¹ A tarifa de esgoto cobrada pela EMBASA em domicílios onde há o sistema condominial é de 45%.

² A tarifa de esgoto da CESAN varia conforme a faixa de consumo, região (metropolitana ou interior) e se o esgoto é tratado ou apenas coletado.

³ A tarifa de esgoto da SABESP é de 100% para região metropolitana de São Paulo, Vale do Ribeira, Baixada Santista e Litoral Norte, e de 80% para as demais regiões.

⁴ A tarifa de esgoto da SANEPAR para as cidades de Curitiba e Maringá é de 85%, para as demais localidades o valor é de 80%.

Fonte: adaptado de ASSIS, GUIMARÃES e HELLER, 2004 e site das empresas

Visando avaliar a taxa de proporção da tarifa, segundo consumos crescentes, Assis, Guimarães e Heller (2004) sugeriram o índice de progressividade, que consiste na relação entre o preço total cobrado para uma determinada faixa de consumo em relação àquela onde é cobrada a tarifa mínima, conforme equação 3

$$I_P = \frac{R_{n(A+E)}}{R_{10(A+E)}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde I_p = Índice de Progressividade; $R_{n(A+E)}$ = Valor da conta de água e esgoto para o consumo de $n \text{ m}^3$ (R\$); $R_{10(A+E)}$ = Valor da conta de água e esgoto para o consumo de 10 m^3 (R\$).

Ao compararem as faixas de consumo de $20\text{m}^3/\text{mês}$ com aquela até 10 m^3 observaram que, no período analisado, um domicílio atendido pela EMBASA gastaria 3,5 vezes mais ao dobrar seu consumo, representando o maior índice encontrado, para esta faixa, entre as companhias avaliadas, conforme Figura 6. Caso o índice fosse calculado segundo os valores de tarifas atuais este seria de 3,9 vezes, ou seja, superior àquele encontrado em 2004.

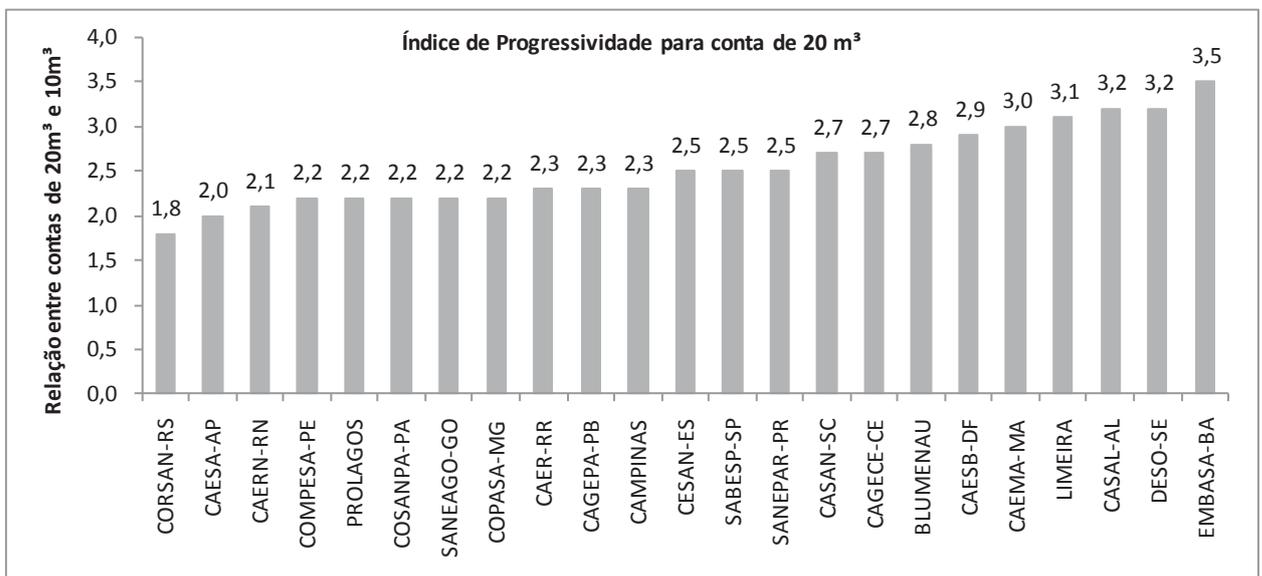


Figura 6. Índice de progressividade para um consumo domiciliar de $20\text{m}^3/\text{mês}$, em 2004
Fonte: ASSIS, GUIMARÃES e HELLER, 2004

O gráfico da Figura 7 foi produzido a partir da tarifa praticada pela EMBASA em janeiro de 2011 para residências normais⁹. Neste período, a tarifa mensal mínima de água, equivalente a um consumo até $10\text{m}^3/\text{mês}$, era R\$13,75. Nesta, pode-se identificar duas regiões

⁹ Residências não enquadradas nas subcategorias residenciais intermediária ou social, isto é, com área construída superior a 60 m^2 , entre outras características. (www.embasa.ba.gov.br)

distintas na curva do valor médio pago por m^3 consumido. À esquerda, para consumos até $10m^3$ por mês, faixa onde é cobrada tarifa mínima constante, o valor pago por m^3 cai de R\$13,75 a R\$1,37. À direita, para consumos a partir $10m^3$ por mês, faixa da tarifa progressiva, o valor pago por m^3 aumenta gradativamente atingindo o valor de R\$ 5,4/ m^3 para $80 m^3/mês$.

Com base nas curvas apresentadas, observa-se que um domicílio onde o consumo de água fica dentro da faixa de tarifa mínima poderá pagar pelo m^3 utilizado o mesmo valor daquele que possui consumo acima desta faixa. Por exemplo, para um domicílio que consome $6 m^3/mês$ (dentro da faixa de consumo mínimo) o valor do m^3 é o mesmo daquele cobrado para o consumo de $16m^3 /mês$.

Como o valor mensal a ser pago será mantido em R\$13,75 até os $10 m^3/mês$, os usuários podem se sentir estimulados a aumentar seu consumo para este valor, pois, ainda que adotem padrões mais racionais de uso, não percebem este esforço recompensado em sua conta de água.

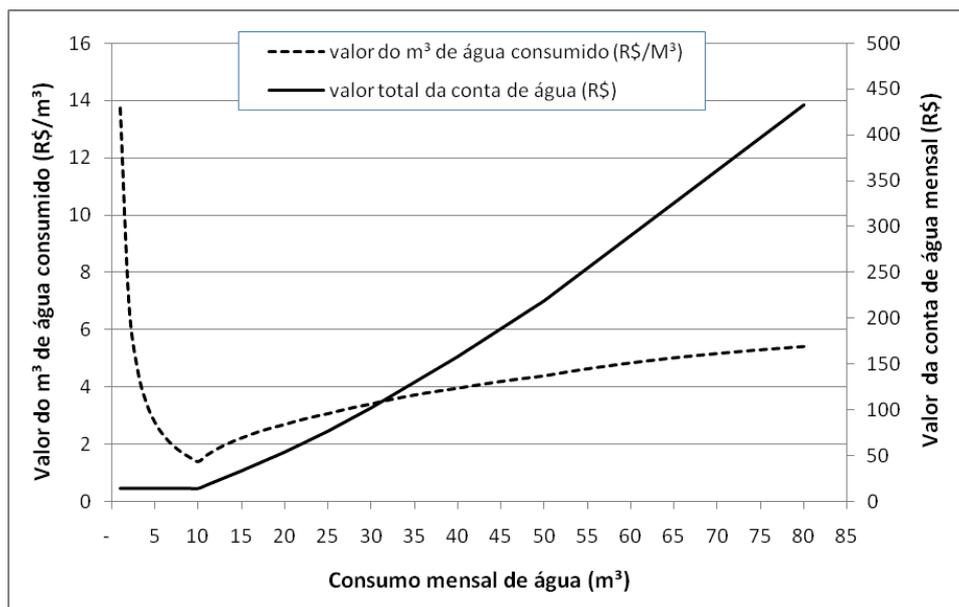


Figura 7. Valor da conta de água e do m^3 de água consumido, segundo consumo mensal de água.
Fonte: Tarifas da EMBASA

Ou seja, o sistema tarifário adotado por grande parte das concessionárias estaduais de saneamento, ao cobrar um valor fixo para um consumo até $10m^3/mês$, promove o desperdício ao invés do uso racional.

Pode-se argumentar que o consumo abaixo de $10m^3$ seja realidade de poucos domicílios, porém, muitos estudos apontam relação positiva entre renda e consumo de água. Aqueles que avaliaram especificamente populações de baixa renda (MORAES, 1995;

COHIM, 2008) indicam que estes geralmente consomem abaixo de 10m³ e conforme já discutido, representam parte significativa da população urbana.

Almeida (2007) ao avaliar o consumo residencial de água em Feira de Santana, município baiano com aproximadamente 557 mil habitantes, segundo em população, ficando abaixo apenas da capital Salvador, verificou que 42% dos domicílios consomem até 10m³/mês.

Gomes e Figueiredo Júnior (2011) sugerem a cobrança de tarifas diferenciadas, segundo as classes socioeconômicas da população, de forma que houvesse o subsídio, reduzindo a tarifa para usuários de baixa renda (classes D e E), que seria financiado pela cobrança de tarifas maiores às classes de mais alta renda (A e B). Conforme identificado pelos próprios autores, esta forma de cobrança seria difícil de ser implementada, pois dependeria do recadastramento dos usuários em faixas socioeconômicas e da definição de critérios para esta classificação. Assumindo, por exemplo, que fosse adotado o Critério de Classificação Econômica Brasil¹⁰, utilizado pela ABEP- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa, seria necessário levantar características das famílias como renda e posse de bens. Como as empresas conseguiriam acompanhar as mudanças de classes? Isto demandaria uma grande capacidade de gestão e atualização de cadastro por parte das concessionárias.

Uma medida sugerida por Kiperstok e Garcia (2011) seria a cobrança do valor proporcional ao consumo, para todas as faixas, não mais cobrando o valor fixo para o consumo abaixo de 10m³/mês. Este propõe ainda que

Uma possível queda na arrecadação, provocada por esta medida indutora de um uso mais racional da água, poderia ser compensada com o aumento no valor do m³ nas faixas de maior consumo. Isto representaria uma segunda medida de indução no sentido desejado (o uso racional da água) (...) (KIPERSTOK e Garcia, 2011, p. 21)

Enfim, são muitos os conceitos e variáveis associados à determinação da tarifa de água. Evidencia-se a necessidade da discussão de mudanças na forma de cobrança atualmente adotada, permitindo que as diretrizes associadas à elaboração da tarifa sejam atendidas, entre elas a inibição do consumo supérfluo e do desperdício e a sustentabilidade, tanto financeira quanto ambiental, dos sistemas.

¹⁰ Classificação da população em classes (A, B, C, D e E), adotando como critérios a existência de alguns itens de consumo nas residências como televisão, aparelho de DVD e freezers, entre outros, além de avaliar o grau de instrução do chefe de família e se há empregado doméstico na residência.

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Salvador possui aproximadamente 3 milhões de habitantes, o que representa uma densidade demográfica bruta de aproximadamente 79 habitantes/hectare (PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR, 2010) e, como a maioria das grandes cidades de países em desenvolvimento, convive com os problemas associados à ocupação desordenada.

Angela Gordilho (2000), afirma que Salvador tem passado por um intenso processo de urbanização e transformações sociais e espaciais, o que gerou uma superposição de padrões diferenciados de ocupação.

A ocupação em Salvador se dá de forma irregular, com regiões de alta concentração e outras menos habitadas, muitas vezes vizinhas, conforme poderá ser visualizado na Tabela 7 e Apêndice A.

Tabela 9. Densidade demográfica bruta segundo áreas de ponderação.

Área de Ponderação ¹¹	Densidade Demográfica Bruta (hab/ha)	
	1991	2000
AP17-Itaigara, Caminho das Árvores e Iguatemi	59,67	67,26
AP18-Pituba e Parque Nossa Senhora da Luz	102,56	113,11
AP19-Nordeste de Amaralina	431,89	534,26
AP20-Santa Cruz, Chapada Rio Vermelho e Vale Pedrinhas	354,48	401,96
AP21-Amaralina	241,72	236,76
AP31-Engenho Velho da Federação	363,08	405,9
AP67-Brotas, Acupe e Daniel Lisboa	144,57	155,91
AP69-Candeal e Horto Florestal de Brotas	59,64	95,29

Fonte: Sistema de informação Municipal. (PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR, 2010)

A partir do confronto entre os valores apresentados pelas Tabelas 7, 8 e 9, pode-se afirmar que as regiões com renda mais baixa (Nordeste de Amaralina, Santa Cruz, Chapada Rio Vermelho, Vale Pedrinhas e Engenho Velho da Federação) cujas edificações apresentam gabarito mais baixo, apresentam densidade muito maior que aquelas onde reside a população de mais alta renda, ainda que vizinhas (Itaigara, Caminho das Árvores, Iguatemi, Candeal e Horto Florestal), com valores de densidades 3 a 8 vezes maior, o que refletirá na forma de

¹¹ As áreas de ponderação, concebidas pelo IBGE a partir de 2000, são agrupamentos de setores censitários realizados com o intuito de garantir que as informações amostrais coletadas sejam representativas estatisticamente. É a menor área geográfica para a qual são calculadas estimativas baseadas nas informações do questionário da amostra. Já o setor censitário é a unidade de coleta do Censo, cujo tamanho médio gira em torno de 250 domicílios nas áreas urbanas e 150 domicílios nas áreas rurais (ROCHA, 2008).

ocupação identificada nestas regiões. Esta característica pode ser observada também nas Figuras 8 e 9.



Figura 8. Fotos aéreas de bairros com diferentes índices de ocupação, Itaigara (*esquerda*) e Nordeste de Amaralina (*direita*) localizados em Salvador, BA.

Fonte: CONDER, INFORMS - Sistema de Informações geográficas urbanas do estado da Bahia.

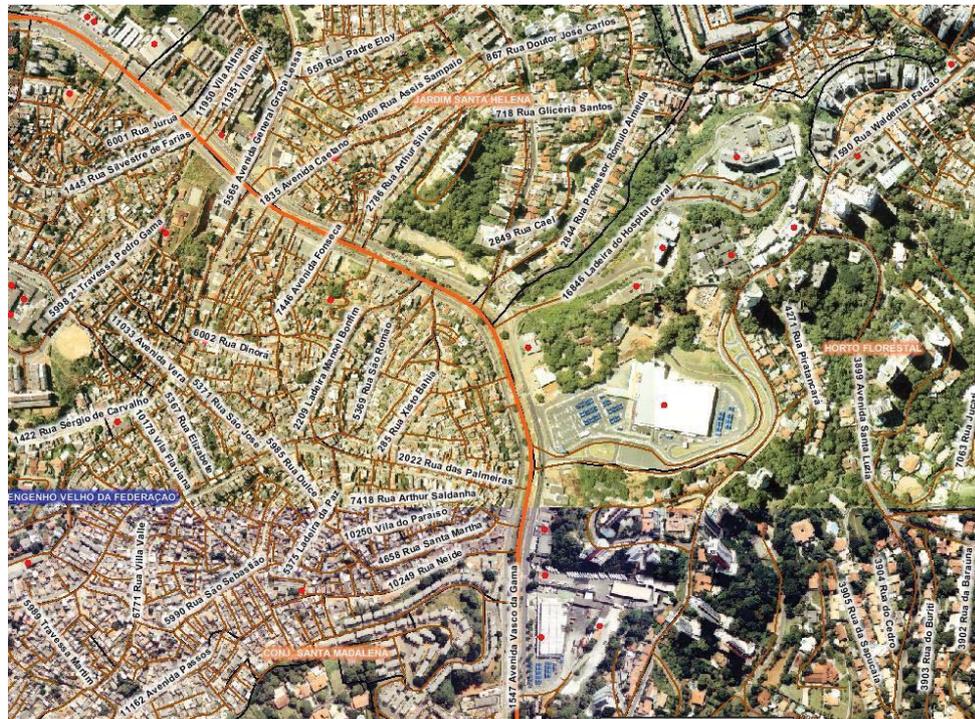


Figura 9. Fotos aéreas de bairros com diferentes índices de ocupação, Engº Velho da Federação (*esquerda*) e Horto Florestal (*direita*).

Fonte: CONDER, INFORMS - Sistema de Informações geográficas urbanas do estado da Bahia.

Para a pesquisa apresentada nesta dissertação foram entrevistados moradores de residências localizadas no bairro Chapada do Rio Vermelho, que com os bairros da Santa Cruz, Vale das pedrinhas e Nordeste de Amaralina (Apêndice A), formam a Região do Nordeste de Amaralina - RNA. Esta região ocupa uma área de 125ha, em terreno acidentado, onde moram aproximadamente 65 mil pessoas, o que corresponde a uma densidade demográfica em torno de 520 hab/ha (PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR, 2010).

Esta região teve sua ocupação iniciada há mais de cem anos e desenvolveu-se, em grande parte, como uma invasão, formando um grande aglomerado de casas de famílias baixa renda cercada por bairros onde residem população com renda mais alta como Itaigara, Pituba, Amaralina, Rio Vermelho e Horto Florestal (SOUZA, 2007; SALVADOR, CULTURA TODO DIA, 2008).

A partir da Tabela 8, verifica-se que os domicílios localizados nos bairros que fazem parte da Região do Nordeste de Amaralina concentram-se nas faixas de menor renda. Nesta região, aproximadamente 70% dos domicílios possuem renda até 5 salários mínimos e 50% possuem renda domiciliar até 3 salários mínimos.

Tabela 10. Domicílios particulares permanentes, por Área de ponderação, segundo classes de rendimento mensal domiciliar, Região Nordeste de Amaralina, Salvador-Bahia.

Área de Ponderação	Rendimento mensal domiciliar							
	Sem rendimento	Até 1 SM	De 1 a 2 SM	De 2 a 3 SM	De 3 a 5 SM	De 5 a 10 SM	De 10 a 20 SM	Mais de 20 SM
AP19-Nordeste de Amaralina	2,7%	5,2%	28,0%	19,1%	19,8%	15,2%	8,4%	1,6%
AP20-Santa Cruz, Chapada Rio Vermelho e Vale Pedrinhas	2,8%	4,5%	20,7%	20,1%	22,0%	22,0%	6,5%	1,3%

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000

Situação diferente é identificada para as áreas vizinhas à região estudada, onde reside população de maior poder aquisitivo (Tabela 9). Nestes bairros, 82% dos domicílios possuem renda superior a 5 salários mínimos, e 51% possuem renda domiciliar superior a 20 salários mínimos.

Tabela 11. Domicílios particulares permanentes, por Área de ponderação, segundo classes de rendimento mensal domiciliar, Salvador-Bahia.

Área de Ponderação	Rendimento mensal domiciliar							
	Sem rendimento	Até 1 SM	De 1 a 2 SM	De 2 a 3 SM	De 3 a 5 SM	De 5 a 10 SM	De 10 a 20 SM	Mais de 20 SM
AP17-Itaigara, Caminho das Árvores e Iguatemi	0,4%	0,0%	0,3%	0,3%	1,2%	6,1%	16,2%	75,4%
AP18-Pituba e Parque Nossa Senhora da Luz	1,5%	0,0%	0,5%	0,8%	2,3%	11,6%	20,5%	62,9%
AP21-Amaralina	1,2%	1,4%	11,5%	13,8%	20,2%	25,6%	13,2%	13,3%
AP22-Rio Vermelho e Parque Cruz Aguiar	1,7%	0,4%	3,7%	4,3%	14,0%	17,7%	21,6%	36,6%
AP69-Candeal e Horto Florestal de Brotas	2,6%	0,0%	6,3%	5,3%	8,9%	13,4%	8,7%	54,8%

Fonte: IBGE – Censo Demográfico 2000

Para a pesquisa, optou-se trabalhar apenas com uma rua, que não será identificada no texto, para preservar o anonimato da população envolvida no estudo. Esta localidade foi escolhida tendo em vista a inserção da autora na comunidade, onde viveu por 20 anos e na qual ainda residem familiares, facilitando o acesso da equipe da pesquisa

Segundo informações de moradores mais antigos, a rua estudada foi urbanizada e saneada entre os anos 2000 e 2001. Dada a sua topografia, na forma de vale inserido numa região mais elevada, pode-se encontrar o lençol d'água a poucos metros de profundidade. Nos anos 80-90, antes da urbanização, aflorava um pequeno riacho, onde foram lançados, por muitos anos, o esgoto dos domicílios, que corria a céu aberto. A poucos metros deste eram construídas, no fundo ou frente das casas, as “fontes de água”¹² que serviam a todo o bairro durante os períodos mais longos de intermitência do sistema público de água.

Uma importante característica da região é a subdivisão das casas, a construção de domicílios anexos, ou ainda, nos andares superiores, para serem utilizados por membros da própria família, ou com o objetivo de alugar, buscando aumentar a renda domiciliar, situação muito comum em bairros populares, conforme identificado por Davis (2006) ao afirmar que a locação é uma relação social fundamental na vida favelada do mundo todo, representando o principal modo para os pobres urbanos gerarem renda com seu patrimônio, formal ou informal.

Durante os meses janeiro e fevereiro de 2010 foram estudadas 147 residências, conforme metodologia descrita a seguir.

¹² Poços rasos, perfurados na frente ou fundo da casa, com aproximadamente 1,5m de diâmetro e até 3m de profundidade.

4. METODOLOGIA

A pesquisa baseou-se nas respostas dos moradores da região estudada à questionário semi-estruturados, aplicados durante os meses de janeiro e fevereiro de 2010. Os passos para elaboração do instrumento de pesquisa, definição da amostra e análise dos dados serão descritos a seguir.

4.1. ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Para elaboração do questionário foram consultados modelos aplicados em outras pesquisas, identificando os resultados obtidos e principais fatores que influenciam no consumo doméstico nelas observados. Buscou-se, com isso, que tal instrumento de pesquisa tivesse apenas perguntas-chaves, que permitissem responder, de maneira direta e concisa, as principais questões sobre os fatores que influenciam no consumo de água.

Dentre os vários questionários consultados, o principal, usado como referência foi aquele adotado por Almeida (2007)¹³.

À medida que o questionário foi sendo desenvolvido, novas versões foram encaminhadas à equipe de pesquisadores envolvidos no estudo para que estes pudessem dar suas contribuições e sugestões.

Buscando avaliar o questionário quanto à praticidade e duração de aplicação, assim como sua capacidade em responder as questões essenciais ao estudo e identificar possíveis inconsistências, falhas e dificuldades na entrevista com os moradores, foi realizada uma pré-aplicação em algumas residências da região.

Após as diversas correções e ajustes chegou-se então versão final do instrumento de pesquisa utilizado, ou seja, questionário semiestruturado (Apêndice C) contendo 45 questões que abordavam:

- Características socioeconômicas das famílias;
- Características do domicílio;
- Informações sobre o consumo de água no domicílio;
- Percepção dos moradores sobre o uso da água.

4.2. DEFINIÇÃO DA POPULAÇÃO E DA AMOSTRA

Para o estudo foram entrevistados moradores residentes em domicílios localizados numa rua do bairro Chapada do Rio Vermelho.

¹³ Questionário aplicado em 349 domicílios do município Feira de Santana-BA, durante o Projeto Caracterização do uso da água intradomiciliar urbano para fins de reúso no semi-árido baiano, desenvolvido pela Rede de Tecnologias Limpas – TECLIM/UFBA e financiado pelo CNPq.

Inicialmente foram identificados 90 lotes na rua, a partir da contagem no local. Baseado no conhecimento prévio dos pesquisadores sobre a ocupação da região, estimou-se que cada lote possuía aproximadamente 2,5 domicílios, concluindo, assim, que haviam aproximadamente 225 domicílios na rua a ser avaliada. Durante a aplicação dos questionários confirmou-se a quantidade de 220 domicílios.

Inicialmente não foi determinada uma amostra. Definiu-se, apenas, que todos os domicílios onde os moradores aceitassem participar da pesquisa seriam entrevistados, avaliando depois o erro associado à quantidade de residências avaliadas. Assim foram entrevistados moradores de 147 residências das 220 identificadas.

Para avaliar se esse número de domicílios avaliados era suficiente para representar a rua estudada, foi utilizada a equação 4 para estimativa do tamanho amostral.

$$n = \frac{z^2 p(1-p)N}{\varepsilon^2 (N-1) + z^2 p(1-p)} \quad \text{Equação 4}$$

Onde z representa o valor da distribuição normal padrão correspondente ao nível de confiança; p representa a proporção da principal característica de estudo; N representa o total de elementos da população; e ε representa a margem de erro, para mais ou para menos, admitida para os resultados.

Considerando nível de confiança de 95%, o que resulta em $z = 1,96$, erro amostral de 5%, adotando $p = 0,5$, uma vez que não há referências anteriores, e N igual a 220 domicílios, seria necessário entrevistar 141 residências, número inferior quantidade de domicílios avaliados.

4.3. APLICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO.

A aplicação do questionário foi realizada nos meses de janeiro e fevereiro de 2010, por equipe de entrevistadores formada por duplas compostas, cada uma, por um estudante de graduação em engenharia sanitária e ambiental e um jovem da própria comunidade, visando facilitar o acesso aos moradores e aumentar a confiabilidade nas informações fornecidas por estes.

4.4. TRATAMENTO DE DADOS

Para tratamento e interpretação dos dados coletados, foram inicialmente calculadas variáveis estatísticas descritivas destes.

Em seguida, foi verificada a existência e o grau de dependência entre as variáveis levantadas e o consumo de água, utilizando como ferramentas para a organização e análise dos dados os softwares MSEXCEL® e Minitab 14.

As características das famílias e dos domicílios foram comparadas aos seus respectivos consumos de água, a partir dos dados coletados nas contas de água e esgoto, quando esta existia e era disponibilizada pelo morador.

A região onde a rua estudada está inserida caracteriza-se por uma ocupação desordenada e a existência de domicílios conjugados, construídos a partir da subdivisão ou ampliação de outros, o que reflete numa grande quantidade de residências, com diferentes características, conectadas a uma única ligação ou medidor. Conforme pode ser visualizado nos Apêndices A e B.

Assim o consumo domiciliar médio mensal foi calculado a partir da divisão do consumo médio mensal da ligação, registrado na conta de água, pelo número de domicílios conectados a esta (Equação 5).

$$C_m = \frac{CL}{ND} \quad \text{Equação 5}$$

Onde C_m é o consumo médio domiciliar, em $m^3/mês$; CL é a média dos últimos seis meses do consumo mensal de água da ligação, em m^3 , informado na conta de água e esgoto e ND o número total de domicílios conectados à ligação.

O consumo *per capita* foi determinado através da divisão da média do consumo mensal da ligação pelo número total de moradores em todos os domicílios conectados a ligação (Equação 6).

$$C_p = \frac{CL \times 1000}{NM \times 30} \quad \text{Equação 6}$$

Onde C_p é o consumo *per capita* de água diário do domicílio, em litros/habitante.dia; CL é a média dos últimos seis meses do consumo mensal de água da ligação, em m^3 , informado na conta de água e esgoto e NM o número total de moradores nos domicílios conectados à ligação.

Esta forma de cálculo levou a uma redução na quantidade de domicílios onde o consumo mensal e *per capita* puderam ser calculados, em comparação à quantidade de domicílios entrevistados, pois só fizeram parte da análise aqueles onde foram disponibilizadas as contas de água, e onde estas traziam o volume mensal consumido, e aqueles onde os moradores de todas as residências conectadas à ligação puderam ser contabilizados. Assim, o nível de confiança foi calculado para o número de domicílios avaliados para cada variável, conforme apresentado na Tabela 10, em função do número total de domicílios existentes na rua avaliada, utilizando a equação 4, apresentada no item 4.2.

Tabela 12. Nível de confiança para representar a população avaliada (rua adotada como estudo de caso) segundo o número de domicílios onde foram determinados os consumos médio domiciliar e *per capita* de água.

Variáveis	Número de domicílios	Nível de confiança
Cons. médio domiciliar de água (m ³ /mês)	80	74%
Cons <i>per capita</i> de água (l/hab.dia)	58	62%

Para avaliar o grau de associação linear entre as variáveis analisadas e o consumo mensal e *per capita* de água foram calculados os valores de correlação de Pearson (r), a partir da equação 7 (BARBETTA et al., 2004).

$$r = \frac{n \sum (x_i \cdot y_i) - (\sum x_i)(\sum y_i)}{\sqrt{n \sum x_i^2 - (\sum x_i)^2} \cdot \sqrt{n \sum y_i^2 - (\sum y_i)^2}} \quad \text{Equação 7}$$

Onde x_i = observações da variável x e y_i = observações da variável y .

Como algumas variáveis analisadas não são contínuas, ou ainda, apresentaram uma tendência de associação com o consumo de água, porém não linear, avaliou-se também o coeficiente de correlação de Spearman (ρ), método não-paramétrico que calcula o coeficiente de correlação de Pearson após organizar os dados em postos, ou ranking. Ao contrário do coeficiente de correlação de Pearson, o de Spearman não necessita que a relação entre as variáveis seja linear e pode ser usado para as variáveis medidas no nível ordinal (SPIEGEL, 1969). Seu cálculo é feito pela equação 8.

$$\rho = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^N (d_i)^2}{n^3 - n} \quad \text{Equação 8}$$

Onde d_i = diferença entre cada posto de valor correspondentes de x e y , e n = o número dos pares dos valores.

Para avaliar o grau de correlação linear, em função do coeficiente, r ou ρ , encontrado será adotada a escala apresentada no Quadro 8, abaixo.

Quadro 8. Grau de associação linear em termos do coeficiente r ou ρ

Valor de r ou ρ	0	0,01 – 0,39	0,40 – 0,69	0,70 – 0,99	1
Grau de associação linear	nula	fraca	moderada	forte	perfeita

Fonte: Adaptado de Barbetta e colaboradores (2004)

Para a análise adotou-se o nível de 5% de significância, considerando as seguintes hipóteses, H0 - Não existe associação significativa entre as variáveis ($p\text{-valor} > 0,05$) e H1 - Existe associação significativa entre as variáveis ($p\text{-valor} \leq 0,05$).

Para as variáveis que apresentaram associação significativa com o consumo médio e *per capita* de água no domicílio foram calculadas as médias do consumo, para cada faixa considerada, verificando a existência de diferenças estatisticamente significativas para estas médias utilizando o teste t, para um intervalo de confiança de 90%.

Neste teste usa-se a técnica de construção de intervalos de confiança, para um nível de significância α , da diferença entre os valores médios encontrados para dois conjuntos de dados (amostras) que estão sendo comparados. Se o valor zero estiver contido no intervalo conclui-se que não há diferença significativa entre as médias, caso contrário, pode-se afirmar que a diferença é estatisticamente significativa. Outra forma de avaliar é utilizando o p-valor encontrado para o teste, desta forma se este for menor que o nível de significância adotado, aceita-se a hipótese de que há diferença significativa entre as médias (ESQUERRE, 2007).

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos itens a seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos a partir da análise das entrevistas realizadas, confrontando-as com os dados e informações de outros estudos consultados durante a revisão bibliográfica.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DOS DOMICÍLIOS PESQUISADOS

Conforme explicado, a rua estudada se caracteriza pela ocupação desordenada e grande quantidade de domicílios construídos a partir da subdivisão ou anexos de outros, refletindo numa grande quantidade de residências, com diferentes características, conectadas a uma única ligação ou medidor de água. Fotos da região e dos imóveis existentes podem ser visualizados no Apêndice B.

Para este estudo os imóveis foram classificados de acordo ao tipo de construção em:

- Independentes: Quando apenas um domicílio ocupa o lote, ou sublote;
- Apartamentos: Apenas quando os domicílios são construídos uns sobre os outros, sem haver subdivisões internas em outros domicílios em nenhum dos andares;
- Conjogados: Nos demais casos. Basicamente quando há paredes divisórias comum a dois domicílios, independente destes estarem no pavimento térreo ou superior.

As 220 residências identificadas correspondiam a 106 ligações, o que representava uma média de 2,07 residências por ligação.

Destas se teve acesso a 71 contas de água, o que representa 67% das ligações. Porém não foi possível obter os dados de consumo de todas, pois algumas contas não apresentavam a quantidade de água consumida. Entre os motivos encontra-se a adoção do consumo presumido¹⁴ para cobrança pela água. Outras configurações de cobrança também foram identificadas, como em algumas residências onde apenas a taxa de esgoto era cobrada, sem ficar clara qual a base de cálculo.

Dos domicílios avaliados, aproximadamente 78% eram próprios e 16% alugados (Figura 10). Em relação ao tipo, apenas 24% dos imóveis eram independentes, ou seja, havia uma única casa no lote. Tal característica se deve à forma de ocupação e ao padrão construtivo da região. Conforme já discutido, é uma situação muito comum em bairros

¹⁴ Consumo estimado, e cobrado do domicílio, quando não há hidrômetro instalado. Em geral para residências de baixa renda é cobrado o valor equivalente a taxa mínima de consumo, ou seja, 10m³.

populares a subdivisão das casas e a construção de anexos para servir de moradia a membros da própria família, ou ainda, com o objetivo de alugar, buscando aumentar a renda domiciliar

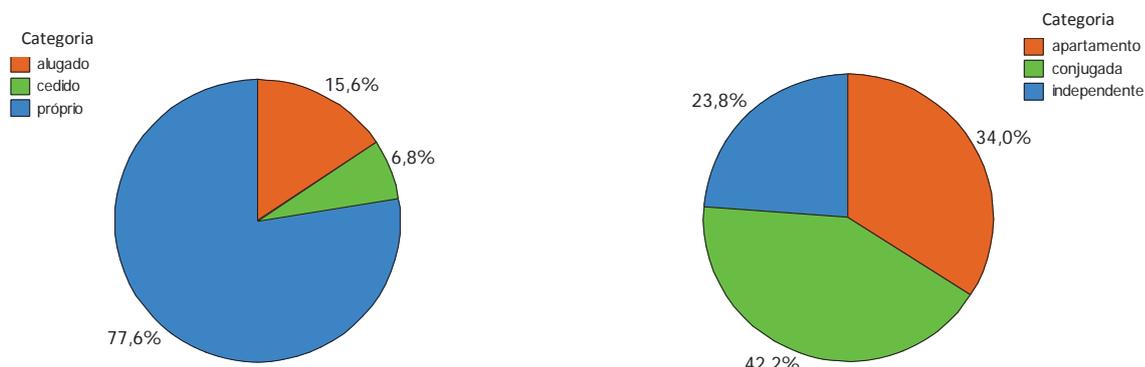


Figura 10. Distribuição dos domicílios segundo condição (*esquerda*) e tipo do imóvel (*direita*)

A Tabela 11 apresenta as estatísticas descritivas de características avaliadas nos domicílios que participaram do estudo. Com base nos resultados verifica-se altos coeficientes de variação o que indica grande dispersão dos dados.

Tabela 13. Estatísticas descritivas das características dos domicílios estudados.

Variáveis	Número de domicílios	Média	Desvio Padrão	Coefic. de variação (%)	Mediana	Intervalo de confiança (IC = 95%) para média
Nº Moradores	147	3,4	1,5	45	3	3,2 - 3,7
Renda Familiar (R\$) ¹	118	870,7	488,2	56	765	781,7 - 959,7
Renda <i>Per capita</i> (R\$)	118	334,1	283,4	85	255	282,5 - 385,8
Cômodos	147	5,1	1,7	33	5	4,9 - 5,4
Dormitórios	147	1,9	0,8	39	2	1,8 - 2,1
Pontos internos de água	147	4,4	1,8	40	4	4,1 - 4,7
Pontos totais de água	147	5,4	2,2	41	5	5,0 - 5,7
Cons. médio domiciliar (m ³ /mês)	80	11,2	6,5	58	10	9,7 - 12,6
Cons <i>per capita</i> (L/hab.dia)	58	121,5	58,5	48	100,8	106,1 - 136,8

¹ No período em que foi realizada a pesquisa o valor do salário mínimo era R\$ 510,00

Conforme apresentado na Figura 11, a rua apresenta maiores frequências de domicílios com 4 a 6 cômodos (Figura 11a), de forma que tanto a média quanto a mediana, foram aproximadamente 5 cômodos por domicílio (Tabela 11). Desses 1 a 2 cômodos são utilizados como dormitórios (Figura 11b).

Observa-se grande frequência de domicílios com 4 pontos internos de consumo de água (Figura 11c). Maiores frequências foram encontradas para residências com 4 e 5 pontos totais de consumo (Figura 11d), o que representou média, e mediana, em torno de 5 pontos de consumo de água por domicílio (Tabela 11). Acredita-se que estes representam os equipamentos básicos de consumo domiciliar de água. São eles: chuveiro, bacia sanitária, lavatório, pia da cozinha e torneira externa (associada à lavagem de roupas e outros usos externos).

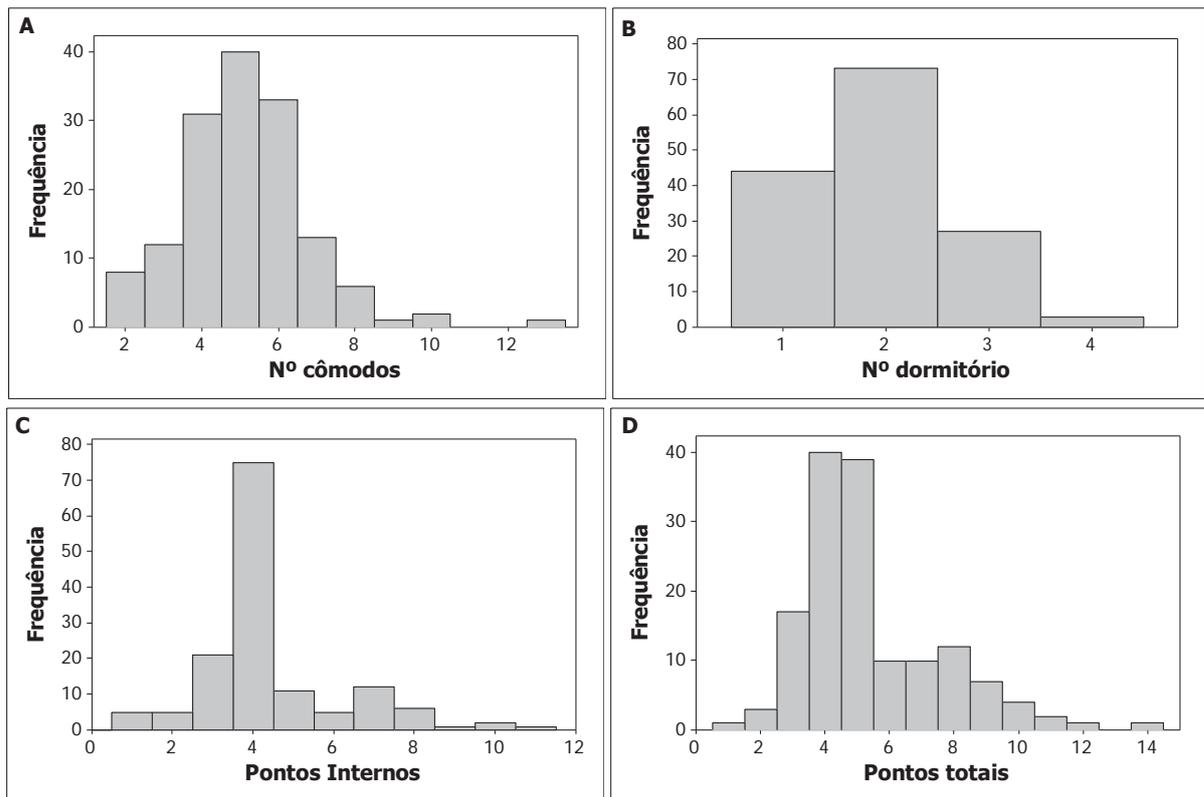


Figura 11. Histograma das características dos domicílios avaliados.

Em relação ao número de moradores, observa-se a concentração de domicílios onde residem 2 a 4 habitantes (Figura 12A). Estes representam 57% dos domicílios, de forma que a média encontrada foi de $3,4 \pm 1,5$ moradores por domicílio.

Dos domicílios avaliados, 78% possuem renda familiar mensal até 2 salários mínimos. A renda média familiar ficou em torno de R\$ 870 (aproximadamente 1,7 salários mínimos), o que representa uma renda *per capita* de aproximadamente R\$ 334.

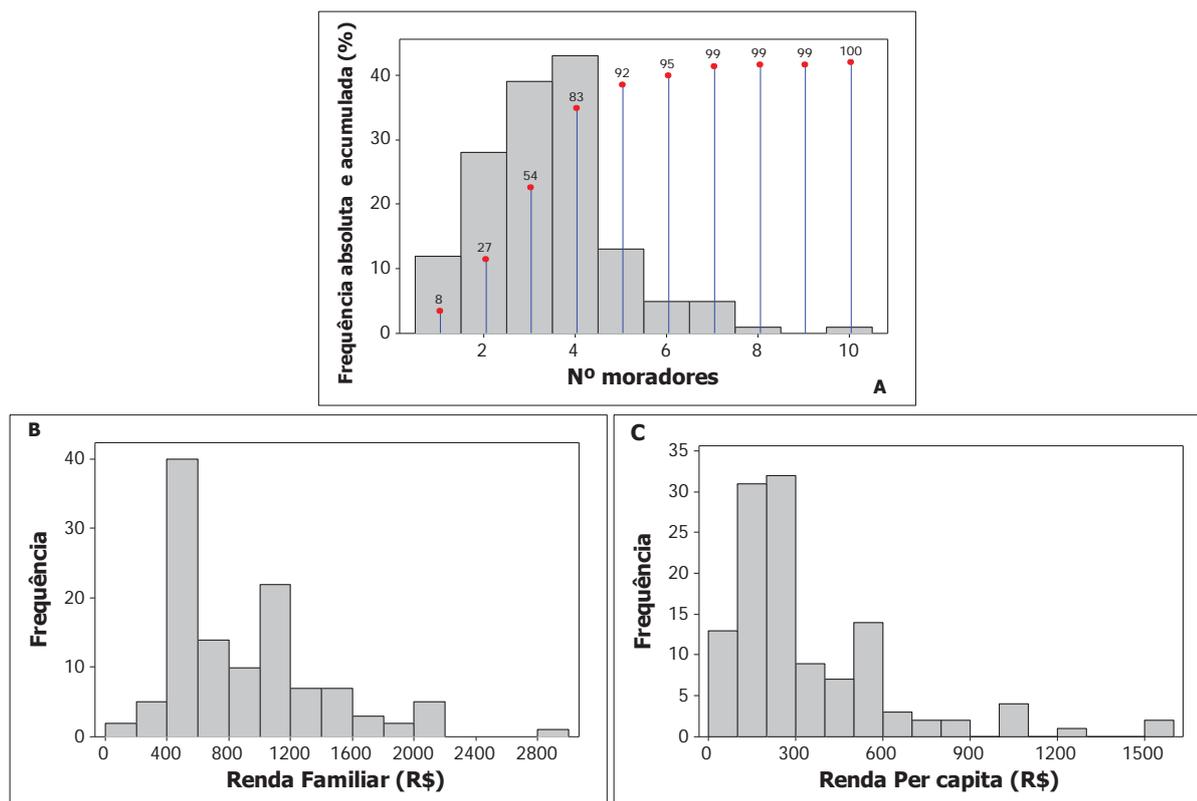


Figura 12. Histograma das variáveis números de moradores, renda familiar e renda *per capita*, dos domicílios avaliados.

A partir da Tabela 12, verifica-se que 35% dos moradores adultos não chegaram a concluir o nível fundamental e que 20% possuem apenas o ensino fundamental, ou seja, mais da metade dos adultos não concluíram o nível médio.

Tabela 14. Grau de escolaridade da população avaliada

Grau de escolaridade	Percentual	
	Chefe da família	Adultos*
Nunca frequentou	3%	3%
Pré-escolar	5%	4%
Fundamental incompleto	32%	28%
Fundamental completo	8%	6%
Ensino médio incompleto	12%	14%
Ensino médio completo	34%	37%
Superior incompleto	1%	3%
Superior completo	2%	3%
Ns/nr	3%	3%
Total geral	100%	100%

*Morador com idade superior a 18 anos, incluindo o chefe da família.

Quando avaliada a escolaridade dos chefes das famílias, constatou-se que em 40% dos domicílios a pessoa de referência não concluiu o ensino fundamental, em outros 20% dos

chefes da família possuem apenas o ensino fundamental completo, o que indica um baixo nível de escolaridade da população avaliada.

Em relação à posse de bens e equipamentos eletrônicos observa-se que a maioria dos domicílios possuem geladeira (95%), rádio (76%), DVD (88%) e televisão (99%). Apenas 21% dos domicílios possuem chuveiro elétrico, percentual inferior aos 26%, identificado por Almeida (2007). A proporção de domicílios entrevistados com chuveiro elétrico foi inferior àquela onde havia micro-ondas (22%). O principal motivo citado durante as entrevistas, para não utilizar este tipo de equipamento, era a preocupação com o consumo, e consequentemente, o pagamento da conta de energia.

Cerca de 39% dos domicílios possuíam computadores e 48% telefones fixos. Porém em 93% dos domicílios algum dos moradores possuía telefone celular. Dos domicílios avaliados, em aproximadamente 11% havia carro e em cerca de 7% havia moto.

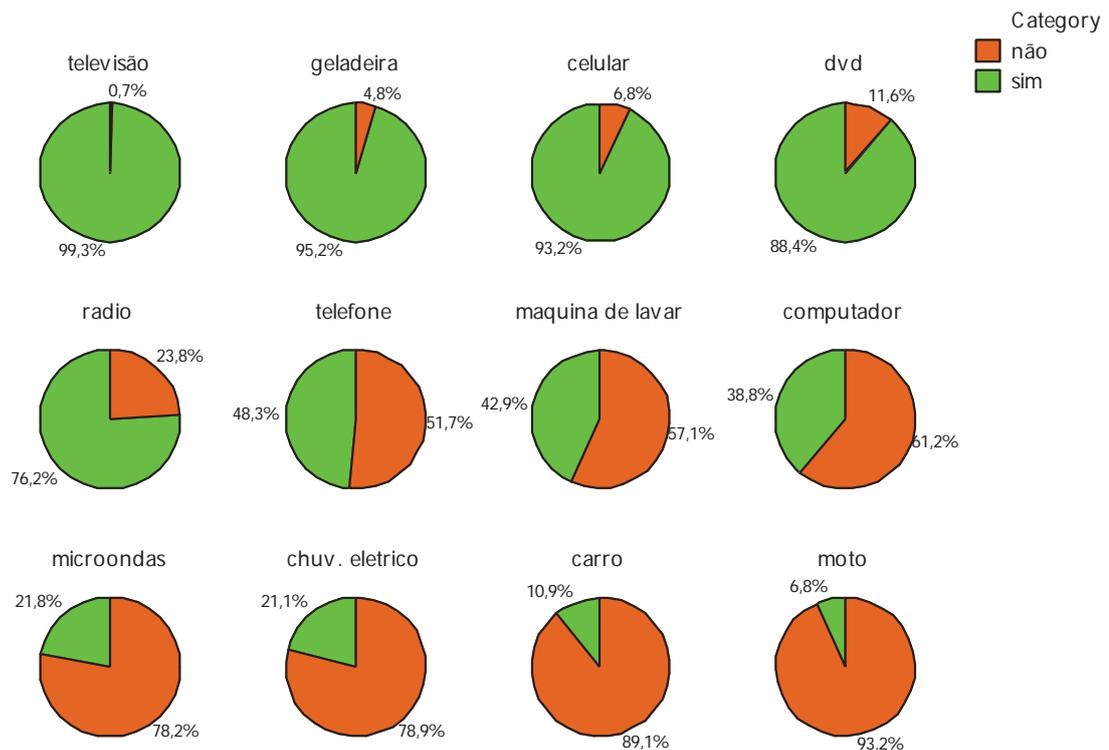
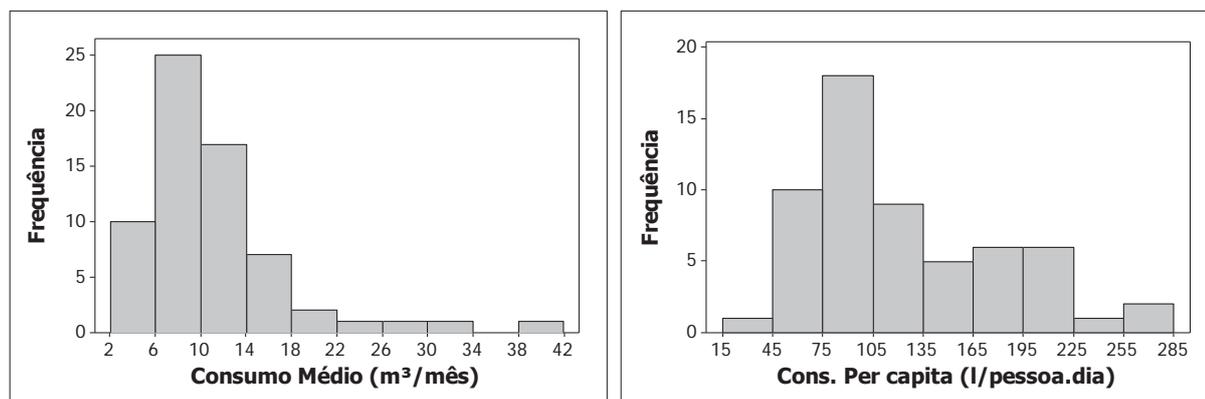


Figura 13. Distribuição de domicílios segundo posse de bens/eletrodomésticos.

Com relação ao consumo de água, 55% dos domicílios avaliados encontram-se na faixa onde é cobrada a tarifa mínima, ou seja, até 10m³/mês. Apenas 8% das residências possuem consumo superior a 20m³/mês. Nenhum dos domicílios avaliados apresentou consumo superior a 40m³/mês. Assim, o consumo mensal médio de água, para as residências avaliadas, foi de 10,6m³. Ver Tabela 13 e Figura 14.

Tabela 15. Distribuição dos domicílios segundo as faixas tarifárias do consumo de água

Faixa de Consumo (m ³ /mês)	0 - 10	10 - 15	15 - 20	20 - 25	25 - 30	30 - 40	> 40	Total
Percentual de domicílios	55%	29%	9%	4%	1%	3%	-	100%

Figura 14. Distribuição de domicílios segundo consumo de água mensal e *per capita*

A média encontrada para o consumo *per capita* foi de aproximadamente 121,5 litros por habitante por dia (Tabela 11). Segundo dados do SNIS (2010), em 2007 e 2008, o consumo médio *per capita* na Bahia foi de aproximadamente 120 litros/pessoa.dia, próximo ao valor encontrado, já o consumo médio *per capita* em Salvador, segundo a mesma fonte, foi de 154 litros/pessoa.dia, superior a média encontrada. Porém, conforme o histograma apresentado na Figura 14, há uma concentração de dados à esquerda da curva, com maior frequência para um consumo *per capita* na faixa entre 45 e 135 litros diários por pessoa. De modo que a melhor medida de tendência central para representar esses dados seria a mediana, que no caso é de 100,8 litros por pessoa por dia.

O consumo médio *per capita* identificado nas residências da Chapada do Rio Vermelho neste estudo é superior àqueles identificados nos estudos realizados em domicílio da Região Metropolitana de Salvador por Moraes (1995) e Cohim e colaboradores (2008), 48 litros/hab.dia e 80 litros/hab.dia, respectivamente. Vale destacar a diferença entre as metodologias, tamanho das amostras adotadas e períodos em que foram realizados os estudos, conforme descrito no item 2.6. Porém se observa a existência de uma faixa de consumo comum às três pesquisas que compreende demandas diárias por habitante entre 75 e 87 litros.

A partir da Tabela 11, pode-se verificar, ainda, que para um IC de 95%, a média para o consumo *per capita* variou entre 106 e 137 litros por pessoa por dia, intervalo que contém os valores de consumo *per capita* encontrados durante estudos em habitações de interesse social nos municípios Itajubá, 117 l/hab.dia (DANTAS *et. al.* 2006) e Paulínia, 113 l/hab.dia para

(YWASHIMA *et. al.*, 2006) e para as classes D/E e C em Belo Horizonte, respectivamente 113 l/hab.dia e 129 l/hab.dia (DIAS *et. al.*, 2010).

Apesar da concentração de dados à esquerda da curva, observa-se que em algumas residências o consumo *per capita* é superior à média da região. Chegando, em alguns casos, o consumo superior a 200 litros diários por pessoa. Este grupo evidencia que, mesmo em áreas de baixa renda, há necessidade de ações visando redução do consumo de água, partindo do pressuposto que a maioria da população vive em condições confortáveis com consumo em torno de 75 a 120 litros pessoa dia, lembrando que referências internacionais sugerem como o mínimo necessário 50 litros diários por pessoa, ou seja, metade do padrão mais frequente na região.

Em relação à água utilizada para beber, verifica-se que metade das residências utilizam a água da rede pública, porém filtrada (Tabela 14). Pouco mais de 20% afirmaram beber a água que sai direto da torneira, percentual próximo àquele dos domicílios que utilizam água engarrafada. Esta característica indica a falta de confiança na qualidade da água fornecida pela concessionária, o que tem fundamento, uma vez que se trata de área onde o abastecimento não é constante, conforme já discutido.

Tabela 16. Água utilizada para beber no domicílio

Água utilizada para beber	% de Domicílios (margem de erro)¹
Água mineral	18 (6)
Direto da torneira	22 (7)
Da torneira, fervida	4 (3)
Da torneira, filtrada	58 (8)
Da torneira, filtrada e fervida	-

¹os dados estão apresentados na forma \bar{p} ($\varepsilon_{95\%}$), onde o intervalo da proporção para um IC=95% é dado por $\bar{p} \pm \varepsilon_{95\%}$

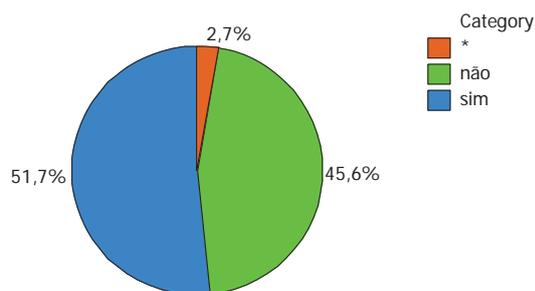
Resultado semelhante ao encontrado por pesquisa realizada em Vitória, Espírito Santo (SILVA *et. al.*, 2009)¹⁵, onde 52,5% dos entrevistados afirmaram que a água fornecida pela concessionária precisava ser filtrada e 27,5% dos entrevistados compravam água envasada, pois acreditavam que a água fornecida pela concessionária local era ideal para todos os usos, exceto para beber.

¹⁵ Pesquisa analisou os depoimentos de quatro grupos de dez moradores de diferentes bairros (áreas de favela urbanizada e não urbanizada, área cuja base econômica predominante é a pesca e outra com médio nível socioeconômico) em Vitória (ES) utilizando a estratégia do Discurso do Sujeito Coletivo. Os discursos apontam para a falta de conhecimento dos usuários sobre a manutenção correta do reservatório e filtro domiciliares de água, para a desconfiança da qualidade da água recebida do sistema público e a falta de um canal de comunicação efetivo entre a população, o serviço de saneamento e as instituições de saúde pública locais (SILVA, *et. al.*, 2009).

Conforme já descrito no bairro onde foi desenvolvida a pesquisa, até os anos 90, era comum o abastecimento intermitente. Na rua estudada, localizada no vale de uma microbacia, o lençol freático encontrava-se a poucos metros de profundidade. Por isso eram comuns as chamadas “fontes de água” que atendiam a população local, durante os períodos mais longos sem abastecimento. Atualmente, apenas uma dessas fontes ainda é utilizada. As demais foram desativadas, principalmente devido à deterioração da qualidade da água.

Quando questionados sobre a frequência da falta de água na região, 81% responderam que raramente há a interrupção no abastecimento, 4% dos entrevistados afirmaram que nunca falta água, enquanto 12% afirmam que a falta de água é frequente. Conforme Figura 15, se verifica que aproximadamente metade dos domicílios possuem reservatórios. Conforme histograma da Figura 15, à direita, verifica-se que é mais comum a adoção de reservatórios com capacidade de armazenamento em torno de 500 e 1000 litros.

Possui reservatório?



* Não sabe ou não respondeu

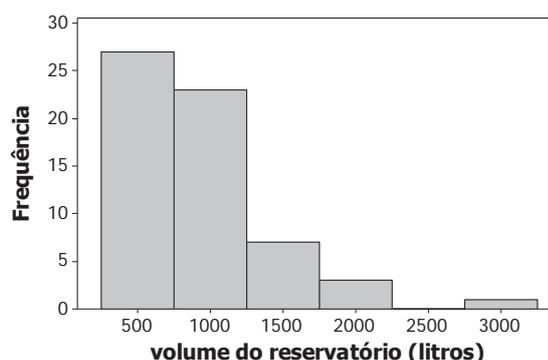


Figura 15. Existência de reservatórios para armazenamento de água e volume disponível.

Tabela 17. Resposta sobre a frequência da falta de água na rede pública segundo a existência de reservatório no domicílio

Frequência na falta de água na rede pública	Total	Possui reservatórios?	
		não	sim
Frequentemente	13%	6%	7%
Nunca	5%	1%	4%
Raramente	82%	41%	41%
Total	100%	48%	52%

Ao cruzar as duas informações, resposta à frequência da falta de água e a existência de reservatórios no domicílio verifica-se que, exceto para os domicílios onde o entrevistado informou que nunca falta água, que representava apenas 5% do total, não se percebe diferença na proporção de domicílios com, ou sem reservatórios, evidenciando que não é esta a característica que influencia na opinião do morador.

Em visitas posteriores à aplicação dos questionários e conversas com membros desta comunidade foi identificado que geralmente há água na rede pública todos os dias, porém que o abastecimento não é constante ao longo do dia, ocorrendo com bastante frequência a interrupção do abastecimento durante em algumas horas do dia.

Acredita-se que as respostas dos entrevistados à pergunta sobre a frequência da falta de água e a quantidade de domicílios que possuem reservatórios baseiam-se em referências anteriores desta população, ou seja, a memória da época em que ficavam longos períodos sem água.

Recomenda-se que em outros estudos posteriores, questões relacionadas à falta de água sejam mais específicas quanto a rotina de abastecimento ao longo do dia e da semana.

5.2. GRAU DE ASSOCIAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS ANALISADAS E O CONSUMO DOMICILIAR DE ÁGUA

A partir dos resultados apresentados na Tabela 16, pode-se afirmar que os valores de correlação entre o consumo de água *per capita* e mensal nos domicílios com as variáveis analisadas, a partir dos dois métodos utilizados, coeficientes de Pearson e Spearman, de forma geral, não diferem muito entre si.

Tabela 18. Correlação de Pearson e Spearman entre consumo domiciliar e *per capita* com as variáveis analisadas

	Consumo domiciliar (m ³ /mês)		Consumo <i>per capita</i> (l/hab.dia)	
Número de residências avaliadas	80		58	
	Coef. Pearson R (p-valor)	Coef. Spearman ρ (p-valor)	Coef. Pearson R (p-valor)	Coef. Spearman ρ (p-valor)
Consumo domiciliar (m ³ /mês)	1	1	0,75 (0,000)	0,75 (0,000)
Nº de cômodos	0,01 (0,945)	0,06 (0,626)	-0,18 (0,178)	-0,12 (0,376)
Nº de dormitórios	0,18 (0,113)	0,22 (0,048)	-0,12 (0,361)	-0,09 (0,521)
Nº de Moradores	0,22 (0,045)	0,22 (0,055)	-0,23 (0,085)	-0,26 (0,047)
Pontos totais	0,18 (0,113)	0,11 (0,330)	0,04 (0,752)	0,00 (0,999)
Pontos internos	0,31 (0,005)	0,30 (0,007)	0,22 (0,094)	0,19 (0,152)
Renda familiar (R\$)	-0,04 (0,796)	0,09 (0,504)	-0,06 (0,704)	-0,08 (0,616)
Renda <i>Per capita</i> (R\$)	-0,20 (0,161)	0,02 (0,892)	0,12 (0,443)	0,12 (0,428)
Valor pago por m ³ consumido (R\$/m ³)	-0,01 (0,926)	0,09 (0,449)	0,43 (0,001)	0,18 (0,166)
Valor pago/ Renda familiar	0,65 (0,000)	0,57 (0,000)	0,46 (0,002)	0,40 (0,008)

O número de moradores no domicílio apresentou correlação linearmente fraca, porém significativa com o consumo de água. Conforme esperado, o número de moradores possui

associação positiva ($\rho=0,2$; $p\text{-valor}=0,06$) com o consumo total de água no domicílio e negativa com o consumo *per capita* ($\rho= -0,3$; $p\text{-valor}=0,05$). Esta característica é identificada também nas Figuras 16a e 17a. Entre os possíveis motivos para justificar este comportamento, citado por diversos autores, estão a divisão dos consumos comuns entre o número de moradores, como limpeza do domicílio e a “concorrência” para utilização dos pontos de água com o aumento de habitantes na residência.

A partir dos diagramas de dispersão entre o consumo de água e o número de pontos de consumo de água internos e totais no domicílio, Figuras 16 (c e d) e 17 (c e d), nota-se, apesar da grande dispersão, uma relação positiva e crescente, exceto quando comparados o consumo *per capita* e o número de pontos totais de água no domicílio. Esta observação confirma-se, em parte, quando avaliados os coeficientes de correlação entre as variáveis, Tabela 16. O número de pontos de consumo internos no domicílio apresentou correlação fraca, porém significativa ($\rho= 0,3$; $p\text{-valor}=0,00$), com o consumo total de água.

Quando comparado o consumo *per capita* e o número de pontos de água nos domicílios, a associação é significativa para um IC de 90%, se considerado o coeficiente de Pearson ($r=0,2$; $p\text{-valor}=0,09$). Para análise do coeficiente de Spearman, que seria mais adequado, uma vez que os dados do número de pontos são discretos, não se pode afirmar que a associação entre consumo *per capita* e número de pontos internos de água é significativa.

O número total de pontos para consumo de água nos domicílios não apresentou associação significativa com o consumo total da residência. Com relação ao consumo *per capita* a associação foi nula.

Destes resultados pode-se afirmar que o consumo de água no domicílio é influenciado pelo número de pontos de consumo no interior do domicílio. Assim, quando há mais pontos de água tende-se a um consumo total maior no domicílio.

Embora nos gráficos de dispersão se observe uma tendência ao crescimento do consumo total domiciliar (Figura 16e e 16f) e o decréscimo do consumo *per capita* (Figura 17e e 17f), em relação ao aumento do número de cômodos e quartos. A partir da Tabela 16 verifica-se que os números de cômodos e de dormitórios não apresentaram associação significativa com o consumo *per capita* de água nos domicílios. Porém o número de dormitórios apresentou correlação significativa com o consumo médio mensal nas residências ($\rho= 0,2$; $p\text{-valor}=0,05$).

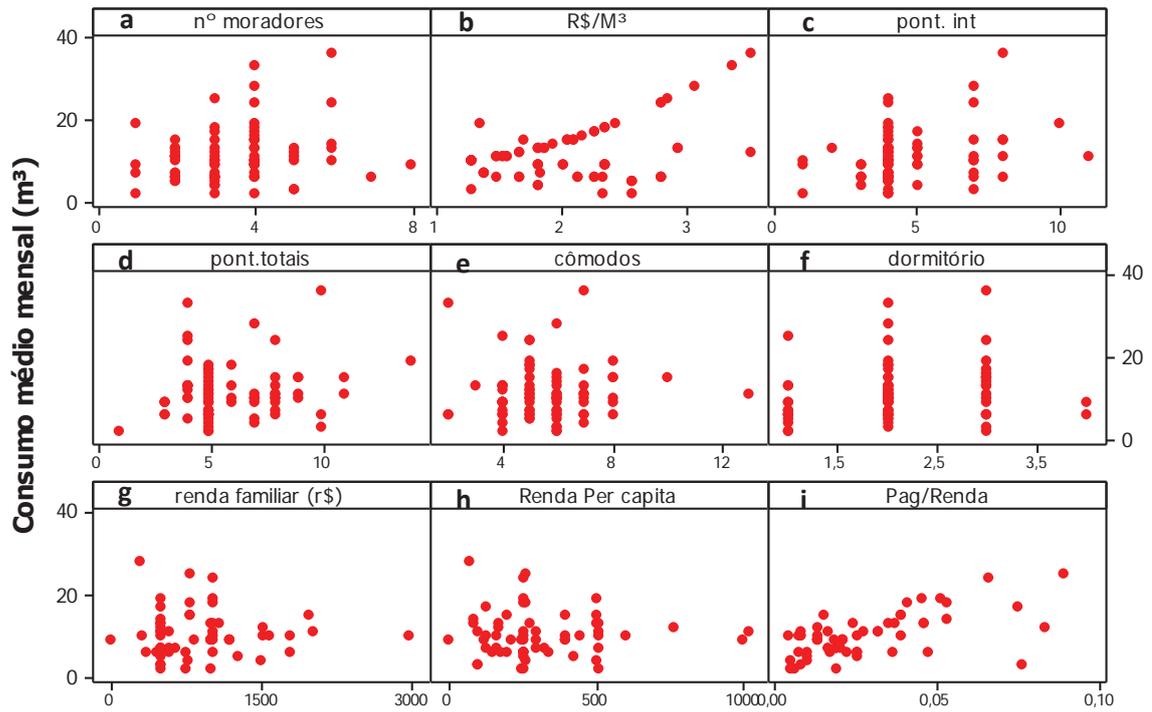


Figura 16. Gráficos de dispersão entre consumo mensal domiciliar médio e variáveis analisadas

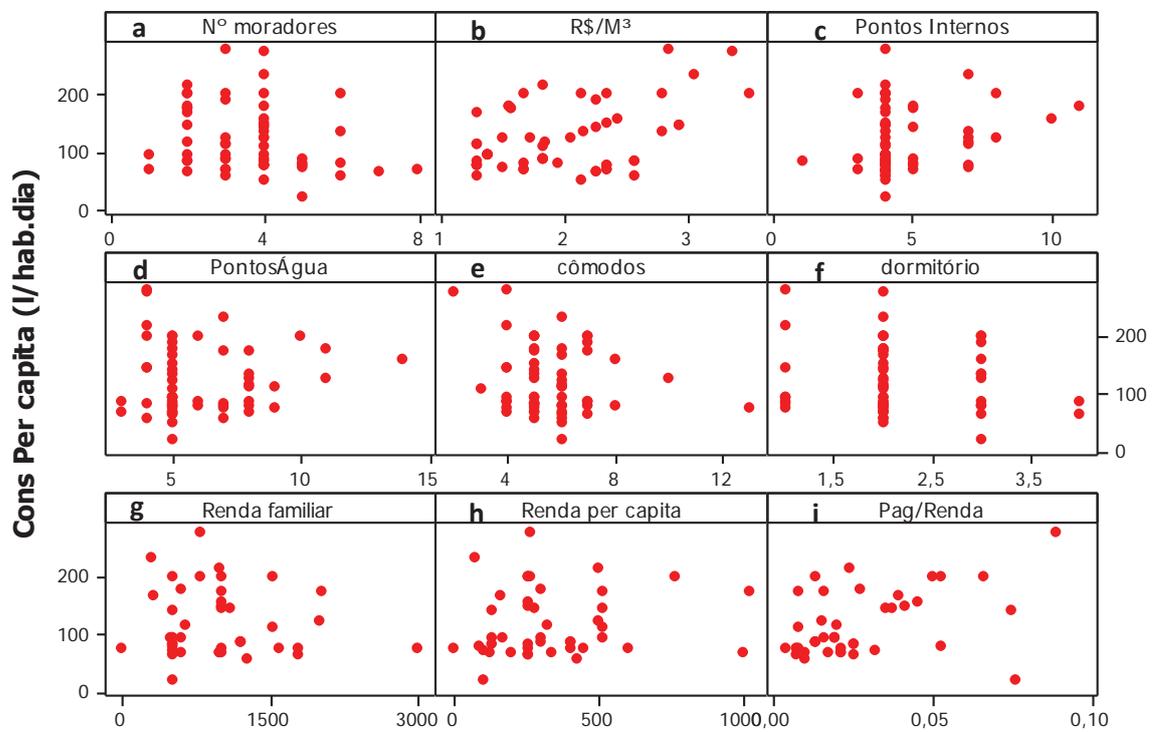


Figura 17. Gráficos de dispersão entre consumo *per capita* e variáveis analisadas

A partir da Tabela 17 verifica-se que o número de dormitórios apresentou correlação linear moderada e significativa com o número de moradores, o que pode ter influenciado na sua associação com o consumo total de água.

Tabela 19. Correlação de Pearson entre número de moradores, cômodos e dormitórios

Variáveis	Nº de moradores	Nº de dormitórios
Nº de dormitórios	0,461 (0,000)	
Nº de cômodos	0,233 (0,037)	0,526 (0,000)

Nota: Os dados estão apresentados na forma R de Pearson (p-valor)

Observa-se relação linear moderada, positiva e significativa entre a parcela da renda domiciliar comprometida com o pagamento da conta de água e o consumo de água, tanto *per capita* quanto total nos domicílios. Esta característica deve-se ao valor da conta paga, numerador da variável em análise. Como a renda total para a população avaliada apresenta pequena variação, concentrando-se na faixa entre 1 a 2 salários mínimos, quem define a variação no valor da variável é, na verdade, o valor da conta paga, que é determinada em função do volume consumido. Ou seja, quanto mais se consome, mais se compromete renda, para uma faixa de renda relativamente homogênea.

O valor pago por m³ de água consumido apresentou relação linear moderada, positiva e significativa com o consumo *per capita* de água, ou seja, quanto maior o consumo por morador maior seria o valor pago por m³ consumido.

Analisando apenas este aspecto seria possível afirmar que o propósito de “onerar mais” os maiores consumos com tarifas mais altas, buscando o consumo racional da água, estaria sendo atendido, porém, conforme já discutido antes, quando se analisa o consumo total do domicílio verifica-se que isto não acontece de fato em todas as faixas de consumo.

Quando comparadas as Figuras 16i e 17i, nota-se claramente que com o aumento do consumo total o comprometimento de renda também aumenta. Contudo esta relação entre o aumento do comprometimento da renda e em função de maiores consumos *per capita* não é tão claro, tendo em vista a dispersão dos dados.

Confrontando o gráfico de dispersão entre o valor do m³ de água consumido em função do consumo total mensal de água no domicílio, apresentado na Figura 18, com a curva apresentada na Figura 7, item 2.7 (pg 54), será notada uma grande dispersão dos dados, principalmente na faixa de consumo até 10m³, onde os ganhos financeiros em função do menor consumo de água não são perceptíveis, dada a cobrança da tarifa mínima. Porém esta dispersão se deve a maior frequência de domicílios nesta faixa de consumo associada à forma

de ocupação existente no local, com várias residências conectados a uma mesma ligação, sem o registro destas no cadastro da concessionária local.

Esta situação permite, em alguns casos, que estes paguem valores menores de tarifa, porém isto nem sempre acontece. Em algumas situações esta diferença entre o número de economias conectadas a ligação e a quantidade cadastrada na concessionária pode representar prejuízo aos moradores.

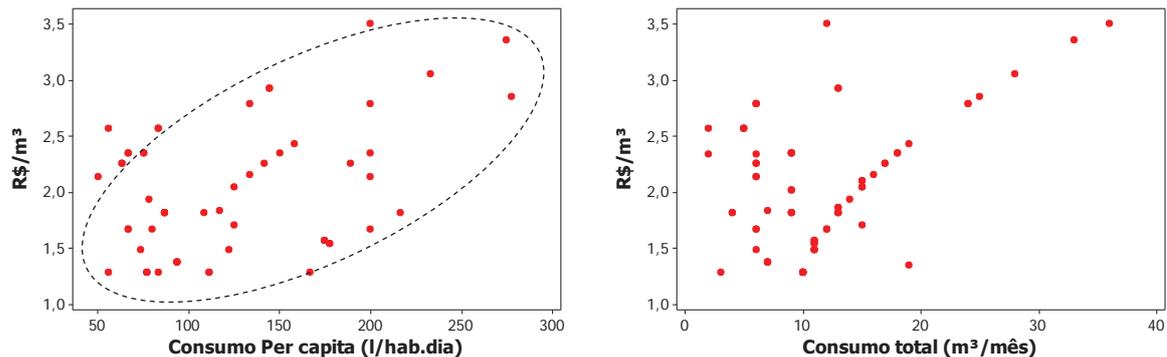


Figura 18. Valor do m^3 de água consumido em função do Consumo total mensal e consumo *per capita* no domicílio

Como exemplos serão citados dois casos, Tabela 18:

1º caso: Numa ligação estavam conectados 4 domicílios. O consumo total deles era de $24m^3/mês$, o que representa $6m^3$ por domicílio. Como no cadastro da concessionária contava apenas uma economia era cobrado deles o valor referente à $24m^3$, ao invés do que aconteceria normalmente, que seria a cobrança de valor equivalente a 4 taxas mínimas, ou seja, $40m^3$. Numa primeira análise pode parecer que os moradores saíam ganhando, porém ao serem considerados os $24 m^3$, consumidos por uma única economia, é cobrado o valor de tarifa das faixas mais altas de consumo. Assim, na conclusão dos cálculos, estes domicílios pagam pelo m^3 consumido 1,3 vezes o valor que seria pago se o cadastro estivesse correto.

2º caso: Numa ligação estavam conectados 2 domicílios. O consumo total deles era de $12m^3/mês$, o que representa $6m^3$ por domicílio. Na concessionária estava cadastrada apenas uma economia e era cobrado deles o valor referente aos $12m^3$, ao invés de 2 taxas mínimas, ou seja, $20m^3$. Apesar de passar para a faixa acima de $10m^3$, para estes domicílios, a falha no cadastro mostra-se vantajosa, pois pagam pelo m^3 consumido 78% do valor que seria cobrado se o cadastro estivesse correto.

Assim, o benefício ou prejuízo ao morador pela diferença entre o número de casas conectadas à ligação e àquele registrado junto à concessionária dependerá do número de ligação e do consumo destes domicílios.

Tabela 20. Cálculo de valores das contas de água segundo situação do cadastro da ligação junto à concessionária.

Caso	Condição	Nº de Domicílios conectados à ligação	Volume (m³/mês)			Valor			
			Total	Por domicílio	Faturado	Conta de água (R\$)	Por domicílio (R\$)	m³ (R\$)	Pago/Devido ¹
1	Correção no cadastro	4	24	6	4 x 10	51,40	12,85	2,14	1,30
	Situação atual			24	24	67,07	16,77	2,79	
2	Correção no cadastro	2	12	6	2 x 10	25,70	12,85	2,14	0,78
	Situação atual			12	12	20,03	10,02	1,67	

¹ Nesta análise é denominado como valor devido aquele que o usuário deveria pagar à concessionária de água e esgoto se o cadastro estivesse correto, segundo sistema tarifário praticado.

Conforme Figura 19, verifica-se que apenas 59% das residências possuem o cadastro correto junto à concessionária. Entre os outros 41%, cujo cadastro está desatualizado, observa-se um certo equilíbrio entre o número de domicílios que tiveram prejuízo (valor pago maior que valor devido) e os que se beneficiaram com esta falha (valor pago menor que valor devido).

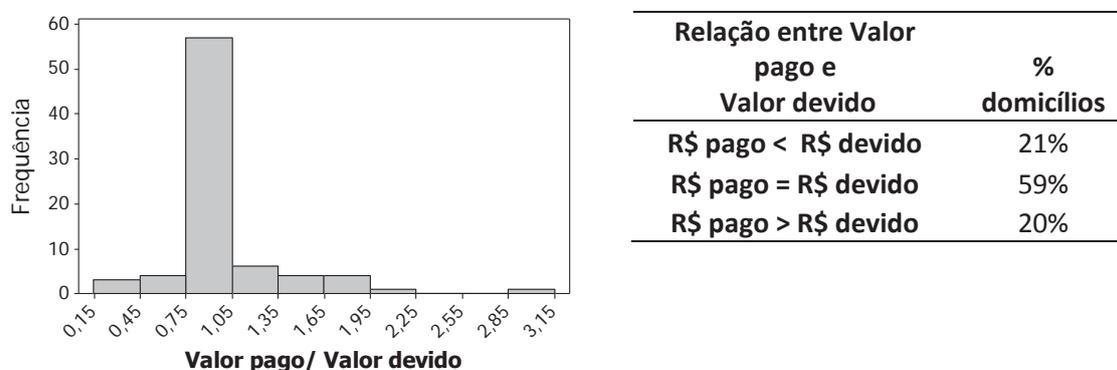


Figura 19. Distribuição dos domicílios segundo relação valor pago/valor real

Das 147 famílias entrevistadas, 27 estavam cadastradas no Programa Bolsa Família¹⁶, porém apenas 5 pagavam tarifa social, que corresponde a valores inferiores à tarifa normal¹⁷. Segundo site da EMBASA, a exigência adotada pela concessionária para cobrança da tarifa social seria o cadastro regularizado da família no programa. Das 27 famílias que estavam

¹⁶ Bolsa Família é um programa do Governo Federal brasileiro de transferência direta de renda que visa promover a segurança alimentar e nutricional e contribuir para a conquista da cidadania para famílias em situação de (com renda mensal por pessoa de R\$ 70 a R\$ 140) e extrema pobreza (com renda mensal por pessoa de até R\$ 70). Para mais informações acesse: www.mds.gov.br/bolsafamilia

¹⁷ A tarifa social, praticada pela EMBASA, corresponde a 45% e 75% da tarifa normal, para as faixas de consumo até 10m³ e àquelas acima de 10 até 20m³, respectivamente. Fonte: www.embasa.ba.gov.br.

cadastradas no bolsa família, apenas 2 pagavam tarifa social. Os outros três domicílios que pagavam tarifa social não estavam cadastrados no programa.

Segundo relato de muitos moradores, as ligações clandestinas de água na região estudada são bastantes comuns. Cerca de 8% dos entrevistados declararam que em seu domicílio havia ligação não autorizada de água. Já em outras residências, apesar dos moradores não admitirem, era nítida a existência desse tipo de ligação, identificada pela ausência de conta e medidor, embora o domicílio fosse abastecido pela rede pública.

A Figura 20 traz as fotos de cavaletes onde a ligação de água do domicílio foi cortada, porém, em todas havia água, vinda do sistema público, a partir de ligações não autorizadas.



Figura 20. Fotos do cavalete onde o abastecimento de água foi cortado e o hidrômetro retirado

5.3. NÍVEL DE INCERTEZA ASSOCIADO À MEDIÇÃO DO CONSUMO MENSAL DE ÁGUA

No Apêndice C são apresentados a metodologia e cálculos da incerteza associada à medição do consumo de água doméstico para uma residência típica da área estudada.

Conforme já discutido no item 2.4, são muitos os fatores que influenciam na incerteza da medição. Entre eles temos erros associados ao equipamento utilizado, como condições de instalação do hidrômetro, manutenção preditiva e verificação do erro de indicação. Na Figura 21 são apresentadas fotografias de alguns hidrômetros instalados na rua onde foi realizada a pesquisa. Nestas se verifica caixas sem tampa expondo os hidrômetros às intempéries e o péssimo estado de conservação de alguns equipamentos, inclusive alguns em processo de oxidação.



Figura 21. Fotos de hidrômetros instalados na rua onde foi realizada a pesquisa

Os resultados encontrados (Apêndice C) indicam que a incerteza associada à medição do consumo residencial de água, considerando um ano de dados, valor adotado pela concessionária quando não é possível realizar a leitura do hidrômetro, está em torno de 17%, sendo mais significativa a incerteza Tipo A, associada à variação estatística dos dados. Ainda que fosse adotada uma série mais longa de dados, de forma que a incerteza Tipo A tendesse a valores bem pequenos, a incerteza Tipo B, associada a outras fontes como erros sistemáticos, escala de leitura do equipamento, condições de leitura e instalação, entre outros, representaria 6% sobre o valor da medição.

5.4. COMPORTAMENTO DO CONSUMO DE ÁGUA SEGUNDO AS VARIÁVEIS ANALISADAS

Nas Tabelas 19, 20, 21 e 22 são apresentados os resultados da análise da diferença entre médias para o consumo total residencial e *per capita* segundo características da família e do domicílio¹⁸. Em seguida serão discutidos os resultados para cada variável analisada.

NÚMERO DE MORADORES

A partir da Figura 22 e Tabela 19 observa-se uma tendência ao crescimento do consumo mensal domiciliar com o aumento do número de moradores. Porém o consumo médio mensal para os domicílios com menos que três moradores ficou bem próximo daquele identificado para residências com três moradores, de forma que a diferença entre as médias foi bem próxima a zero (p -valor = 0,859) o mesmo aconteceu quando comparados os domicílios com 4 moradores àqueles com mais de 4 moradores (p -valor = 0,839).

¹⁸ Os resultados apresentados nas Tabelas supracitadas estão apresentados na forma: média \pm desvio padrão experimental da amostra, cujo segundo valor é a forma mais utilizada para representar a dispersão estatística dos dados. Porém, é importante ressaltar que para a simulação da medição do consumo mensal de uma residência típica da área estudada, conforme apresentado no Apêndice C, o nível de incerteza associado à medição do consumo mensal de água para dados de seis meses, período utilizado nas análises deste trabalho, a incerteza padrão combinada foi de 30% do valor da medição, onde além da variação estatística dos dados, são consideradas fontes de incerteza não estatísticas como características do equipamento e erros de medição, entre outras.

Ao avaliar as médias para o consumo *per capita* segundo o número de moradores, Tabela 20 e Figura 22, só foram observadas diferenças significativas quando comparadas as médias dos domicílios com até 3 moradores e aqueles com 4 moradores em comparação às residências onde moravam mais que 4 pessoas.

Tabela 21. Consumo domiciliar mensal médio segundo número de moradores, renda domiciliar/ valor da conta de água, tipo de imóvel, número de dormitórios e nível de escolaridade do chefe da família

Variáveis/faixas consideradas	% de Domicílios (margem de erro) ¹	Consumo domiciliar (m ³ /mês) ²
Nº de moradores		
< 3 moradores	25 (9)	9,3 ± 4,1a
3 moradores	26 (10)	9,6 ± 5,6b
4 moradores	33 (10)	13,2 ± 7,0ab*
> 4 moradores	16 (8)	12,6 ± 8,8*
Tipo de imóvel		
Independente	28(10)	15,6±8,0c*
Conjugada/Apartamento	72(10)	9,5±5,0c*
Nº de dormitórios		
1 dormitório	18(8)	8,1 ± 5,9de*
2 dormitórios	56 (11)	11,4 ± 5,9d*
> 2 dormitórios	26 (10)	12,6 ± 7,7e
Pontos internos de água		
< 4	14 (8)	7,4 ± 3,2fg
4 e 5	74 (11)	10,6 ± 5,1f
> 5	11 (7)	16,5 ± 10,2g*
Nível de escolaridade do chefe da família		
Nunca frequentou/Pré-escolar	10 (7)	11,7 ± 8,7
Fundamental incompleto	33(11)	12,9 ± 6,5*
Fundamental	16 (9)	11,2 ± 4,1
Ensino Médio	41(11)	10,2 ± 7,1*
% da renda domiciliar comprometida com o pagamento da conta de água		
Até 1%	22 (10)	7,1 ± 3,6hi
Maior que 1% a 3%	43 (12)	8,3 ± 2,8jl
Maior que 3% a 4%	13 (8)	11,8 ± 3,0hjm
Maior que 4%	22 (10)	10,5 ± 6,2ilm

¹ Os dados estão apresentados na forma \bar{p} ($\epsilon_{95\%}$), onde o intervalo da proporção para um IC=95% é dado por $\bar{p} \pm \epsilon_{95\%}$

² Só apresentaram diferenças estatisticamente significativas, para IC=90% (p-valor<0,1), médias seguidas da mesma letra

* Estes conjuntos de dados não passaram no teste de normalidade, assim os resultados devem ser utilizados com cautela.

Tabela 22. Consumo *per capita* número de moradores, renda domiciliar/ valor da conta de água, tipo de imóvel, número de dormitórios e nível de escolaridade do chefe da família

Variáveis/faixas consideradas	% de Domicílios (margem de erro) ¹	Consumo <i>per capita</i> (litro/pessoa.dia) ²
Nº de moradores		
< 3 moradores	26 (11)	137,0 ± 53,6a
3 moradores	21 (10)	122,2 ± 66,7*
4 moradores	34 (12)	129,5 ± 58,2b
> 4 moradores	19(10)	84,8 ± 46,6ab*
Tipo de imóvel		
Independente	34 (12)	137,6 ± 63,4cd
Conjugada	14 (9)	151,6 ± 62,6c
Apartamento	52 (13)	102,7 ± 48,4 d*
Nº de dormitórios		
1 dormitório	14 (9)	133,8± 74,9*
2 dormitórios	62 (12)	121,1 ± 56,7*
> 2 dormitórios	24 (11)	115,2 ± 56,4
Pontos internos de água		
< 4	7 (7)	109,2 ± 61,2*
4 e 5	42 (11)	114,3 ± 56,2*
> 5	19 (10)	139,2 ± 49,4
Nível de escolaridade do chefe da família		
Nunca frequentou/Pré-escolar	11 (8)	140,6 ± 64,6
Fundamental incompleto	33 (12)	135,6 ± 59,9
Fundamental	16 (10)	121,6 ± 57,7*
Ensino Médio	40 (13)	109,1 ± 59,1*
% da renda domiciliar comprometida com o pagamento da conta de água		
<1%	20 (12)	89,1 ± 35,0d*
1% a 3%	48 (15)	105,0 ± 47,0e*
> 3% a 4%	9 (8)	132,2 ± 40,6
> 4%	23 (12)	165,9 ± 74,9de

¹Os dados estão apresentados na forma \bar{p} ($\epsilon_{95\%}$), onde o intervalo da proporção para um IC=95% é dado por $\bar{p} \pm \epsilon_{95\%}$

² Só apresentaram diferenças estatisticamente significativas, para IC=90%, médias seguidas da mesma letra

* Estes conjuntos de dados não passaram no teste de normalidade, assim os resultados devem ser utilizados com cautela.

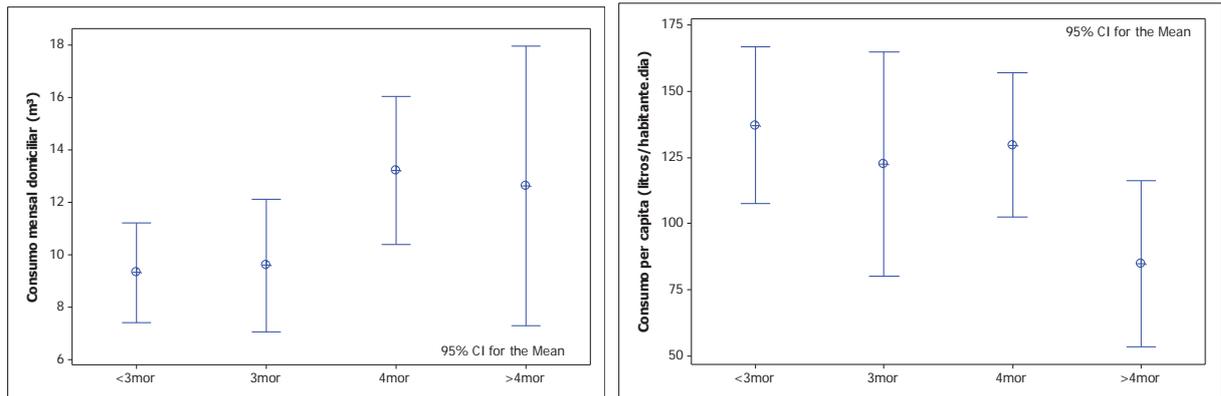


Figura 22. Consumo mensal domiciliar e *per capita* de água segundo número de moradores

Avaliando apenas os valores médios encontrados para as três primeiras faixas consideradas verifica-se que o consumo *per capita* médio nestas ficou em torno de 130 litros diários por pessoa, valor superior à média encontrada para a região. Porém quando são analisados os histogramas apresentados na Figura 23, verifica-se que nas residências onde moram até 4 pessoas, maiores frequências são identificadas nas faixas de consumo próximo a 75 e 100 litros por pessoa por dia. Para os domicílios onde moram a partir de 5 pessoas verifica-se maiores frequências nas faixas de consumo em torno de 75 litros por pessoa por dia. Indicando um padrão de consumo *per capita*, entre 75 e 100 litros diários por pessoa que apresenta altas frequências, independente do número de moradores no domicílio.

Pode-se ainda identificar um comportamento bimodal para os domicílios onde moram 1 ou 2 pessoas (<3 moradores). Nestes, além do consumo típico próximo a 75litros/pessoa.dia, identificado nos demais domicílios, verifica-se uma concentração de residências onde os moradores adotam um padrão mais elevado de consumo, em torno dos 175 a 200 litros por pessoa por dia. Nos domicílios com 4 moradores identificam-se um comportamento parecido com domicílios cujo consumo *per capita* encontram-se em torno dos 150 litros por pessoa por dia

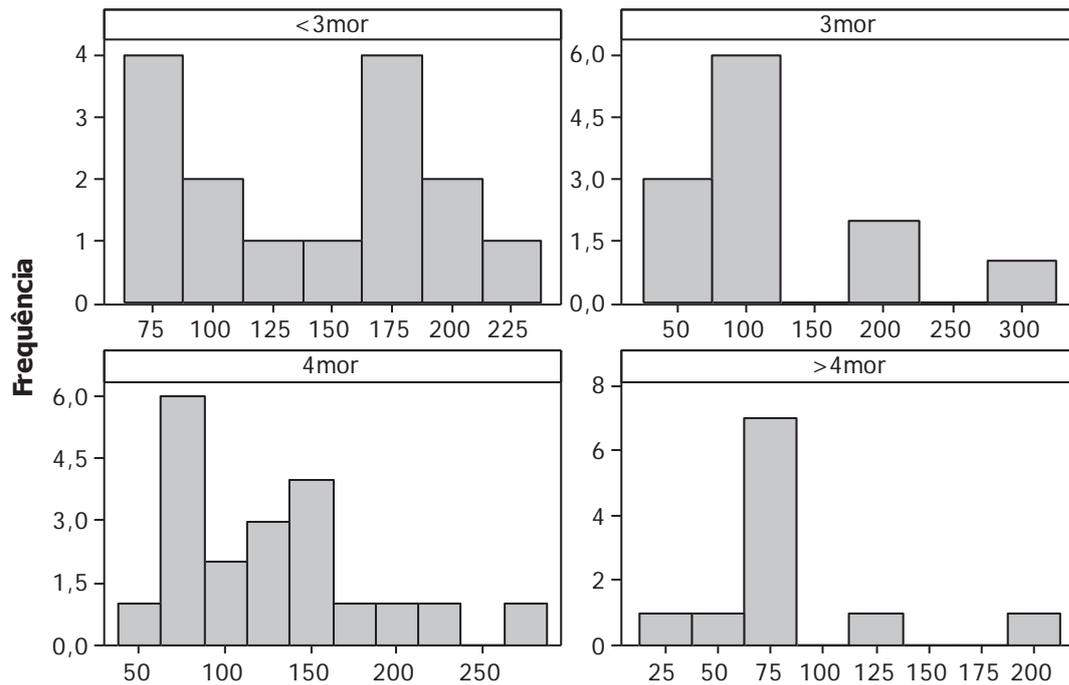


Figura 23. Distribuição do consumo *per capita* de água em litros/pessoa.dia, segundo número de moradores no domicílio.

TIPO DE IMÓVEL

Ao avaliar o consumo médio entre os domicílios considerados como conjugados e apartamentos, os valores encontrados foram, $9,4 \pm 5,5 \text{ m}^3/\text{mês}$ e $9,5 \pm 4,8 \text{ m}^3/\text{mês}$, respectivamente. Os valores são muito próximos, conforme pode ser verificado na Figura 24B. Para o teste de diferenças entre médias estes não apresentam diferenças estatisticamente significativas. Assim foram agrupados e classificados unicamente como conjugados/apartamentos. O consumo mensal médio para o grupo foi de $9,5 \pm 5,0 \text{ m}^3/\text{mês}$, conforme apresentado na Tabela 19. O consumo para estes domicílios, quando comparado com o valor encontrado para os domicílios classificados como independentes apresentam diferenças significativas ($p\text{-valor} = 0,002$). Com isso, pode-se afirmar que os domicílios independentes apresentam consumo médio mensal superior aos conjugados. Dentre as explicações possíveis há a distribuição entre os domicílios de usos como limpeza de áreas externas, quando existentes, ou ainda características como tamanho e número de moradores dos domicílios conjugados, que muitas vezes são criados a partir da divisão de outros domicílios.

Ao avaliar o consumo *per capita* em função do tipo de imóvel, observa-se grande dispersão para valores dos imóveis classificados como conjugados, quando comparados aos demais, conforme Figura 24C. A partir da Figura 24A e do teste de diferença entre médias constatou-se que há diferenças estatisticamente significativas entre o número de moradores nos domicílios classificados como conjugados em comparação com os apartamentos e independentes. Onde nos conjugados residem, em média, um número menor de pessoas, o que reflete num consumo *per capita* superior àquele identificado nos outros tipos de habitação.

Comparando os valores de média encontrados é possível afirmar que há diferenças entre o consumo *per capita* das residências classificadas como apartamentos e independentes.

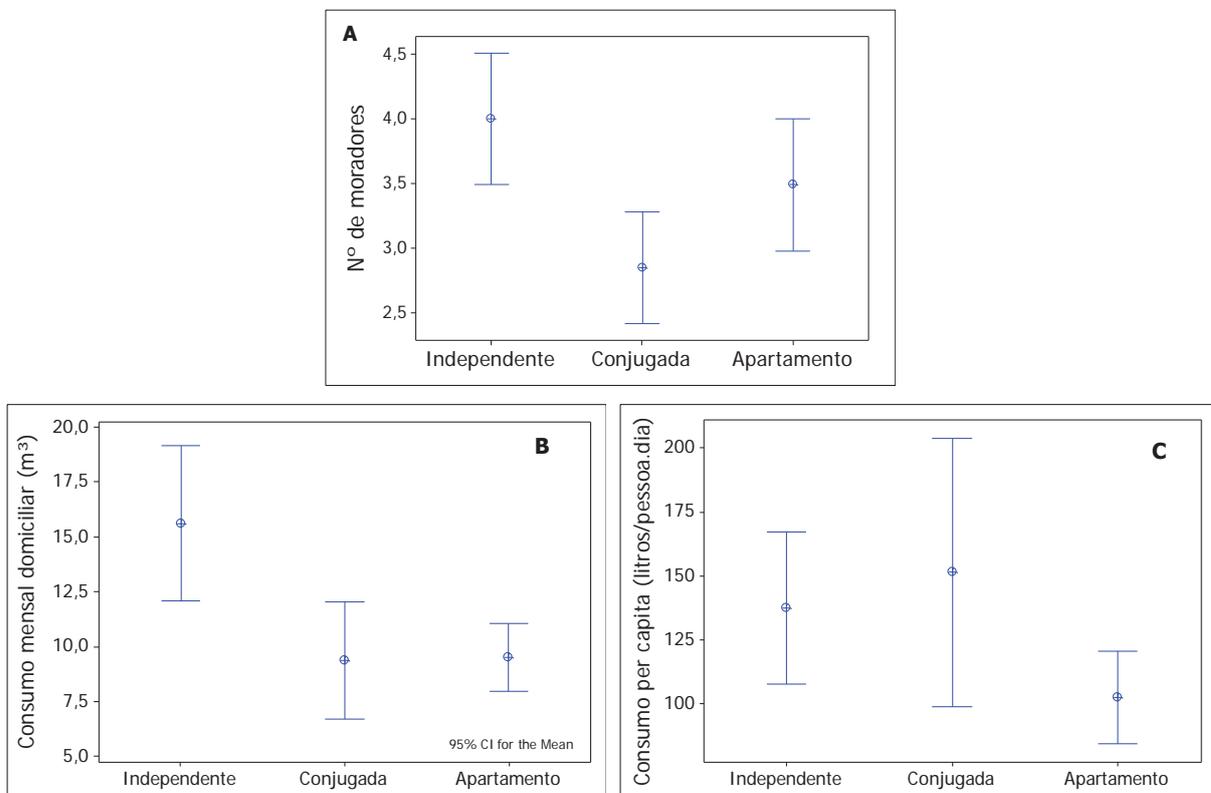


Figura 24. Numero de moradores, consumo mensal domiciliar e *per capita* de água segundo tipo de imóvel.

NÚMERO DE DORMITÓRIOS

Em relação ao número de dormitórios, para um intervalo de confiança de 95%, não foram encontradas diferenças significativas entre o consumo mensal residencial dos domicílios com 1, 2 e mais que dois dormitórios (3 ou 4). Porém quando comparados o consumo mensal residencial entre os domicílios com um quarto em relação àqueles com dois e mais que dois dormitórios pode-se afirmar que estes são diferentes para um nível de

significância de 10%. Tal característica pode ser observada na Figura 25, onde se verifica dois padrões bem distintos, apesar da dispersão maior dos dados para as residências com 1 e com 3 ou 4 quartos.

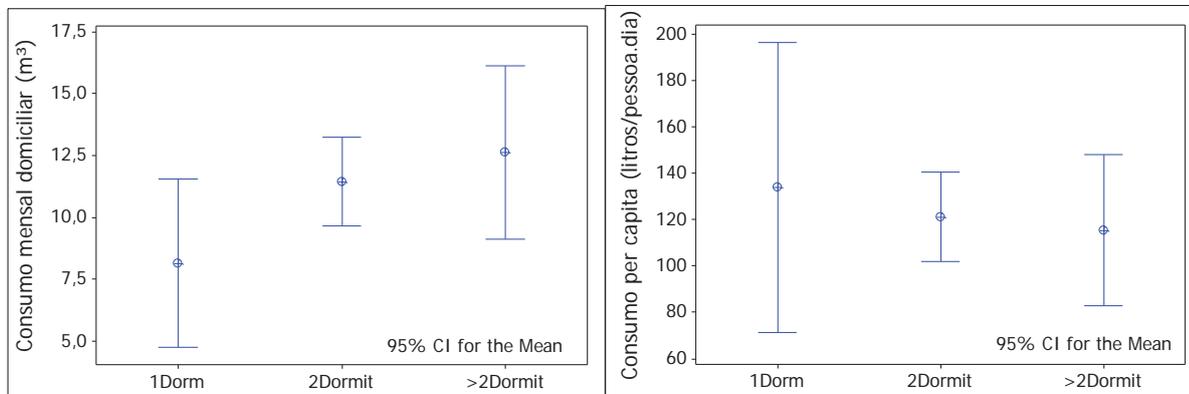


Figura 25. Consumo mensal domiciliar e *per capita* de água segundo número de dormitórios

A partir da Figura 25, visualiza-se uma tendência ao crescimento do consumo médio com o aumento do número de dormitórios. O mesmo não acontece quando se analisa o consumo *per capita*, de forma que não foram encontradas diferenças significativas para o consumo *per capita*, segundo o número de dormitórios, conforme Tabela 20.

Na Figura 26, observa-se que as maiores frequências ocorreram em consumos mensais de água em torno de 8m³, 12m³ e 15m³, para os domicílios com 1, 2 e 3 ou 4 quartos, respectivamente. Já para o consumo *per capita* as maiores frequências ocorreram em torno dos 75 litros por pessoa por dia, independente do número de quartos considerado.

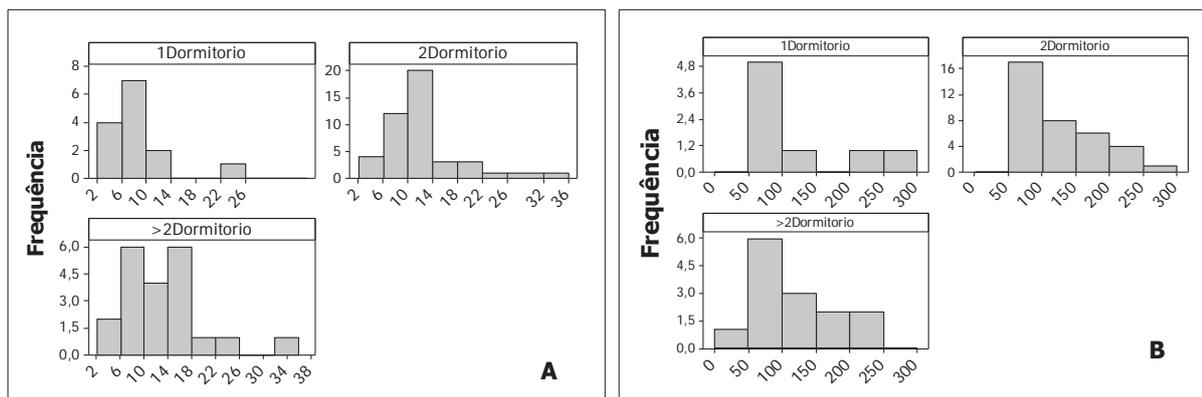


Figura 26. Histograma para o (a) consumo mensal domiciliar (m³) e (b) *per capita* de água (litros/pessoa dia), segundo número de dormitórios no domicílio.

NÚMERO DE PONTOS INTERNOS DE ÁGUA NO DOMICÍLIO

Quando comparados os domicílios com 4 e 5 pontos de água internos, a diferença entre as médias de consumo mensal residencial e *per capita* foi aproximadamente nula, assim estes foram agrupados para a análise.

Apesar da grande dispersão dos valores de consumo mensal residencial para os domicílios onde havia mais que 5 pontos internos de utilização da água, foram encontradas diferenças significativas entre os valores de consumo mensal de água no domicílio para as residências onde havia até 3 pontos internos, em comparação com aquelas onde internamente havia 4 e 5 ou mais que cinco pontos de consumo de água.

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o consumo *per capita* segundo o número de pontos internos de água. Porém, a partir da Figura 27, se verifica uma tendência a consumos maiores por morador naqueles domicílios com mais que 5 pontos internos de utilização de água, em comparação com aqueles onde há 4 ou 5 pontos.

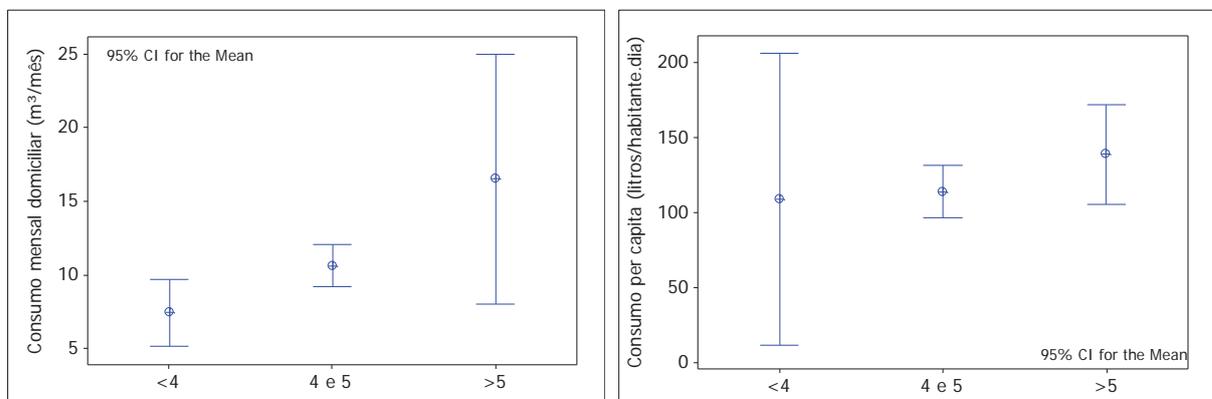


Figura 27. Consumo domiciliar e *per capita* segundo número de pontos internos de consumo de água

PARCELA DA RENDA COMPROMETIDA COM O PAGAMENTO DA CONTA DE ÁGUA

Nas residências estudadas compromete-se, em média, entre 2% e 4% da renda domiciliar para pagamento da conta de água, embora, em alguns domicílios o pagamento da conta de água corresponda a aproximadamente 10% da renda.

Para avaliar as médias encontradas para o consumo médio mensal de água para os domicílios avaliados, segundo parcela da renda domiciliar comprometida com o pagamento da conta de água, inicialmente foram adotados cinco intervalos. Porém, a partir da análise da diferença entre médias se verificou que, para os domicílios onde esta relação ficava entre intervalos maior que 1% a 2% e maior que 2% a 3%, os consumos médios eram $8,2 \pm 3,0 \text{ m}^3/\text{mês}$ e $8,5 \pm 2,5 \text{ m}^3/\text{mês}$, respectivamente. Assim estas faixas foram agrupadas, apresentando consumo médio mensal em torno de $8,3 \pm 2,8 \text{ m}^3/\text{mês}$. O mesmo aconteceu quando avaliadas as médias de consumo *per capita* para os intervalos supracitados.

Poderia se questionar a correlação positiva observada entre consumo e comprometimento de renda. Contudo, deve se observar que a população estudada se enquadra dentro de uma faixa de renda baixa relativamente homogênea, devendo-se ter o cuidado de não extrapolar este resultado para outras populações que incluam famílias com renda mais variada.

NÍVEL DE ESCOLARIDADE DO CHEFE DA FAMÍLIA

Segundo as Tabelas 20 e 21, as médias de consumo mensal e *per capita* segundo escolaridade do chefe da família não apresentarem diferenças significativas. Porém, a partir da Figura 28, apesar da dispersão dos dados para domicílios cujos responsáveis não chegaram a ingressar no ensino fundamental, observa-se uma tendência à redução do consumo com o aumento do nível de escolaridade do chefe da família.

Este resultado difere daquele encontrado por Moraes (1995) que identificou relação significativa entre o consumo *per capita* e número de anos de estudo do chefe da família, porém positiva, ou seja, o consumo *per capita* crescia conforme aumentava o número de anos de estudo do responsável.

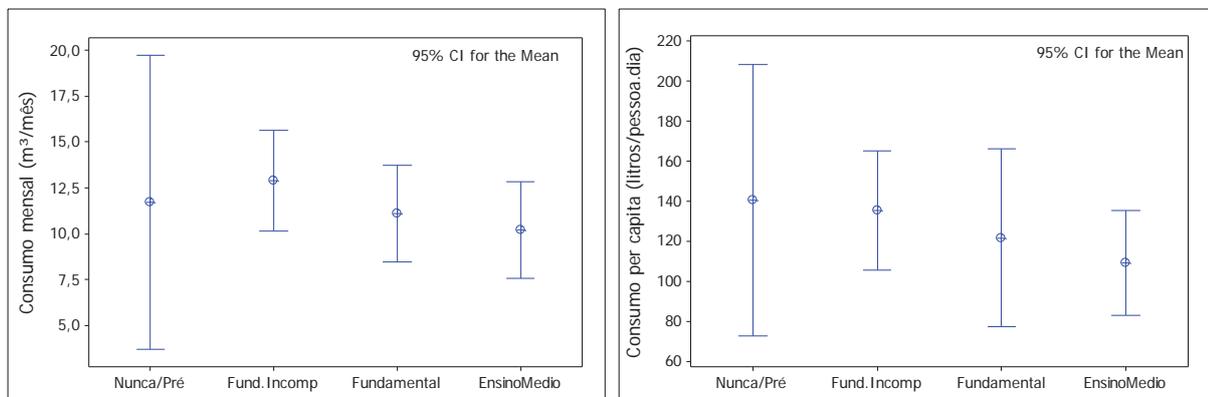


Figura 28. Consumo mensal domiciliar e *per capita* de água segundo escolaridade do chefe da família

Não foram encontradas diferenças significativas entre o número de moradores do domicílio ou renda, segundo o nível de escolaridade do chefe da família.

NÚMERO DE CASAS CONECTADAS À LIGAÇÃO

A partir das Tabelas 21 e 22, pode-se afirmar que a média do consumo domiciliar e *per capita* são menores quando há mais que uma residência conectada à ligação de água que os valores encontrados quando só um domicílio é conectado a ligação.

Tal característica está relacionada ao tipo de imóvel em questão, pois 93% daqueles atendidos por ligações que abastecem mais que um domicílio são classificados como

conjugado ou apartamento, que conforme já discutido, apresentam consumo inferior em relação aos independentes.

Tabela 23. Consumo domiciliar médio segundo características do domicílio e presença de bens

Variáveis/faixas consideradas	% de Domicílios (margem de erro) ¹	Consumo domiciliar (m ³ /mês)	p-valor ²
Mais de uma casa conectada a ligação de água?			
sim	57 (11)	8,5 ± 3,5	0,000
não	43 (11)	14,8 ± 7,8	
Possui área externa?			
sim	93 (6)	11,2 ± 6,7*	0,681
não	8 (6)	10,3 ± 4,8	
Possui maquina de Lavar?			
sim	49 (11)	12,0±5,8*	0,270
não	51 (11)	10,4±7,1*	
Possui chuveiro elétrico?			
sim	21 (9)	11,5±7,4*	0,791
não	79 (9)	11,1±6,3*	
Possui reservatório?			
sim	65 (12)	10,0±6,1*	0,087
não	35 (12)	13,0±6,5	
O morador soube informar o consumo do domicílio?			
sim	59 (12)	11,9±6,8*	0,214
não	41 (12)	9,9±5,4	
O entrevistado declarou usar água de forma racional?			
sim	92 (7)	11,3±6,6*	0,009
não	8 (7)	7,6±1,9*	

¹os dados estão apresentados na forma \bar{p} ($\epsilon_{95\%}$), onde o intervalo da proporção para um IC=95% é dado por $\bar{p} \pm \epsilon_{95\%}$

² Apresentam diferenças estatisticamente significativas as médias cujo p-valor encontrado para o teste de diferença entre médias é menor que o nível de significância (α) considerado. Para IC=95%, $\alpha=0,050$. Para IC=90%, $\alpha=0,100$.

* Estes conjuntos de dados não passaram no teste de normalidade, assim os resultados devem ser utilizados com cautela.

PRESENÇA DE MÁQUINA DE LAVAR, CHUVEIRO ELÉTRICO, ÁREA EXTERNA, PLANTAS E JARDINS

Não foram encontradas diferenças significativas no consumo total do domicílio e *per capita* de água segundo características da residência como a presença de área externa, plantas e jardins, ou ainda, relacionadas à existência no domicílio de máquina de lavar e chuveiro elétrico, conforme apresentado nas Tabelas 21 e 22.

PRESENÇA DE RESERVATÓRIO DOMICILIAR

Quando comparados as médias para o consumo total de residências com e sem reservatórios, verifica-se que estes apresentam diferenças significativas. Porém não foram

identificadas diferenças significativas quando comparado o consumo *per capita* de água, segundo esta característica.

Tabela 24. Consumo *per capita* segundo características do domicílio, presença de bens e resposta do morador entrevistado sobre o consumo na residência

Variáveis/faixas consideradas	% de Domicílios (margem de erro) ¹	Consumo <i>per capita</i> (l/pessoa.dia)	p-valor ²
Mais de uma casa conectada a ligação de água?			
sim	42 (13)	100,1 ± 40,7*	0,017
não	58 (13)	134,6 ± 64,7	
Possui área externa?			
sim	95 (6)	122,7 ± 58,3*	0,609
não	5 (6)	98,2 ± 69,5	
Possui maquina de Lavar?			
sim	50 (13)	123,9±54,5*	0,753
não	50 (13)	119,0±63,1*	
Possui chuveiro elétrico?			
sim	19 (10)	139,5±57,8*	0,269
não	81 (10)	117,2±58,4*	
Possui reservatório?			
sim	68 (12)	116,0±53,1*	0,292
não	32 (12)	135,8±69,1*	
O morador soube informar o consumo do domicílio?			
sim	52 (13)	130,2±65,7*	0,239
não	48 (13)	112,1±49,0	
O entrevistado declarou usar água de forma racional?			
sim	89 (8)	125,9±59,4*	0,118
não	11 (8)	89,9±45,0*	

¹os dados estão apresentados na forma \bar{p} ($\epsilon_{95\%}$), onde o intervalo da proporção para um IC=95% é dado por $\bar{p} \pm \epsilon_{95\%}$

² Apresentam diferenças estatisticamente significativas às médias cujo p-valor encontrado para o teste de diferença entre médias é menor que o nível de significância (α) considerado. Para IC=95%, $\alpha=0,050$. Para IC=90%, $\alpha=0,100$.

* Estes conjuntos de dados não passaram no teste de normalidade, assim os resultados devem ser utilizados com cautela.

5.5. PERCEPÇÃO DO USUÁRIO SOBRE O CONSUMO E USO RACIONAL DA ÁGUA EM SEU DOMICÍLIO

Outra questão identificada durante a pesquisa foi o desconhecimento sobre o consumo de água praticado no domicílio. Quando questionados a respeito de qual era o consumo de água em sua residência, 59% dos entrevistados não souberam responder. Dos que afirmaram conhecer o consumo de água, 37% responderam a questão com o valor, em reais, que pagavam à concessionária de água e esgoto, conforme representado na Figura 29.

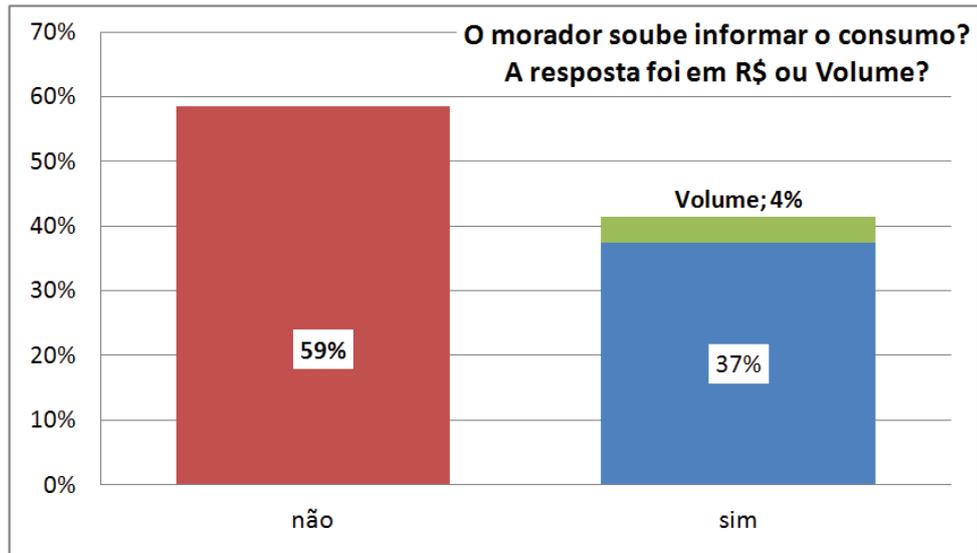


Figura 29. Conhecimento do entrevistado acerca do consumo de água em seu domicílio.

No estudo realizado em Leipzig, Alemanha, por Frondel e Messner (2008) ao observar que apenas 29% dos entrevistados conheciam as tarifas cobradas pela água na região, os autores afirmaram que o conhecimento do usuário a respeito do preço cobrado pela água pode desempenhar um papel vital na eficácia das políticas tarifárias que visam reduzir o consumo de água.

Foi questionado aos entrevistados se eles utilizavam água de forma racional, e ainda, se acreditavam que os outros tinham esta preocupação. A estas questões, 89% afirmaram utilizar a água de forma racional, em contrapartida, 70% responderam que não acreditavam que as outras pessoas usavam racionalmente a água, conforme Figura 30.

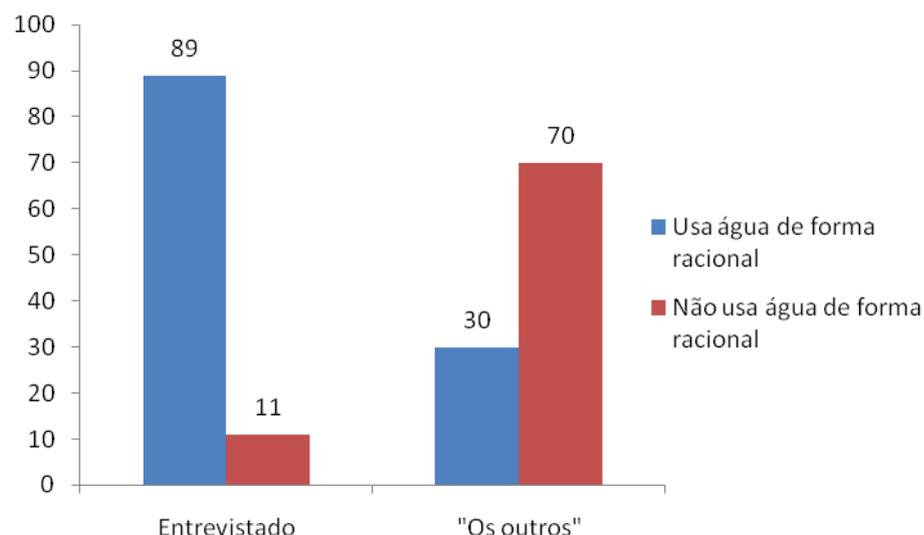


Figura 30. Comparação entre as respostas dos entrevistados sobre a prática do uso racional da água por eles e por outras pessoas, em geral.

Entre os fatores listados como motivadores por aqueles entrevistados que afirmaram utilizar a água de forma racional, destacaram-se a preocupação com questões financeiras e com a escassez de água. Resultado semelhante foi encontrado por Almeida (2007) em estudo realizado em Feira de Santana, Bahia, ao questionar para aqueles entrevistados que afirmaram que o reuso é uma questão importante nos dias atuais, quais fatores julgavam mais relevantes. Porém na pesquisa realizada pela autora, a escassez da água obteve frequência de resposta maior que a questão financeira, que ficou em segundo lugar, característica que pode ter sido influenciada, principalmente, pela região estudada pela autora, que se situa no semiárido baiano.

As respostas dos moradores foram comparadas àquelas para a pergunta referente ao conhecimento dos entrevistados acerca do consumo praticado no seu domicílio.

Desta análise observou-se que dos moradores que afirmaram conhecer o consumo de água do seu domicílio e utilizar água de forma racional, 54% declararam ser a questão financeira o fator motivador do uso racional, ou seja, a economia na conta de água paga à concessionária. Quando avaliadas as respostas dos moradores que declararam desconhecer o consumo de água da sua casa, mas afirmaram usar água de forma racional, o fator motivador mais frequente foi o receio da escassez de água (Figura 31).

Ainda que mais da metade dos entrevistados desconheçam o valor (em volume ou em dinheiro), a proporção de pessoas que declararam ser a questão financeira a principal motivadora para o uso mais racional da água, indica ser esta uma questão importante a ser observada, visando a gestão da demanda de água para esta população.

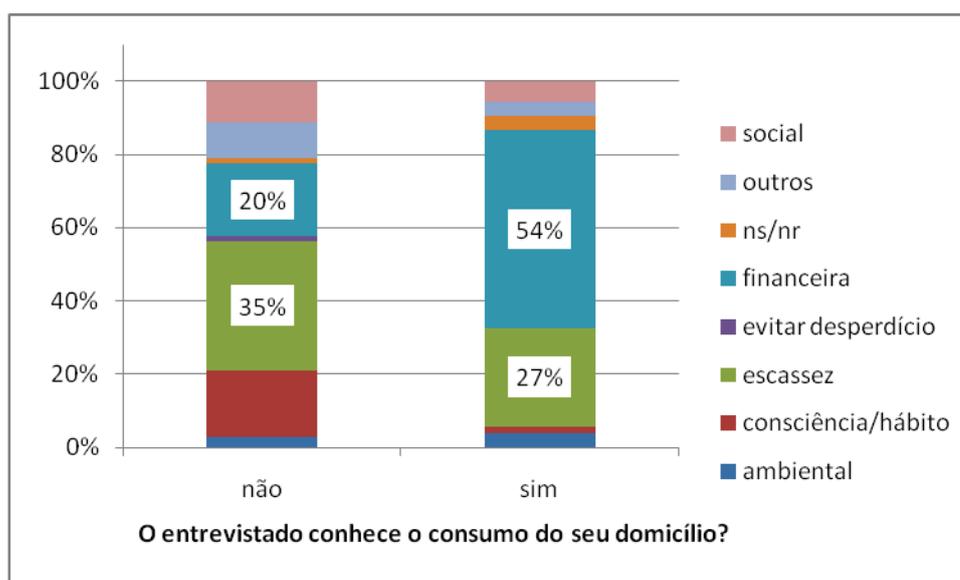


Figura 31. Fator motivador do uso racional da água, segundo conhecimento do consumo de água do domicílio pelo entrevistado.

Conforme já foi discutido, o valor pago por m³ de água consumido em domicílios que possuem consumo inferior a 10m³, dos quais é cobrado valor fixo equivalente ao consumo de 10m³ de água, pagam o mesmo valor que aqueles que consumiam volumes superiores a este limite.

Tal característica, da tarifa praticada, representa um desestímulo ao uso racional da água, pois ainda que haja uma redução no volume consumido, este não refletirá no valor financeiro pago.

O desconhecimento do consumo praticado, formas de construção e organização dos domicílios para pagamento da conta, para ligações com mais de uma residência, e a forma de cobrança da tarifa de água mostram-se como desafios para a implantação de ações para uso racional da água em área de baixa renda. Conforme visto, aspectos financeiros são importantes para esta parcela da população, podendo representar um desestímulo ao uso eficiente da água.

6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Fatores associados ao clima, a características socioeconômicas da família e do imóvel e ao preço da água são os que aparecem mais frequentemente na literatura para explicar o consumo de água residencial. Nestes contudo, são aplicadas metodologias diversas o que dificulta a comparação dos resultados encontrados.

No Brasil mais de 60% dos domicílios das principais regiões metropolitanas possuem renda domiciliar até 5 salários mínimos. Assim, o estudo dos fatores associados ao consumo destas residências pode colaborar no estabelecimento de estratégias para implementação da gestão da demanda e uso racional da água para parte significativa da população.

O Nordeste de Amaralina, região de baixa renda de Salvador, estudada neste trabalho, caracteriza-se por uma grande quantidade de domicílios conjugados, de forma que há aproximadamente 2 residências conectadas para cada ligação de água.

Embora os dados levantados apresentem grande dispersão, foi possível definir um perfil típico para as residências avaliadas: imóvel composto por 5 cômodos, dos quais 2 são dormitórios. Há nos domicílios, em média, 5 pontos de consumo de água. São eles: chuveiro, bacia sanitária, lavatório, pia da cozinha e torneira externa (associada à lavagem de roupas e outros usos externos). Nestas residem em média 3 pessoas. A renda familiar é entre 1,5 a 2 salários mínimos.

Dos 80 domicílios onde foi avaliado o consumo mensal de água, 55% encontram-se na faixa onde é cobrada a tarifa mínima, ou seja, até 10m³/mês. O consumo mensal médio de água foi de 10,6 m³. Já o consumo *per capita* médio foi de 121,5 litros diários, enquanto a mediana deste ficou em torno de 101 litros diários.

Foi identificada associação significativa entre o consumo residencial de água e aspectos como: número de moradores, número de dormitórios e pontos internos de água e parcela da renda comprometida com o pagamento da conta de água.

Não foi encontrada associação significativa entre renda e consumo de água nos domicílios avaliados. Acredita-se que essas diferenças resultam da pequena variação de renda para a população avaliada.

Verificou-se que 59% dos entrevistados não conheciam o consumo de água em seu domicílio. Entre os que declararam saber o consumo, a grande maioria respondeu apenas com o valor pago à concessionária.

Quando questionados, 89% dos entrevistados afirmaram utilizar a água de forma racional, porém 70% responderam que não acreditavam que as outras pessoas usavam racionalmente a água.

Os moradores que afirmaram conhecer o consumo de água do seu domicílio e utilizar água de forma racional, destacaram a questão financeira como fator motivador do uso racional, ou seja, a economia na conta de água paga à concessionária. Quando analisadas as respostas dos moradores que declararam desconhecer o consumo de água da sua casa, mas afirmaram usar água de forma racional, o fator motivador mais frequente foi o receio da escassez de água.

Com base nos resultados, conclui-se que aspectos financeiros devem ser observados durante a proposição de ações para uso racional da água voltadas para população de baixa renda.

Identificou-se que a cobrança de valor fixo para consumo inferior a 10m³ associada ao desconhecimento do consumo praticado no domicílio e a forma de cobrança da tarifa de água, representam um desafio à implantação de ações para uso racional da água para esta população.

Em relação a cobrança da tarifa recomenda-se a cobrança do valor proporcional ao consumo, para todas as faixas, não mais cobrando o valor fixo para o consumo abaixo de 10m³/mês.

No item 2.4 foram discutidos os fatores que influenciam na incerteza da medição do consumo de água utilizando hidrometros, tais como tipo de equipamento, condições de instalação, funcionamento e manutenção do equipamento e as condições de leitura, pois o sistema amplamente utilizado é a leitura visual, o que incluirá nesta avaliação as falhas associadas ao leiturista. Conforme apresentado no item 5.3, hidrômetros instalados na região estudada apresentavam avançado grau de degradação, falta de padronização na instalação e ainda localização e condições que tornavam a leitura do consumo registrado no equipamento difícil, o que influenciará aumentando a incerteza associada à estas medições.

A avaliação da incerteza associada à medição do consumo mensal domiciliar de água, a partir de estudo preliminar, onde foi simulado o consumo de uma casa típica da região, verificou-se que a incerteza representava cerca de 17% do consumo medido, onde 6% corresponde a fatores não estatísticos como resolução do equipamentos e erros sistemáticos.

Na região avaliada geralmente há água na rede pública todos os dias, porém que o abastecimento não é constante ao longo do dia, ocorrendo com bastante frequência a interrupção do abastecimento durante em algumas horas do dia. Recomenda-se que em outros estudos as questões relacionadas à falta de água seja mais específica quanto a rotina de abastecimento ao longo do dia e da semana.

Os resultados encontrados nesta pesquisa, tendo em vista seu caráter local, não devem ser extrapolados para outras áreas de baixa renda. Porém acredita-se que o conjunto de informações levantadas constitua elemento importante para a ampliação da pesquisa na busca de proposições e adoção de alternativas cada vez mais eficazes para o uso racional e gestão da demanda da água para esta população, estimulando inclusive, outras pesquisas com este propósito.

A partir da experiência acumulada com este estudo, mais duas pesquisas, do mesmo grupo, já estão sendo desenvolvidas, em caráter mais amplo. Os resultados alcançados em breve serão divulgados, permitindo confrontar as características levantadas.

Recomenda-se que estudos semelhantes sejam realizados em outras áreas de baixa renda, verificando se as características encontradas se confirmam.

Recomenda-se também que sejam desenvolvidos estudos que analisem os hábitos e a distribuição do consumo água, segundo os diversos usos e equipamentos no domicílio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGENDA 21 Capítulo 18. Rio de Janeiro, 1992. Disponível em: www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/arquivos/cap18.pdf. Acesso em: Jan.2008
- Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa - ABEP. **Critério de Classificação Econômica Brasil**. Disponível em: <http://www.abep.org/novo/Utils/FileGenerate.aspx?id=17>. Acesso em: març. 2011
- ALEGRE,H; HIRNER,W; BAPTISTA, J.M.; PARENA, R. **Indicadores de desempenho para serviços de abastecimento de água**. Londres: IWA Publishing, Internationals Water Association, 2000.
- ALMEIDA, G. **Metodologia para caracterização de efluentes domésticos para fins de reúso**: estudo em Feira de Santana, Bahia. 2007. 180p. Dissertação (Mestrado Profissional em Gerenciamento e Tecnologia Ambiental no Processo Produtivo) -- Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007.
- AMARAL, A. M. P.; SHIROTA, R. Consumo residencial médio de água tratada: uma aplicação de modelos de séries temporais em Piracicaba. **Revista Agrícola**, v. 49, n. 1, p. 55-72, 2000.
- ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALIÑAS, M. Á.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R.. Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review. **Journal of Socio-Economics**, v. 32, n. 1, p. 81-102, 2003
- ASSIS, A.; GUIMARÃES, G.; HELLER, L.. Avaliação da tarifa dos prestadores de serviço de abastecimento de água e esgotamento sanitário no Brasil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 30. 2004, San Juan. **Anais...** San Juan: AIDIS, 2004. p.1-27
- BARBETTA, P. A.; Reis, M. M.; Bornia, A. C.. **Estatística para Cursos de Engenharia e Informática**. São Paulo: Editora Atlas, 2004. 410p. ISBN 8522437653
- BORJA, P. C. **Avaliação da Qualidade Ambiental Urbana**: Uma Contribuição Metodológica. Salvador, 1997, 200p. Dissertação (Mestrado em Desenho Urbano) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 1997
- BURN, L.S.; D. DE SILVA; SHIPTON; R.J. Effect of demand management and system operation on potable water infrastructure costs. **Urban Water**, v. 4, p. 229–236, 2002.
- BRASIL. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/11445.htm. Acesso em: 25 fev.2011
- CAMPEÃO, J. C. R. **Metodologia de Cálculo de Tarifas em Sistemas Públicos de Abastecimento de Água e Saneamento**. 1999. 143 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 1999.
- CARVALHO, F. S. de, et al. Estudos Sobre Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Cidade de Maceió. In: Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 7, 2004, São Luis. **Anais...** São Luis: ABRH, 2004
- CHEN, H.; YANG, Z.F. Residential water demand model under block rate pricing: A case study of Beijing, China. **Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation**. v.14, n. 5, p. 2462-2468, maio. 2009,
- COHIM, E. Hierarquia da qualidade da água. In: CONGRESSO INTERAMERICANO AIDIS, 31. 2008, Santiago. **Anais...** Santiago: AIDIS, 2008
- COHIM, E.; GARCIA, A. P. A. A.; KIPERSTOK. Caracterização do consumo de água em condomínios para população de baixa renda: estudo de caso In: Congresso Interamericano AIDIS, 31. 2008, Santiago. **Anais...** Santiago: AIDIS, 2008

- COHIM, E.; KIPERSTOK, A. Racionalização e reuso de água intradomiciliar. Produção limpa e eco-saneamento. In: KIPERSTOK, Asher (Org.) **Prata da casa: construindo produção limpa na Bahia**. Salvador: 2008.
- CONDER. INFORMS - Sistema de Informações geográficas urbanas do estado da Bahia. Disponível em: < www.conder.ba.gov.br/informs/index.asp > Acesso em jan.2011
- DANDY, G., NGUYEN, T. DAVIES, C. Estimating Residential Water Demand in the Presence of Free Allowances. **Land Economics**, v. 73, n. 1, p. 125-139, 1997.
- DANTAS, C. T.; UBALDO JR, L.; POTIER, A. C.; ILHA, M. S. DE O. Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Itajubá. In: Encontro nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** v. 1, p.3337-3344, Florianópolis: ENTAC, 2006
- DAVIS, M. **Planeta Favela**. São Paulo: Boitempo, 2006. 272p. ISBN 9788575590874
- DIAS, D. M.; MARTINEZ, C. B.; LIBANIO, M.. Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água. **Eng. Sanit. Ambient.** v.15, n.2, p. 155-166, 2010.
- ESQUERRE, K. **Métodos estatísticos para monitoramento de dados ambientais**. Salvador: TECLIM/UFBA, 2007.103p.
- FERNADES NETO, M. L.; NAGHETTINI, M.; VON SPERLING, M; LIBÂNIO, M.. Avaliação da relevância dos parâmetros intervenientes no consumo *per capita* de água para os municípios de Minas Gerais. **Eng. Sanit. Ambient.** v. 9, n. 2, p. 100-107, 2004.
- FERNADES NETO, M. L.; NAGHETTINI, M.; VON SPERLING, M; LIBÂNIO, M... Assessing the relevance of intervening parameters on the *per capita* water consumption rates in Brazilian urban communities. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 5, n 1, p. 9–15, 2005.
- FOX, C.; MCINTOSH, B.S.; JEFFREY, P. Classifying households for water demand forecasting using physical property characteristics. **Land Use Policy**, v. 26, n. 3, p. 558-568, 2009.
- FRONDEL, M., MESSNER, M., Price perception and residential water demand: evidence from a German household panel. In: Annual Conference of the European Association of Environmental and Resource Economists, 16., 2008, Gothenburg. **Proceedings...** Gothenburg: 2008.
- GATO, S., JAYASURIYA, N.; ROBERTS, P.. Temperature and rainfall thresholds for base use urban water demand modelling. **Journal of Hydrology**, v. 337, p. 364-376, 2007.
- GLEICK, P Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. **Water International**, n. 21, p. 83-92, 1996.
- GOMES, H. P.; FIGUEIREDO JÚNIOR, J. V. de. Custo da Água com vista à Sustentabilidade dos Sistemas Urbanos de Abastecimento. **DAE**, n. 185, p. 40-45, jan. 2011.
- GORDILHO, A. Mudanças urbanas em Salvador no final do século XX. **Bahia Análise & Dados**. v.9, n.4, p.53-73, 2000.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTADÍSTICA – IBGE. Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. Disponível em: < www.ibge.gov.br/seculoxx/seculoxx.pdf > Acesso em jan.2011
- INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL – INMETRO. Portaria nº 246/2000. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC000667.pdf>. Acesso em: set.2010
- JULIÃO, F. C. **Água para consumo humano e saúde: ainda uma iniquidade em área periférica do município de Ribeirão Preto**. 2003. 76p. Dissertação (Mestrado em Enfermagem em Saúde Pública). Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2003.

- KIPERSTOK, A; GARCIA, A.. Mudanças climáticas e o abastecimento de água: Uma reflexão sobre papel da gestão da demanda na Bahia. **Bahia Análise e Dados**, Salvador, v. 21, n. 2, p. 465-480, abr./jun. 2011
- KOO, J., YU, M., KIM, S., SHIM, S., KOIZUMI, A.,. Estimating regional water demand in Seoul, South Korea, using principal component and cluster analysis. **Water Science and Technology: Water Supply**, v. 5, n. 1, p. 1-7, 2005
- MANZUNGU, E.; MACHIRIDZA R.. An analysis of water consumption and prospects for implementing water demand management at household level in the City of Harare, Zimbabwe. **Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C**, v. 30, n. 11-16, p. 925-934, 2005.
- MATOS, J. **Proposição de método para a definição de cotas per capita mínimas de água para consumo humano**. 2007, 108p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos). Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.
- MELLO, Elton J.. As perdas não físicas e o posicionamento do medidor de água. Congresso Interamericano AIDIS, 27. 2000, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: AIDIS, 2000
- MEMON, F. A.; BUTLER, D. Water consumption trends and demand forecasting techniques. In: BUTLER, D.; ALI MEMON, F. (Ed.). **Water demand management**. London: IWA Publishing, 2006. cap. 2. ISBN 1-843390-78-7
- MORAES, L. R. S. Fatores determinantes de consumo *per capita* de água em assentamentos humanos em áreas peri-urbanas: estudo de caso. In: Congresso brasileiro de engenharia sanitária e ambiental, 18.1995, Salvador. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1995.
- MOTTA, R S. Padrão de consumo, distribuição de renda e o meio ambiente no Brasil. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2002. ISSN 1415-4765
- NIELSEN, Milton *et al.* **Medição de água: estratégias e experimentações**. Curitiba: SANEPAR, 2003. 200 p.
- PEREIRA, Leonel G.; ILHA, Marina S. de O.. Avaliação da submedição de água em edificações residenciais unifamiliares: o caso das unidades de interesse social localizadas em Campinas, no estado de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 7-21, abr./jun. 2008.
- PNCDA - PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA/
ROCHA, A. L.; BARRETO, D.; IOSHIMOTO, E. **Caracterização e monitoramento do consumo predial de água (DTA-E1)**. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento/Secretaria de Política Urbana, 1998, 38p.
- PNCDA - PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA/
SILVA, R. T., CONEJO, J. G. L., GONÇALVES, O. M. **Apresentação do programa (DTA-A1)**. Brasília: Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, 1999. 48p.
- PNCDA - PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA/
MARCKA, E. **Indicadores de perdas nos sistemas de abastecimento de água (DTA-A2)**. Brasília: Ministério das cidades, 2004. 80p.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SALVADOR. Sistema de informação Municipal - SIM. Disponível em: < www.sim.salvador.ba.gov.br > Acesso em jan. 2011
- PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB. **Conservação de água e energia em sistemas prediais e públicos de abastecimento de água/** GONÇALVES, R. F. (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009. v.5. 352p. (Edital 5)
- PROGRAMA DE PESQUISAS EM SANEAMENTO BÁSICO – PROSAB . **Uso racional de água em edificações/** GONÇALVES, R. F. (Coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2006. v.5. 352 p. (Edital 4).
- ROCHA, S.. **O Brasil Dividido: espacialização alternativa e pobreza**. Rio de Janeiro: PUBLIT, 2008.

- RIBEIRO, M.M.R., LANNA, A.E.L., PEREIRA, J.S., “Elasticidade-Preço da Demanda e Cobrança pelo Uso da Água”. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 18, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABRH, 1999
- SALATI, E.; LEMOS, H.M.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento sustentável. In: REBOUÇAS, A.C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. (Org) **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação..** 2 ed. rev. e ampl. São Paulo: Escrituras, 2002. capítulo 2, p.39-62
- SANCHEZ, D.C. **Estudo para caracterização da demanda urbana de água no setor residencial da cidade de São Paulo.** 2007. 166 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.
- SPIEGEL, Murray R. **Estatística.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1969. 580 p.
- SALVADOR, CULTURA TODO DIA. Disponível em: www.culturatododia.salvador.ba.gov.br. Acesso em: Ago.2008
- SCHLEICH, J.; HILLENBRAND, T.. Determinants of residential water demand in Germany **Ecological Economics**, v. 68, n. 6, p. 1756-1769, 2009.
- SILVA, W. T. P; SILVA, L. M.; CHICHORRO, J. F. Gestão de recursos hídricos - perspectivas do consumo *per capita* de água em Cuiabá. **Eng. Sanit. Ambient.**, v.13. n 1, pp. 8-14, 2008.
- SILVA, S.; HELLER, L.; VALADARES, J.; CAIRNCROSS, S. O cuidado domiciliar com a água de consumo humano e suas implicações na saúde: percepções de moradores em Vitória (ES). **Eng. Sanit. Ambient.**, v.14, n.4, p. 521-532, 2009.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2008.** Tabelas de Informações e Indicadores. Brasília: MCIDADES/SNSA, 2010. 408 p.
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2007.** Parte 1 – Visão Geral da Prestação de Serviços. Brasília: MCIDADES/ SNSA, 2009. 233 p.
- SOUZA, T. S. Novo olhar sobre a Região Nordeste de Amaralina: o impacto das ações culturais do Programa Viva Nordeste. In: Encontro de Estudos Multidisciplinares em Cultura, 3., 2007, Salvador. **Anais...** Salvador: Faculdade de Comunicação/UFBA, 2007.
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME - UNDP. **Beyond scarcity: Power, poverty and the global water crisis.** New York: UNDP, 2006. (Human Development Report 2006). ISBN O-230-50058-7
- VAIRAVAMOORTHY, K.; GORANTIWAR, S. D.; PATHIRANA, A.. Managing urban water supplies in developing countries – Climate change and water scarcity scenarios. **Physics and Chemistry of the Earth**, Parts A/B/C, v. 33, n. 5, p. 330-339, 2008.
- VAIRAVAMOORTHY, K; MANSOOR, M. A. M. Demand Management in developing countries. In: BUTLER, D.; ALI MEMON, F. (Ed.). **Water demand management.** London: IWA Publishing, 2006. cap.8. ISBN 1-843390-78-7
- VASCONCELOS, M. A. S.. **Economia Micro e Macro.** São Paulo: Editora Atlas, 2001
- VIM - VOCABULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA - Conceitos Fundamentais e Gerais de Termos Associados. Rio de Janeiro: INMETRO, 2009. 77 p.
- YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; M P DE LUCA, D.; ILHA, M. S. de O.. Caracterização do uso da água em residências de interesse social em Paulínia. In: Encontro nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 11, 2006, Florianópolis. **Anais...** v. 1, p. 3470-3479, Florianópolis: ENTAC, 2006
- ZHOU, S.L.; MCMAHON, T.A.; WALTON, A.; LEWIS, J.. Forecasting daily urban water demand: a case study of Melbourne. **Journal of Hydrology.** v. 236, p. 153–164, 2000.
- ZHOU, S. L.; MCMAHON, T. A.; WANG, Q. J. Frequency analysis of water consumption for metropolitan area of Melbourne. **Journal of Hydrology**, v. 247, n. 1-2, p. 72-84, 2001.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Foto aérea com localização da Região Nordeste de Amaralina - RNA.



Fonte: Adaptado de Google Maps

APÊNDICE B – Fotografias da área de estudo



Figura 32. Fotos lado oeste da rua onde foi realizada a pesquisa



Figura 33. Foto lado leste da rua onde foi realizada a pesquisa



Figura 34. Foto lado oeste e leste da rua onde foi realizada a pesquisa

APÊNDICE C – Questionários para caracterização do consumo residencial



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
 DEPTº DE ENGENHARIA AMBIENTAL
 DEPTº DE ENGENHARIA QUÍMICA

TECLIM
 REDE DE TECNOLOGIAS
 LIMPAS E MINIMIZAÇÃO DE
 RESÍDUOS



Nº quest.

Registro

Conferido I

Conferido II

Pesquisa de caracterização do consumo residencial

Data : ___/___/2009

Entrevistadoras _____

Nº da casa: _____

Condomínio/casas conjugadas? () Sim. Quantas? _____ () Não.

Características da família

1. **Número de moradores:** _____; adultos: _____; crianças: _____2. **Qual foi, aproximadamente, a renda familiar total no último mês?**

_____ [em R\$ ou SM] () Não sabe/Não quis informar

3. **Posição** (pai, mãe, filho(a), avó, etc.) **e sexo da pessoa responsável pelo domicílio** (chefe da família)

Posição: _____

Sexo: () Masc () Fem

4. **Posição** (pai, mãe, filho(a), avó etc.) **e sexo da principal pessoa responsável pelos afazeres domésticos**

Posição: _____ Sexo: () Masc () Fem

5. **A família recebe algum auxílio ou benefício do Governo** (Bolsa Família, Seguro desemprego, etc.)?

() Sim. Qual: _____ () Não

Características do imóvel

6. **Tipo do imóvel:**

() Casa independente () Casas conjugadas () Apartamento () Cômodo

7. **Condição do imóvel**

() Próprio () Alugado () Cedido

8. **Número de cômodos:** _____9. **Quantos cômodos servem de dormitório para os moradores do domicílio?** _____10. **No domicílio é realizada alguma atividade econômica?** () Sim. Tipo? _____ () Não11. **Possui área externa?** () Sim () Não **11.1 Tamanho?** _____12. **Neste domicílio existe:**

() Máquina de Lavar/ Tanquinho	() Rádio	() Moto
() Chuveiro elétrico	() Geladeira/ freezer	() Linha telefônica
() Filtro para água	() Micro-ondas	() Celular. Quantos? _____
() Televisão	() Computador	
() DVD	() Carro	

13. **Número de sanitários:** 13.1. **Internos:** _____ 13.2. **Externos:** _____14. **Número de pontos de água:** 14.1. **Internos:** _____ 14.2. **Externos:** _____15. **Número de bacias sanitárias:** _____16. **Possui Reservatório?** () Sim. Volume? _____ () Não17. **Existe algum vazamento visível na residência?** () Sim. Onde? _____ () Não

Consumo água

18. **O (a) Senhor(a) sabe qual o consumo de água da residência?** () Sim. Quanto? _____ () Não18.1. **O(a) morador(a) soube informar o consumo em volume?** () Sim. Quanto? _____ () Não19. **Qual a água utilizada para beber?**

() direto da torneira () filtrada () filtrada e fervida () água mineral

20. Com que frequência falta água na rede pública?

Nunca raramente sempre frequentemente Não soube responder

21. Possui outra fonte de água, além da rede pública? Sim. Qual? _____ Não

22. Caso a resposta anterior tenha sido sim, quais os usos atendidos com esta fonte?

Não se aplica Molhar plantas/ jardim
 Higiene pessoal Lavar roupas
 Limpeza do domicílio Lavar carros/bicicleta
 Beber Outro. Qual? _____

Conta de água

[Explicar os objetivos das próximas questões e que a identidade/localização dos moradores/domicílios serão omitidas durante a divulgação dos resultados]

23. (Solicitar conta recente ao morador. Caso não seja possível marcar o motivo.)

Condomínio. Conta em outra residência
 Não possui conta (ligação não autorizada)
 Não quis apresentar a conta.
 Outro motivo. Qual? _____

24. Matrícula: _____ **e/ou nº do hidrômetro:** _____

25. Observações sobre a instalação do hidrômetro

26. Tarifa social? Sim Não

27. Tx. de esgoto? Sim. Percentual: _____ Não

28. Listar consumo dos últimos meses

01. _____ 03. _____ 05. _____
 02. _____ 04. _____ 06. _____

29. Como é feito o pagamento da conta de água.

Não se aplica
 Individual. Valor total da conta
 Valor dividido entre o número de casas
 Valor embutido no aluguel
 Outra forma. Qual? _____

30. Existe no domicílio alguma ligação não autorizada ("gato") de água?

Sim Não Não quis/não soube responder

[Iniciar o levantamento das características dos moradores do domicílio]

Uso racional da água e participação na etapa posterior da pesquisa

31. Você acredita que as outras pessoas usam água de forma racional? Sim Não

32. Vocês usam água de forma racional? Sim Não [Se a resposta for não pule para questão 34]

33. Quais as ações adotadas para usar a água de forma racional?

34. Por que vocês usam a água de forma racional?

[Explicar ao morador a próxima etapa da pesquisa: objetivos, atividades e como eles participariam]

35. Aceitaria participar da próxima etapa da pesquisa? Sim Não

Características do morador (preencher um formulário para cada morador do domicílio)

Nome: _____36. **Sexo:** () masculino () feminino37. **Idade:** _____38. **Cor ou raça:** () branca () negra () parda () indígena () amarela39. **Qual é a relação com a pessoa responsável pelo domicílio (chefe da família):**

() pessoa responsável

() neto(a), bisneto(a)

() cônjuge, companheiro(a)

() irmão, irmã

() filho(a), enteado(a)

() outra. Qual? _____

() Pai, Mãe, Sogro(a)

40. **Trabalho/ ocupação?** _____41. **Atualmente encontra-se,**

() Empregado com CTPS assinada

() Aprendiz/ estagiário sem remuneração

() Empregado sem CTPS assinada

() Aprendiz/ estagiário com remuneração

() Empregador

() aposentado

() Conta-própria

() desempregado

42. **Contribui com as despesas domésticas?** () Sim () Não43. **Sabe ler e escrever?** () Sim () Não44. **Frequenta escola ou creche?**

() Sim, rede particular

() Não, mas já frequentou

() Sim, rede pública

() Nunca frequentou

45. **Escolaridade?**

() Nunca frequentou

() Pré-escolar

() Fundamental (1º grau) incompleto

() Fundamental (1º grau) completo

() Ensino médio (2º grau) incompleto

() Ensino médio (2º grau) completo

() Superior incompleto

() Superior completo

() Pós graduação

APÊNDICE D - Incerteza associada à medição do consumo residencial de água¹⁹

Ana Garcia, Maira Puridade, Ricardo Kalid, Asher Kiperstok

Resumo

Este texto apresenta um estudo exploratório sobre o grau de incerteza associado à medição do consumo mensal de água em residências através de métodos indicados no GUIA ISO e no suplemento 1 deste guia. Os resultados encontrados indicam que a incerteza associada à medição do consumo residencial de água, considerando um ano de dados, está em torno de 17%, sendo mais significativa a incerteza Tipo A, associada à variação estatística dos dados. Ainda que fosse adotada uma série de dados bastante extensa, chegando a valores muito pequenos da incerteza Tipo A, a incerteza Tipo B, associada a fatores não estáticos que influenciam na incerteza da medição como resolução do hidrômetro e erros sistemáticos entre outros, representaria 6% do valor medido.

Palavras Chaves: Incerteza da medição; Hidrômetro; Consumo residencial de água.

Introdução

A medição do volume de água consumido numa edificação representa um ponto delicado na relação entre a concessionária de água e os usuários do sistema, pois determina quanto estes pagarão pelo serviço prestado, assim a medição de água deve ser feita de forma correta, permitindo aos Serviços de Abastecimento garantir que não ocorra submedição e contabilizar eventuais perdas, e aos usuários garantir que não ocorra a sobremedição do seu consumo e que este pague apenas pelo volume efetivamente consumido.

O Vocabulário Internacional de Metrologia (VIM, 2009, pg. 27) define incerteza como “Parâmetro não negativo que caracteriza a dispersão dos valores atribuídos a um mensurando, com base nas informações utilizadas.”

Quando se trata de medição, geralmente duas parcelas devem ser avaliadas para obtenção da incerteza associada ao resultado do que é medido. São elas a avaliação do Tipo A da incerteza, calculada a partir da distribuição estatística dos valores provenientes de séries de medições e que podem ser caracterizadas por desvios-padrão; e avaliação do Tipo B, proveniente

¹⁹ O texto apresentado é um recorte do trabalho homônimo, elaborado durante o curso Fundamentos e Avanços Na Estimativa da Incerteza de Medição, promovido pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Industrial da Universidade Federal da Bahia.

de outras fontes como erros sistemáticos, escala de leitura do equipamento, condições de leitura e instalação que estão associados ao instrumento, ou ainda, incertezas agregadas ao procedimento e por isso estimadas pela experiência do operador, por dados de calibração, ou especificação fornecidos pelo fabricante, dentre outros, mas que podem também ser caracterizadas por desvios-padrão estimados a partir de funções de densidade de probabilidade baseadas na experiência ou em outras informações (VIM, 2009).

O resultado de medição é uma estimativa do valor verdadeiro do mensurando, de forma que definir qual a incerteza associada a esta, torna-se necessário para expressar o grau de dúvida associado ao resultado medido.

Objetivo

Avaliar a incerteza associada à medição do consumo mensal de água em residências, realizada pela empresa concessionária dos serviços de água na cidade de Salvador-BA.

Metodologia

Para avaliação da incerteza associada à medição do consumo mensal em residências, adotou-se como estudo de caso o histórico do consumo de uma residência localizada no Nordeste de Amaralina, bairro popular de Salvador-Ba. Para isso foi escolhido domicílio que possui cinco pontos de água, cinco cômodos, sendo dois desses dormitórios, onde residem três moradores. Nesta, o consumo mensal de água fica em torno de 10m^3 . Características que se aproximam de um perfil típico da região, conforme estudo realizado por Garcia e Kiperstok e Garcia (2011). O consumo de água nesta residência é medido por um hidrômetro velocimétrico, vazão nominal de $1,5\text{m}^3/\text{h}$, instalado entre 1995 e 1997. A concessionária local adota leitura direta, com digitação do valor medido em microcomputador portátil e emissão imediata da conta de água.

Para a estimativa da incerteza na medição do consumo residencial de água adotou-se a lei de propagação de incertezas (LPU), método sugerido no Guia para a Expressão da Incerteza de Medição (GUM, 2003), descritas também no trabalho de Albertazzi (2008), aplicando diretamente as fórmulas sugeridas. Os resultados encontrados foram comparados àqueles simulados por software denominado General Evaluator of Uncertainty (ALMEIDA e KALID, 2010) desenvolvido na UFBA, que além do LPU, utiliza o método de propagação de funções de densidade de probabilidade (LPP) do método de Monte Carlo.

A medição do consumo de água mensal foi considerada um modelo de medição direto, ou seja, não depende de outras variáveis para contabilizar o resultado desejado.

Para esse estudo foi adotado o mês padrão com 30 dias. Assim o consumo mensal correspondente a um mês padrão foi calculado segundo a equação 1.

$$V_i = \frac{(v_i - v_{i-1}) \times 30}{t_i} \quad \text{Equação 1}$$

Onde, V_i = consumo mensal de água, v = leitura no mês e t_i o número de dias entre as leituras.

Para a realização dos cálculos foram consideradas, inicialmente, as últimas sete leituras do volume acumulado no hidrômetro, registrados na conta de água da residência avaliada, o que resultou em seis valores de volume medido, Tabela 1.

Tabela 1. Volume lido, intervalo de tempo entre as leituras e consumo mensal padronizado de água (6 meses de dados)

Leituras realizadas (m³)	Volume (m³) v_i	Tempo entre leituras (dias) t_i	Consumo mensal (m³) V_i
1069	-	-	-
1085	16	32	15,0
1096	11	30	11,0
1105	9	29	9,3
1116	11	30	11,0
1125	9	30	9,0
1133	8	30	8,0

Em seguida uma nova análise foi feita, agora considerados as últimas 13 leituras, apresentados na Tabela 2, que corresponde ao consumo de 1 ano, valor de referência adotado pela concessionária de água e esgoto local quando não é possível fazer a medição.

A média dos valores e o desvio padrão experimental da amostra foram calculados a partir das equações 2 e 3, respectivamente.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} \quad \text{Equação 2}$$

$$s_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Equação 3}$$

Onde: \bar{x} : Média das indicações; x_i : i-ésima indicação; n : número de medições realizadas; e s_x : Desvio-Padrão das “n” medições;

Tabela 2. Volume lido, intervalo de tempo entre as leituras e consumo mensal padronizado de água (1 ano de dados)

Leituras realizadas (m ³)	Volume (m ³) v _i	Tempo entre leituras (dias) t _i	Consumo mensal (m ³) V _i
1053			
1069	16	30	16,0
1085	16	32	15,0
1096	11	30	11,0
1105	9	29	9,3
1116	11	30	11,0
1125	9	30	9,0
1133	8	30	8,0
1140	7	32	6,6
1147	7	29	7,2
1156	9	30	9,0
1165	9	32	8,4
1174	9	29	9,3

A incerteza-padrão da média, (incerteza tipo A), foi calculada a partir do produto entre desvio padrão experimental da média e o fator de correção sugerido por Bayer, conforme equação 4

$$u_{\bar{x}} = \frac{s_x}{\sqrt{n}} \cdot \sqrt{\frac{n-1}{n-3}} \quad \text{Equação 4}$$

Além da avaliação das incertezas do Tipo A foram consideradas, também, as do tipo não-estatísticas, Tipo B, que estão relacionadas ao conhecimento sobre o comportamento das fontes de incerteza na medição.

Para este caso, as incertezas-padrão tipo B consideradas foram a resolução do hidrômetro, B₁ e o erro sistemático, B₂. Como não se teve acesso aos atestados de calibração do hidrômetro, em análise admitiu-se que este funcionava conforme o limite de erro (5%) estabelecido pelo INMETRO (2000). Para os cálculos, equações 5 e 6, foi assumida uma distribuição retangular e graus de liberdade de acordo com a confiança referente a cada fonte de incerteza.

$$Tipo B_1 = \frac{\text{menor medida}/2}{\sqrt{3}} \quad \text{Equação 5}$$

$$Tipo B_2 = \frac{\bar{x} \cdot \text{incerteza do instrumento}}{\sqrt{3}} \quad \text{Equação 6}$$

Com os valores referentes a cada fonte de incerteza, foi calculada a correção combinada, a partir da soma algébrica das correções estimadas para cada fonte de incerteza, equação 7.

$$u_c = \sqrt{+\sum_{i=1}^2 u_b^2} \quad \text{Equação 7}$$

A incerteza-padrão combinada do modelo de medição é, finalmente, calculada a partir das incertezas combinadas (u_c) e coeficientes de sensibilidade, equação 8.

$$u_{cv} = \sqrt{\sum_{i=1}^m \left(\frac{dy}{dx}\right)^2 \cdot u_{ci}^2} \quad \text{Equação 8}$$

Para se chegar, então, a incerteza expandida da medição, deve-se, ainda, calcular os graus de liberdade efetivo (ν_{eff}) a partir da fórmula de Welch-Satterthwaite, equação 9, valor que será utilizado para cálculo do fator de abrangência (k).

$$\nu_{\text{eff}} = \frac{u_{cv}^4}{\sum_{i=1}^n \frac{c_i^4 \cdot u_{ci}^4}{\nu_i}} \quad \text{Equação 9}$$

Agora, a incerteza expandida (U) pode ser calculada, a partir da multiplicação da incerteza-padrão combinada pelo fator de abrangência, que corresponde ao coeficiente de Student (k), para uma probabilidade de 90% e graus de liberdade efetivos calculado. Assim a Incerteza expandida pode ser definida pela equação 10.

$$U = k \cdot u_c \quad \text{Equação 10}$$

Resultados e discussões

Os valores de referência utilizados e resultados encontrados durante os cálculos para definição da incerteza associada à medição do consumo residencial de água podem ser visualizados no Quadro 1.

Quadro 1. Valores de referência utilizados e resultados encontrados para definição da incerteza associada ao mensurando Consumo Mensal de Água (6 meses de dados)

Tipo de incerteza	Fonte de incerteza (x_i)	Desvio sistêmico (S_x)	Distribuição (PDF)	Divisor (D_{xi})	ν_i	Incerteza-Padrão (u_{xi})
A	Volume medido	2,476m ³	Normal	1	5	1,305 m ³
B	Resolução do hidrômetro	0,5m ³	Retangular	$\sqrt{3}$	10	0,289 m ³
B	Erro sistemático	0,267m ³	Retangular	$\sqrt{3}$	3	0,152 m ³
Incerteza-padrão combinada (u_c)		<i>GL efetivo (ν_{eff})</i>	Nível de confiança	fator de abrangência (k)	Incerteza-padrão Expandida (U)	
1,345m ³ /mês		5	90%	2,015	2,71 m ³ /mês	

Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que o resultado da medição do consumo mensal de água para o domicílio em análise pode ser expresso na forma:

Consumo mensal de água = (11 ±3)m³

Onde o número após o símbolo \pm é o valor numérico de $U = k.u_c$ (incerteza expandida) com U determinado por $u_c = 1,35\text{m}^3$ (incerteza padrão combinada) e $k = 2,02$ (fator de abrangência) baseado na distribuição- t , para $\nu = 5$ graus de liberdade. U define o intervalo estimado para ter um nível da confiança de 90%.

Os valores encontrados para incerteza padrão combinada, fator de abrangência e incerteza expandida foram confirmados quando calculados utilizando os métodos LPU e LPP, a partir do software General Evaluator of Uncertainty (ALMEIDA e KALID, 2010).

A utilização do software permitiu comparar a Função Densidade de Probabilidade (PDF) para a grandeza de saída estudada, consumo mensal de água, utilizando o método Monte Carlo, com a curva de distribuição da probabilidade Normal, conforme Figura 2. Com base nestes resultados, verifica-se que, para um nível de confiança de 90%, o consumo médio mensal pode assumir valores entre 8,1 e 13,1m³/mês, sendo o valor mais provável 10,5m³/mês.

Independente do método utilizado, LPU ou LPP, para as condições simuladas, a incerteza associada à medição do consumo mensal de água, considerando 6 meses de dados, foi aproximadamente 30%. Ao avaliar a influência de cada tipo de incerteza considerada, verifica-se que a incerteza tipo A foi mais significativa (94%) em relação à incerteza tipo B (6%).

Esta característica se deve ao pequeno período de dados analisados. Por isso uma nova análise foi realizada, agora adotando 1 ano de dados. Os resultados para esta nova análise estão apresentados no Quadro 2.

Com base nos resultados obtidos pode-se afirmar que o resultado da medição do consumo de mensal de água para o domicílio em análise, para um ano de dados, pode ser expresso na forma:

Consumo mensal de água = (10 ±2)m³

Onde o número após o símbolo \pm é o valor numérico de $U = k.u_c$ (incerteza expandida) com U determinado por $u_c = 0,98\text{m}^3$ (incerteza padrão combinada) e $k = 1,77$ (fator de abrangência) baseado na distribuição- t , para $\nu = 13$ graus de liberdade. U define o intervalo estimado para ter um nível da confiança de 90%.

Quadro 2. Valores de referência utilizados e resultados encontrados para definição da incerteza associada ao mensurando Consumo Mensal de Água (1 anos de dados)

Tipo de incerteza	Fonte de incerteza (x_i)	Desvio sistêmico (S_x)	Distribuição (PDF)	Divisor (D_{xi})	$G_{eff} \frac{e}{v_i}$	Incerteza-Padrão (u_{xi})
A	Volume medido	2,889m ³	Normal	1	11	0,922 m ³
B	Resolução do hidrômetro	0,5m ³	Retangular	$\sqrt{3}$	10	0,289 m ³
B	Erro sistemático	0,267m ³	Retangular	$\sqrt{3}$	3	0,152 m ³
Incerteza-padrão combinada (u_c)		GL efetivo (v_{eff})	Nível de confiança	fator de abrangência (k)	Incerteza-padrão Expandida (U)	
0,977m ³ /mês		13	90%	1,771	1,73 m ³ /mês	

Com base nestes resultados, verifica-se que, para um nível de confiança de 90%, o consumo médio mensal pode assumir valores entre 8,3 e 11,7m³/mês.

Para a nova análise, agora considerando 1 anos dados a incerteza associada à medição do consumo mensal de água foi aproximadamente 17%. Percentual inferior àquele encontrado na análise anterior. Verifica-se que a incerteza tipo A continua sendo a mais significativa (89%) em relação à incerteza tipo B (11%). No caso específico da primeira análise realizada, onde foram considerados apenas 6 meses de consumo, o pequeno número de dados influenciou bastante na incerteza calculada.

Com base nos resultados pode-se afirmar que o desvio padrão experimental da amostra, valor usualmente utilizado, tende a crescer quando o número de dados aumenta. Porém com o aumento do número de amostras a incerteza do Tipo A tende a um valor menor que o desvio padrão amostral. Assim, caso fossem considerados na análise, um número bem maior de dados, utilizando, por exemplo, uma série histórica, a contribuição da incerteza do Tipo B tenderia a ser mais significativa que a da incerteza do Tipo A.

Caso fosse possível chegar a valores muito pequenos da incerteza Tipo A, relacionada à flutuação normal dos dados, ainda assim a Tipo B, associada a características como resolução do hidrômetro, erros sistemáticos, entre outros, representaria 6% sobre o valor da medição.

O estudo e avaliação de incerteza, e suas fontes, associadas à medição do consumo residencial de água precisam ser mais discutidos, principalmente tendo em vista que a partir do valor medido será cobrada a tarifa de água e esgoto da população, e ainda que, em caso de

dificuldades na leitura será cobrado do morador o valor referente à média dos volumes medidos últimos 12 meses.

Conclusões

Os resultados encontrados para as condições simuladas indicam que:

A incerteza padrão combinada, associado à medição do consumo mensal de água, considerando seis meses de dados representou 30% sobre o valor da medição.

Considerando um ano de dados, valor adotado pela concessionária quando não é possível realizar a leitura do hidrômetro, incerteza padrão combinada ficou em torno de 17%, do valor medido;

Em ambas situações foi mais significativa a incerteza Tipo A, associada à variação estatística dos dados.

Ainda que fosse adotada uma série mais longa de dados, de forma que a incerteza Tipo A tendesse a valores bem pequenos, a incerteza Tipo B, associada a outras fontes como erros sistemáticos, escala de leitura do equipamento, condições de leitura e instalação, entre outros, representaria 6% sobre o valor da medição.

Os dados avaliados neste estudo não são conclusivos e necessitam ser mais explorados. Esta avaliação tem como principal objetivo iniciar a discussão sobre a avaliação da incerteza na medição de vazão de fluidos, no caso específico deste trabalho da água, já adotada na área industrial e ignorada na área do saneamento.

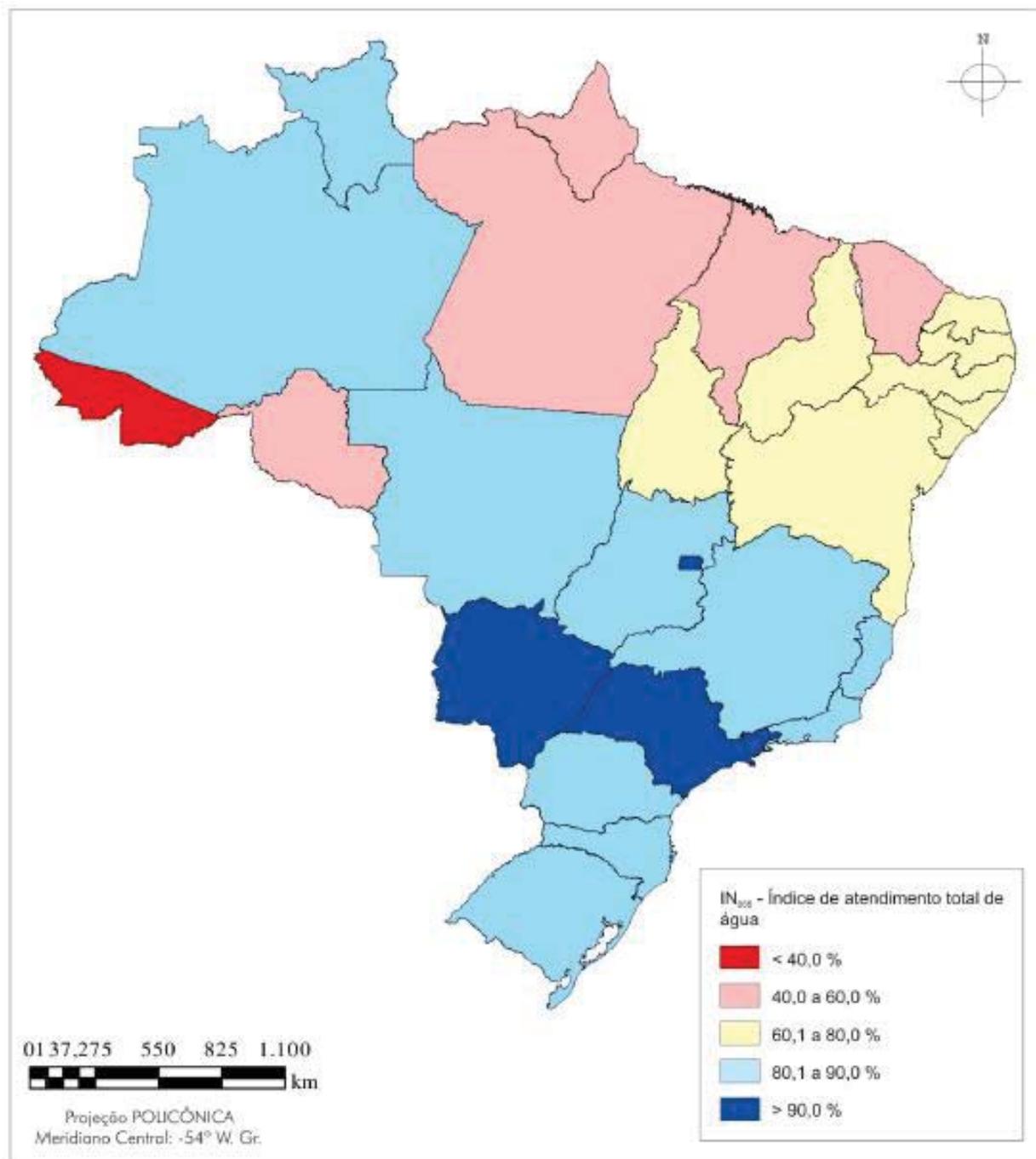
Recomenda-se que novas avaliações sejam realizadas.

Referências

- ALBERTAZZI, A.. Fundamentos de metrologia científica e industrial Baurueri: Manole, 2008.
- ALMEIDA, C. R.; KALID, R. A.. Tutorial da Avaliadora de Incerteza. XI Seminário de Pesquisa, Criação, Inovação e Pós-Graduação - SEMPPG/SEMEP 2010.
- GARCIA, Ana; KIPERSTOK, Asher. Investigação dos fatores determinantes do consumo de água em residências de baixa renda: estudo de caso. In: Congresso da AIDIS, XXXII. Punta Cana, 2010
- GUM - GUIA PARA A EXPRESSÃO DA INCERTEZA DE MEDIÇÃO - Rio de Janeiro: ABNT, INMETRO, 2003 (Terceira Edição Brasileira do ISO GUM em língua portuguesa)
- VIM - VOCABULÁRIO INTERNACIONAL DE METROLOGIA - Conceitos Fundamentais e Gerais de Termos Associados —INMETRO: Rio de Janeiro. 2009. 77 p.

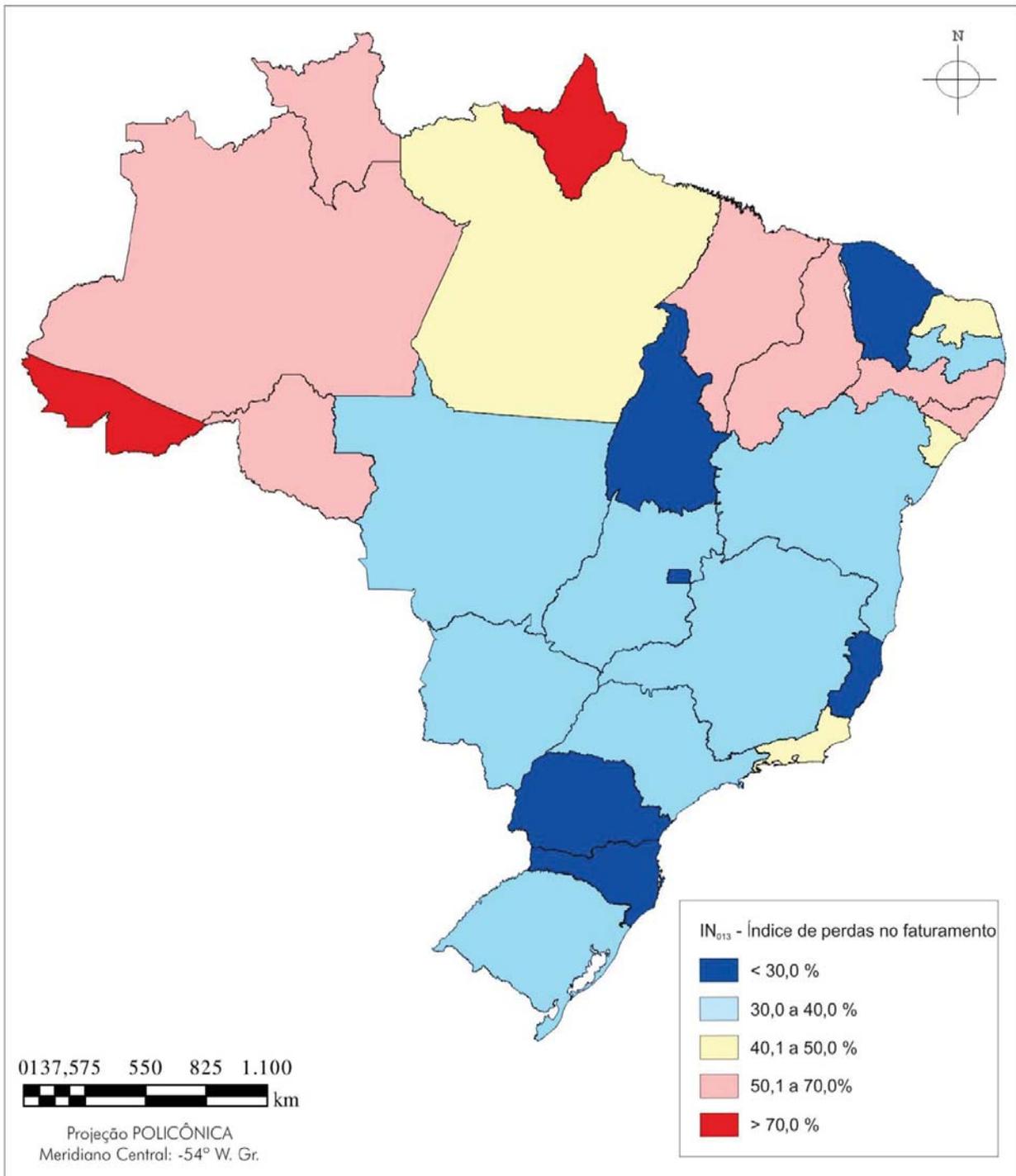
ANEXOS

ANEXO A - Representação espacial do índice de atendimento total de água dos participantes do SNIS em 2008, distribuído por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros.



Fonte: SNIS, 2010

ANEXO B - Representação espacial do índice de perdas de faturamento para o conjunto de prestadores participantes do SNIS em 2008, distribuído por faixas percentuais, segundo os estados brasileiros



Fonte: SNIS (2010)

UFBA
UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA

PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA INDUSTRIAL - PEI

Rua Aristides Novis, 02, 6º andar, Federação, Salvador BA
CEP: 40.210-630
Telefone: (71) 3283-9800
E-mail: pei@ufba.br
Home page: <http://www.pei.ufba.br>

