

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL**

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE COTAS  
*PER CAPITA* MÍNIMAS DE ÁGUA PARA CONSUMO  
HUMANO**

**JENNIFER CONCEIÇÃO C. TEIXEIRA DE MATOS**

**ORIENTADOR: RICARDO SILVEIRA BERNARDES**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E  
RECURSOS HÍDRICOS**

**PUBLICAÇÃO: PTARH.DM – 102/07  
BRASÍLIA/DF: JUNHO – 2007**

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE TECNOLOGIA  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL**

**PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE COTAS *PER*  
*CAPITA* MÍNIMAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**JENNIFER CONCEIÇÃO C. TEIXEIRA DE MATOS**

**DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL E AMBIENTAL DA FACULDADE DE TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE EM TECNOLOGIA AMBIENTAL E RECURSOS HÍDRICOS.**

**APROVADA POR:**

---

**Prof. Ricardo Silveira Bernardes, PhD (ENC-UnB)  
(Orientador)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Cristina Celia Silveira Brandão, PhD (ENC-UnB)  
(Examinadora Interna)**

---

**Prof<sup>a</sup>. Patrícia Campos Borja, DSc (DEA-UFBA)  
(Examinadora Externa)**

**BRASÍLIA/DF, 01 DE JUNHO DE 2007.**

## FICHA CATALOGRÁFICA

MATOS, JENNIFER CONCEIÇÃO CARVALHO TEIXEIRA DE Proposição de Método para a Definição de Cotas <i>per capita</i> Mínimas de Água para Consumo Humano [Distrito Federal] 2007.	
xiv, 108p., 297 mm (ENC/FT/UnB, Mestre, Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, 2007). Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental.	
1. Consumo <i>per capita</i> de água	2. Abastecimento de água
3. Cota <i>per capita</i> de água	4. Método de pesquisa
I. ENC/FT/UnB	II. Título (série)

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

MATOS, J. C. C. T. (2007). Proposição de Método para a Definição de Cotas *per capita* Mínimas de Água para Consumo Humano. Dissertação de Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos, Publicação MTARH.DM-102/07, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 122p.

## CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de Matos.

TÍTULO: Proposição de Método para a Definição de Cotas *per capita* Mínimas de Água para Consumo Humano.

GRAU: Mestre

ANO: 2007

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta dissertação de mestrado e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa dissertação de mestrado pode ser reproduzida sem autorização por escrito do autor.

---

Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de Matos  
Rua Acajutiba, Quadra 09, Lote 12. Pernambués.  
41.120-700. Salvador – BA – Brasil.

Aos meus avós Valdenor  
e Zahuri (*in memoram*),  
pelo amor incondicional.  
“Em tudo o que eu faço  
reflete-se a dor da sua  
ausência e essa tardia  
saudade”.

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais, Dilmarcy e Ivone, pela vida e pelo apoio na escolha dos caminhos que têm me permitido alçar vôos cada vez mais altos;

À Arianne e Suzanne, as melhores irmãs que alguém poderia ter, pelo carinho e amizade;

À Rosa, presença constante e porto seguro, por ter lido antes, pelo amor e por me fazer feliz;

A Will, solzinho que ilumina minha vida, energia e força para continuar desejando um mundo melhor;

Aos meus amigos de alma: Vânia, Ana e Dam, Lia, Léo, Érica, Marta, Sandoval e Robson, Alisson, Raul, Tadeu, Ray, Eliene e Ângelo pelo incentivo contínuo e pela torcida. Sempre em meus pensamentos e eternamente em meu coração;

Aos meus professores da Universidade Federal da Bahia – UFBA por propiciarem o despertar para o mundo acadêmico, motivando esse mestrado;

Ao Professor Ricardo, orientador e amigo. Seus conselhos holísticos e nossas conversas constantes são os responsáveis pela conclusão desse trabalho e ficarão para a minha vida;

Aos Professores Cristina, Koide, Nabil, Marco Antônio, Nestor, Ariusca e Oscar, por todo o aprendizado e momentos compartilhados.

À Lisaura, Hélio, Helinho, Jú, André e Dinha por terem me recebido tão bem, facilitando meus primeiros passos em Brasília;

À Alcione e Ronaldo pela amizade verdadeira e pelos instantes mágicos em infindas “reuniões de condomínio”;

À Neusa, o filé do PTARH, por ser a mãezona de todos nós; à Nilce, o apoio sereno de todas as horas; à Carol, o exemplo a seguir; à Glenda, pela alegria e troca constante; às “gêmeas” Lígia (irmã) e Michele por tudo; a Jorge pelas tantas discussões produtivas;

À Ana Elisa “Cara de Concha”, Renata “Patchasâmia” e Cláudia (Din) por todos os instantes, amizades lapidadas, autoterapia no banquinho e na mureta;

A todos os amigos do PTARH, em especial à Mari, Flávia, Gustavo, Jaque, Jussanã, Wendy, Luciana, Cristiane, Simoneli, Jailma e Simone, Selma, Edson, Andréia, Débora, Deborah, Bianca, Lorena, Luciano, Marcelo, Andressa e Luis, Renan e Eneida, pelo convívio, gargalhadas e por mostrarem diariamente o quanto se pode aprender com as pessoas;

À Roseli, “Boy”, Dona Lígia, João, Yovanca e Adalias, pela alegria;

À Verena e Raimundo Celestino pelas orientações “estatísticas”;

Ao CNPq, pelo auxílio financeiro sem o qual não teria sido possível a realização desta pesquisa,

A todos aqueles que passaram pela minha vida e transformaram a minha estada em Brasília em uma experiência enriquecedora, divertida e inesquecível.

Meu muitíssimo obrigada!

## **RESUMO**

### **PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE COTAS *PER CAPITA* MÍNIMAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

**Autora: Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de Matos**

**Orientador: Ricardo Silveira Bernardes**

**Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos**

**Brasília, junho de 2007.**

A água é um recurso natural indispensável à vida e à maioria das atividades desenvolvidas pelo homem. Entretanto, ainda hoje existe um grande número de pessoas sem acesso à água potável em quantidade compatível com as suas necessidades básicas. Nesse contexto, a demanda cada vez maior pela universalização dos serviços de abastecimento e a grande variabilidade dos volumes consumidos motivam a busca por um método de pesquisa capaz de identificar não apenas o padrão de uso residencial de água, como a cota *per capita* mínima, suficiente para a manutenção da saúde e da qualidade de vida da população.

Assim, o presente trabalho tem o objetivo de propor um método capaz de obter, comparar e analisar o consumo doméstico de água. Foram levantadas questões de disponibilidade, fatores interferentes, formas de medida, impactos da indisponibilidade de água na saúde, dentre outros, para fundamentar a proposta metodológica sem, no entanto, esgotar o tema.

Como resultado, apresenta-se a sistematização de ferramentas que são: plano de amostragem, aplicação de questionário para levantamento de dados sócio-econômicos, medição dos volumes em cada ponto de consumo e construção de um banco de dados. Para chegar a uma aproximação da cota *per capita* mínima propõe-se uma consulta a especialistas e a identificação de oportunidades de redução no consumo.

Recomenda-se que o método proposto seja validado e aplicado para promover a ampliação da compreensão sobre o uso da água na residência e nortear políticas públicas de saneamento que visem à universalização do abastecimento de água.

## **ABSTRACT**

### **PROPOSAL OF A METHOD FOR DEFINITION OF MINIMUM QUOTAS *PER CAPITA* OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION**

**Author: Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de Matos**

**Supervisor: Ricardo Silveira Bernardes**

**Programa de Pós-graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos**

**Brasília, June of 2007.**

Water is an indispensable natural resource to the life and the majority of the activities developed for the man. However, until today there are a lot of people without access to drinking water in compatible amount with its basic requirements. In this context, the great demand for the universalization of the supplying services and the great variability of the consumed volumes motivate the search of a method capable to not only identify the standard of residential water consumption, as the minimum, enough per capita quota for the maintenance of the health and the quality of life's population.

The aim of this work was to consider a method capable to get, to compare and to analyze the domestic water consumption. Questions about availability, forms of measure and impacts of the water unavailability had been raised to base the proposal methodological without, however, to deplete the subject.

As result, it is presented a systematization of tools that are: plan of sampling, application of questionnaires to collect socioeconomic data, measurement of volumes in each point of consumption and construction of a data base. A consultation of specialists and the identification of chances of reduction in the consumption are considered to approach of a minimum per capita quote.

Method's validation and its application are recommended to increase the comprehension of water's use in residences and to guide public politics of sanitation which has the aim of universalize the water supply.



# SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
<b>2 – OBJETIVOS .....</b>	<b>4</b>
<b>2.1 - OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>4</b>
<b>2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>4</b>
<b>3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.1 - DIREITO AO ACESSO À ÁGUA .....</b>	<b>5</b>
<b>3.2 – QUANTIDADE PER CAPITA DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO ....</b>	<b>9</b>
<b>3.3 - USOS DA ÁGUA NA RESIDÊNCIA .....</b>	<b>14</b>
<b>3.3.1 – Demanda de água para ingestão.....</b>	<b>19</b>
<b>3.3.2 – Demanda de água para preparo de alimentos .....</b>	<b>22</b>
<b>3.3.3 – Demanda de água para higiene pessoal.....</b>	<b>23</b>
<b>3.3.4 – Demanda de água para aparelhos sanitários .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3.5 – Demanda de água para outros usos.....</b>	<b>26</b>
<b>3.4 - FATORES QUE INTERFEREM NO CONSUMO PER CAPITA DE ÁGUA</b>	<b>30</b>
<b>3.5 – IMPORTÂNCIA DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A SAÚDE ....</b>	<b>41</b>
<b>3.6 – COMO MEDIR O CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA .....</b>	<b>45</b>
<b>3.6.1 – Experiências brasileiras na determinação da cota <i>per capita</i> de água ..</b>	<b>52</b>
<b>4 - MÉTODO DE PESQUISA .....</b>	<b>54</b>
<b>5 – PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAÇÃO DO CONSUMO PER CAPITA RESIDENCIAL DE ÁGUA.....</b>	<b>57</b>
<b>5.1 – PLANO DE AMOSTRAGEM .....</b>	<b>58</b>
<b>5.1.1 – Seleção de uma Amostra de Municípios.....</b>	<b>60</b>
<b>5.1.2 – Seleção de uma Amostra de Domicílios.....</b>	<b>63</b>

<b>5.2 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA .....</b>	<b>66</b>
<b>5.3 – MEDIÇÃO DO CONSUMO .....</b>	<b>70</b>
<b>5.4 – BANCO DE DADOS .....</b>	<b>75</b>
<b>5.5 – A BUSCA PELA COTA PER CAPITA MÍNIMA.....</b>	<b>83</b>
<b>5.5.1 – Consulta a especialistas.....</b>	<b>85</b>
<b>5.5.2 – Identificação de oportunidades de redução de consumo .....</b>	<b>87</b>
<b>5.6 – MODELO EXPLICATIVO DO PADRÃO DE CONSUMO .....</b>	<b>88</b>
<b>5.7 – LIMITAÇÕES DO MÉTODO PROPOSTO.....</b>	<b>94</b>
<b>7 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>99</b>

## LISTA DE TABELAS

Tabela 3.1: Estimativa de consumo residencial para os Estados Unidos em 1986 (Dziegielewski, 1993 <i>apud</i> Tomaz, 2000 – modificado).....	16
Tabela 3.2: Distribuição do consumo de água por habitante, na Dinamarca (Jensen, 1991 <i>apud</i> Tomaz, 2000).....	16
Tabela 3.3: Usos domésticos de água na cidade de Buenos Aires (Cardão, 1985). ....	17
Tabela 3.4: Valores de referência para consumos mínimos de água no domicílio propostos por Saturnino de Brito (FUNASA, 1991). ....	17
Tabela 3.5: Discriminação dos usos de água no domicílio (Bacellar,1976; Cardão,1985 - modificado).....	18
Tabela 3.6: Volume de água gasto em banhos de diferentes durações (DECA, 2007 - modificado). ....	29
Tabela 3.7: Uso doméstico da água na zona rural por tipo de clima e fonte (Okun e Ernst, 1987 <i>apud</i> Gleick, 1996 - modificado).....	31
Tabela 3.8: Consumo médio diário, em Litros/pessoa/dia, para áreas rurais de países em desenvolvimento (OMS, 2000 <i>apud</i> Setti <i>et al.</i> , 2001).....	36
Tabela 3.9: Demandas médias de água para cidades brasileiras (Barros <i>et al.</i> , 1995). ....	37
Tabela 3.10: Consumo <i>per capita</i> de água (Von Sperling, 1995). ....	37
Tabela 3.11: População versus consumo efetivo <i>per capita</i> (Magalhães <i>et al.</i> , 2001).....	38
Tabela 3.12: Uso doméstico da água segundo distância da fonte (Gleick, 1996 - modificado). ....	38
Tabela 3.13: Doenças relacionadas com o abastecimento de água (FUNASA, 1991-modificado).....	42
Tabela 3.14: Consumo provável de água em equipamentos convencionais e economizadores (Tsutiya, 2005 - modificado). ....	50
Tabela 3.15: Experiências brasileiras na determinação de cotas <i>per capita</i> de água. ....	53
Tabela 5.1: Classificação dos municípios brasileiros segundo região (IBGE, 2006).....	61
Tabela 5.2: Classificação dos municípios brasileiros segundo porte populacional (IBGE, 2006). ....	61
Tabela 5.3: Amostra de municípios por região e porte populacional. ....	62
Tabela 5.4: Ficha para a determinação da vazão característica de equipamentos hidrosanitários residenciais. ....	71

Tabela 5.5: Ficha de acompanhamento do consumo. ....	71
Tabela 5.6: Lista do material necessário às etapas de medição do consumo. ....	72
Tabela 5.7: Sistematização dos dados sócio-econômicos abordados no questionário. ....	77
Tabela 5.8: Sistematização dos dados específicos sobre o consumo de água abordados no questionário. ....	77
Tabela 5.9: Sistematização dos dados primários referentes à medição e aferição do consumo, por residência.....	79
Tabela 5.10: Sistematização dos dados primários referentes à medição e aferição do consumo, agrupados por setor. ....	80
Tabela 5.11: Sistematização dos dados secundários referentes à hidrometração, por residência.....	81
Tabela 5.12: Sistematização dos dados secundários referentes à hidrometração, por setor. ....	81
Tabela 5.13: Indicação de cota <i>per capita</i> mínima de água para consumo humano. ....	85
Tabela 5.14: Indicadores selecionados segundo seus campos de análise (Cabral, 2004-modificado). ....	93

## LISTA DE FIGURAS

Figura 3.1: Distribuição do volume total de água captada no mundo e no Brasil (Setti <i>et al.</i> , 2001). .....	8
Figura 3.2: Esquema do percurso da água da fonte até o consumidor final.....	10
Figura 3.3: Evolução temporal das cotas <i>per capita</i> médias de água nas regiões do Brasil (SNIS, 2005).....	13
Figura 3.4: Planta baixa de uma residência brasileira padrão (www.fedalto.com.br, 2007 - modificado).....	15
Figura 3.5: Emprego da água na rotina do brasileiro.....	18
Figura 3.6: Curva de consumo médio diário de água. ....	19
Figura 3.7: Hierarquia da demanda doméstica de água (WHO, 2005 - modificado). .....	28
Figura 3.8: Padrão de consumo residencial de água (DECA, 2007- Modificado). .....	29
Figura 3.9: Consumo médio <i>per capita</i> de água, em L/pessoa/dia, segundo prestadores de serviço de abrangência regional (SNIS, 2005). .....	32
Figura 3.10: Relação entre o tempo de viagem e o consumo doméstico de água (Cairncross e Feachem, 1993 <i>apud</i> WHO, 2005 - modificado). .....	39
Figura 3.11: Modelos de Hidrômetros (CIASEY, 2007 e LAO INDÚSTRIA, 2007). .....	46
Figura 4.1: Esquema ilustrativo do método de pesquisa.....	54
Figura 5.1: Esquema básico do método proposto para a determinação da cota <i>per capita</i> de água para consumo humano. ....	58
Figura 5.2: Esquema da escolha dos domicílios para a pesquisa. ....	64
Figura 5.3: Esquema do questionário proposto. ....	69
Figura 5.4: Esquema de instalação dos equipamentos de coleta de dados (Almeida <i>et al.</i> , 2006). .....	74
Figura 5.5: Exemplo de padrão de consumo de água residencial por equipamento hidrossanitário. ....	80
Figura 5.6: Cota <i>per capita</i> e cota <i>per capita</i> mínima de água. ....	84
Figura 5.7: Modelo de Ficha para consulta a especialistas. ....	86
Figura 5.8: Modelo FPEEEA: cadeia de Desenvolvimento – Meio Ambiente – Saúde (Von Schirnding, 1998 <i>apud</i> Brasil, 2004b). .....	90
Figura 5.9: Modelo FPEEEA: cadeia de Desenvolvimento – Meio Ambiente – Saúde (Cabral, 2004 - modificado). .....	92

## LISTA DE SIMBOLOS, NOMENCLATURA E ABREVIACOES.

ABES	- Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
ABIPEME	- Associação Brasileira de Instituição de Pesquisa de Mercado
ABNT	- Associação Brasileira de Normas Técnicas
ASSEMAE	- Associação Nacional dos Servios Municipais de Saneamento
CAERN	- Companhia de água e Esgoto do Rio Grande do Norte
CETESB	- Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (São Paulo)
CNUMAD	- Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento
DTA	- Documento Técnico de Apoio
FUNASA	- Fundação Nacional de Saúde
IBGE	- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IDH	- ndice de Desenvolvimento Humano
INMETRO	- Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial
IPT	- Instituto de Pesquisas Tecnológicas
NBR	- Norma Brasileira Registrada
OMS	- Organização Mundial da Saúde
ONU	- Organização das Nações Unidas
OPAS	- Organização Pan-Americana de Saúde
PACS	- Programa de Agentes Comunitários de Saúde
PBQP-H	- Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat
PIB	- Produto Interno Bruto
PLANASA	- Plano Nacional de Saneamento
PNAD	- Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílios
PNCDA	- Programa Nacional de Combate ao Desperdício de gua
PNS	- Política Nacional de Saneamento Básico
PNSB	- Pesquisa Nacional de Saneamento Básico
SAA	- Sistema de Abastecimento de gua
SABESP	- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SESP	- Servio Especial de Saúde Pública
SNIS	- Sistema Nacional de Informação em Saneamento
VDR	- Vaso de Descarga Reduzida
WHO	- <i>World Helth Organization</i>

# 1 – INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida, essencial à manutenção da saúde e à garantia da qualidade de vida das populações. Historicamente, as civilizações se desenvolveram próximo aos cursos d'água, demonstrando que a disponibilidade desse recurso sempre foi um fator determinante para a escolha dos locais de fixação das comunidades humanas.

A importância vital e econômica, a crescente demanda em virtude do aumento populacional, a escassez, o desperdício e a heterogênea distribuição geográfica da água fazem com que haja uma grande preocupação com relação a sua disponibilidade. Nesse contexto, mesmo países como o Brasil, que apresentam reservas abundantes, enfrentam problemas de acesso à água potável em quantidade suficiente, em especial na periferia dos grandes centros urbanos (Peixoto Filho e Bondarovsky, 2000).

A água é também veículo para uma grande variedade de enfermidades, podendo desencadear problemas de saúde pública. Por sua vez, a ineficiência no sistema de distribuição ou a indisponibilidade de água para uso humano podem gerar comportamentos de risco tais como o mau acondicionamento e demanda por outras fontes, inadequadas ao consumo. Dessa forma, do ponto de vista sanitário, aliada à qualidade, a quantidade da água é de fundamental importância para o controle e prevenção de doenças de veiculação hídrica.

Atualmente, o estudo do padrão de consumo da água em habitações se baseia na análise da monitoração do volume total entregue a cada domicílio e sua desagregação em volumes parciais, relativos aos usos específicos em cada aparelho sanitário (Rocha *et al.*, 1998). Entretanto, tais pesquisas não são comuns, especialmente nos países em desenvolvimento como o Brasil.

A cota *per capita* de água é um indicador obtido pela divisão entre o volume total distribuído por dia pelo prestador de serviço de saneamento e a população servida. Essa é uma informação usada no planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos, além de subsidiar a elaboração de projetos de abastecimento de água, instalações sanitárias prediais

e reservatórios domiciliares. Entretanto, é comumente baseada em dados de literatura ou obtida e disponibilizada pelos prestadores do serviço, por meio do acompanhamento e controle operacional dos seus sistemas (Tsutiya, 2005).

Por outro lado, o consumo de água para satisfação das necessidades humanas dentro do domicílio é distribuído em diferentes usos como: ingestão, cozimento dos alimentos, banho, lavagem de roupas e utensílios domésticos, lavagem da residência, abluções e descargas de vasos sanitários. Há ainda usos externos como a irrigação de jardins e gramados particulares, lavagem de automóveis, dentre outros considerados menos nobres (Howard e Bartram, 2003).

A complexidade de conhecer uma cota *per capita* e identificar o padrão de consumo doméstico de água no Brasil é justificada pela interferência de diversos fatores, por vezes, difíceis de serem mensurados. A existência ou não de sistema de abastecimento público, a proximidade de água do domicílio, o clima, os hábitos da população, o grau de escolaridade do responsável pela residência, a renda familiar, o valor da tarifa, as características da habitação e a falta de uma medição sistemática são alguns dos fatores que influenciam no consumo *per capita* de água (FUNASA, 1991, Tsutiya, 2005).

A demanda pelo conhecimento de um volume mínimo de água, estabelecido de forma confiável, a ser distribuído às residências tem sido constante nos últimos anos (Gleick, 1999). Na prática, essa busca tem se pautado em conhecimentos específicos para algumas realidades que acabam sendo generalizados. Por isso, os valores empregados nos projetos e difundidos na literatura apresentam uma grande variabilidade (Oliveira e Lucas Filho, 2003).

No Brasil, soma-se a isso uma forte desigualdade social, apresentada pelos índices do serviço de abastecimento de água nos centros urbanos. Dados da Pesquisa Nacional por Amostras de Domicílio - PNAD confirmam que o acesso à água no País caracteriza-se pelo atendimento precário à população mais carente, em especial nas regiões menos desenvolvidas e nos menores municípios (Brasil, 2004a). Essa problemática envolve uma grande preocupação que é a disponibilização da água, em quantidade e qualidade compatíveis com as necessidades, especialmente para a população de baixa renda.



Logo, uma motivação para a mensuração do consumo *per capita* e de padrões de consumo de água é a importância desse conhecimento em face aos desafios postos para a universalização do acesso à água potável, ou seja, a ampliação progressiva da cobertura dos serviços de abastecimento de água e demais componentes do saneamento, colocada como um princípio fundamental pela Lei Nº 11.445/07, que estabelece as diretrizes para a política federal de saneamento básico (Brasil, 2007).

A universalização do acesso à água é imperativa e visa não apenas a melhoria da saúde e da qualidade de vida como o estabelecimento de uma relação mais ética entre as comunidades abastecidas e os prestadores do serviço que devem garantir o direito à água, promovendo a justiça social (Maciel Filho *et al.*, 2000). Para atingir a universalização e superar as limitações existentes são necessárias ações orientadas para fortalecer o setor de saneamento com regulamentação, fiscalização e controle dos serviços, sistemas de informação e participação da comunidade, por meio das suas organizações locais (OPAS, 2001).

Esse trabalho busca sistematizar ferramentas já existentes, compondo um método para determinação de cotas *per capita* de água. Além disso, visa contribuir para o conhecimento do padrão de consumo de água do brasileiro de forma que sejam ampliados os impactos positivos na saúde.

Deseja-se ainda que o emprego do método proposto leve à informações que sirvam como norteadoras para políticas públicas de saneamento que busquem a universalização do abastecimento de água e possam evitar possíveis conflitos entre os diferentes usos, garantindo o direito prioritário ao consumo humano.

## **2 – OBJETIVOS**

### **2.1 - OBJETIVO GERAL**

Propor um método para definição de cotas *per capita* de água para consumo humano.

### **2.2 - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1- Discutir os conceitos e componentes do padrão de consumo *per capita* de água para fins domésticos considerando a realidade brasileira;

2- Propor um modelo explicativo visando à compreensão de mecanismos que levem a uma cota *per capita* mínima de água, suficiente para satisfazer às necessidades humanas básicas.

### **3 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

#### **3.1 - DIREITO AO ACESSO À ÁGUA**

Ao longo dos anos a importância de conhecer a quantidade de água suficiente para satisfazer as necessidades básicas humanas tem crescido e inspirado debates sobre o direito ao acesso à água. Nesse contexto, o conceito de “necessidade básica” traz consigo a idéia de quantidade mínima de água suficiente para suprir a demanda residencial (Gleick, 1999).

Esse é um assunto polêmico e complexo que envolve aspectos sociais, econômicos e de sustentabilidade dos Sistemas de Abastecimento de Água - SAAs. Por essa razão, ainda hoje não existe oficialmente uma cota *per capita* mínima garantida a todos os cidadãos como um direito, embora ela seja defendida por vários pesquisadores, entidades e organizações. A quantidade de pessoas ainda sem acesso à água potável no planeta em pleno século XXI faz com que esse tema permaneça na pauta de discussão dos fóruns mundiais. Em 2001, no Dia Mundial da Água, o secretário geral das Nações Unidas, Kofi A. Annan, declarou: “O acesso à água potável é uma necessidade humana fundamental e, por isso, um direito humano básico” (OPAS, 2001).

Antes disso, o direito humano à água já era discutido em encontros internacionais como a Conferência das Nações Unidas sobre a água ocorrida em Mar del Plata, em 1977, na qual se estabeleceu que todas as pessoas, em qualquer estágio de desenvolvimento e condição sócio-econômica, têm direito ao acesso à água potável em quantidade e qualidade compatíveis às suas necessidades básicas (Gleick, 1996; Selborne, 2002).

A Agenda 21, produto da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, em seu capítulo 18, Seção II, coloca que devem ser garantidos suprimentos adequados de água de boa qualidade para toda a população do mundo, preservando ao mesmo tempo os ecossistemas (CNUMAD, 1992).

Outro documento importante no estabelecimento do direito humano à água é a Declaração do Milênio das Nações Unidas, aprovada no ano 2000 por 147 Chefes de Estado e Governo de 191 países. O documento reflete a preocupação das nações com os desafios do

desenvolvimento no mundo, inclusive quanto ao acesso à água. Apresenta-se como resolução o fim à exploração não-sustentável dos recursos hídricos e a promoção da universalização do acesso à água. A questão da disponibilidade de água para consumo humano é apresentada no Objetivo 7, referente à sustentabilidade ambiental, por meio da Meta 10 que tem como objetivo ampliar o atendimento, reduzindo à metade, até 2015, a proporção da população sem acesso permanente e sustentável a água potável e ao saneamento básico (ONU, 2000).

Uma avaliação do cumprimento das metas do milênio, publicada pelas Nações Unidas, mostra que a maioria dos países atingirá a meta relativa à água potável no ambiente urbano, uma vez que os avanços até o momento têm sido satisfatórios. Entretanto, estar próximo de alcançar a cobertura esperada, como é o caso do Brasil, não significa atingir a universalização ou mesmo uma elevada qualidade na prestação dos serviços. Na prática, percebe-se que mesmo com a ampliação na cobertura do abastecimento de água ainda há uma grande parcela da população de baixa renda sem água potável para a satisfação das suas necessidades básicas (ONU, 2006).

No Brasil, há um aparato legal que visa garantir o acesso à água. A Constituição Federal, em seu artigo 21, inciso XX, define como competência da União instituir diretrizes para o desenvolvimento urbano, inclusive habitação, saneamento básico e transportes urbanos (Brasil, 1988). Nesse artigo, o direito ao uso da água fica subentendido, sendo explicitado quase uma década depois, com a Lei Nº. 9433/97 que define a Política Nacional de Recursos Hídricos.

A Política Nacional de Recursos Hídricos estabelece que a água é um bem de domínio público e que, em situações de escassez, o uso prioritário dos recursos hídricos é o consumo humano. Além disso, é objetivo dessa política assegurar à atual e às futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos (Brasil, 1997a).

Em 2007 foi aprovada a Lei Nº 11.445/07 que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Federal de Saneamento Básico. Nela, apresenta-se a prioridade de atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública. Além disso, coloca que o corte da água, por falta de pagamento, dos usuários residenciais de

baixa renda deve obedecer a prazos e critérios que preservem as condições mínimas de manutenção da saúde das pessoas atingidas (Brasil, 2007).

Entretanto, a Lei Nº 11.445/07 não define um consumo isento de corte, independente do pagamento pelo serviço, correspondente a um volume mínimo de água capaz de satisfazer às necessidades dos indivíduos. Cabe aqui uma reflexão sobre a saúde financeira dos prestadores de saneamento, cujos aportes de recursos são provenientes da cobrança de tarifas. A gratuidade de um volume de água, mesmo que pequeno, para a totalidade da população pode implicar em problemas econômicos, reduzindo ainda mais os investimentos no setor.

Entretanto, como alternativa pode-se garantir o acesso àquela pequena parcela da população que realmente não tem condição de pagar pelo consumo e aplicar um sistema de subsídio no qual quem tem maior poder aquisitivo pague mais em detrimento das classes menos favorecidas. Esse tipo de mudança exige regulamentação e um sério acompanhamento por parte das autoridades e da sociedade organizada, porém, é uma questão de justiça social.

Também a grande heterogeneidade na distribuição geográfica faz com que o Brasil, mesmo com a grande disponibilidade hídrica, aproximadamente 14% da água doce do mundo, ainda apresente problemas de acesso (Peixoto Filho e Bondarovsky, 2000). Mais de 73% da água doce do País encontra-se na bacia amazônica, que é habitada por menos de 5% da população brasileira. Soma-se a isso o crescimento das demandas localizadas, decorrente da urbanização desordenada, e a degradação da qualidade das águas (Lima, 2001). Porém, destaca-se que no Brasil a questão de acesso à água é muito mais influenciada pela falta de infra-estrutura de saneamento do que pela indisponibilidade hídrica.

O panorama brasileiro de acesso à água é influenciado pelas desigualdades regionais. No ano de 2004 a produção de água no Brasil chegou a 12,8 bilhões de metros cúbicos, correspondendo a aproximadamente 193L/pessoa/dia, considerando a população total do País no mesmo ano. Entretanto, essa distribuição não é universal e nem feita igualmente. De acordo com os prestadores de serviço, 76,2% dos municípios brasileiros possuem atendimento com água, 93,2% da população urbana do País, sendo as regiões Sul e Sudeste as mais beneficiadas (IBGE, 2004; SNIS, 2005).

Com relação ao acesso aos serviços de abastecimento, observa-se que, em 2004, do total de domicílios do país, 17,8% não eram atendidos por rede geral de água. Ainda assim, a PNAD verificou a ampliação da cobertura desse serviço ao longo dos anos. De 2003 para 2004 houve um crescimento de 3,4% no número de moradias atendidas (Brasil, 2004a).

Segundo o Sistema Nacional de Informação em Saneamento – SNIS, o número de ligações ativas de água, de 2001 a 2004, teve um aumento de 13,1%. Entretanto, a produção de água nesse mesmo período apresentou um incremento de apenas 8,8%. O crescimento do número de ligações ativas superior à produção de água pode ser resultado da redução de perdas físicas nos sistemas de abastecimento, da otimização dos processos operacionais, mas também da redução do consumo *per capita*, uma vez que mais pessoas estão sendo atendidas com o mesmo volume de água produzido (SNIS, 2005).

A Figura 3.1 apresenta a distribuição, entre os usos agrícola, industrial e abastecimento humano, do volume de água total captado no mundo e no Brasil. Percebe-se que o comportamento, em ambos os cenários, é muito parecido com cerca de 70% da água sendo captada para fins agrícolas e menos de 10% representando o consumo humano, considerado como prioritário. Esse contraste é ainda maior quando se trata do volume efetivamente consumido no mundo. Nesse caso, 93,4% são usados na agricultura, 3,8% na indústria e apenas 2,8% no abastecimento humano. A diferença entre o volume captado e o efetivamente consumido deve-se às perdas (Setti *et al.*, 2001).

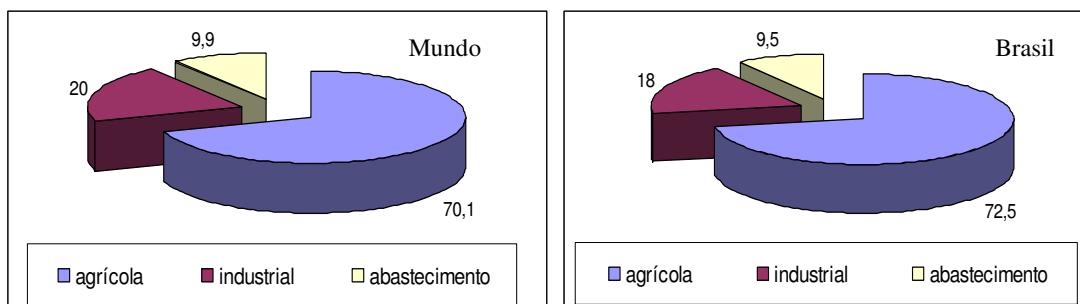


Figura 3.1: Distribuição do volume total de água captada no mundo e no Brasil (Setti *et al.*, 2001).

Esse perfil de distribuição entre os principais usos consuntivos de água mostra que o volume demandado pelo abastecimento doméstico é pequeno quando comparado às outras

atividades. Dessa forma, mesmo sendo importante conscientizar a população e promover ações para o uso racional dos recursos hídricos, deve-se ter em vista que o volume necessário para a universalização do abastecimento humano ainda representaria uma pequena parcela da água consumida pelo homem em suas atividades.

Apesar dos avanços na cobertura dos serviços de abastecimento de água com conexão domiciliar ou fácil acesso, ainda persistem condições de risco para a saúde de parte significativa da população. Além da cobertura, a continuidade no abastecimento é um importante indicador dos déficits na disponibilização da água potável, uma vez que a intermitência é um risco para a saúde pública e indica má utilização da infra-estrutura existente (OPAS, 2001).

O acesso à água potável em quantidade suficiente deve ser visto como um direito porque assume uma importância determinante em vários aspectos da vida. Em comunidades carentes ter um acesso adequado aos serviços de abastecimento de água, mesmo que por meio de pontos coletivos como chafarizes, contribui não só para a melhoria da qualidade de vida e da saúde, em especial das mulheres que passam a ter uma maior disponibilidade de tempo para exercer outras atividades (OPAS, 2001; Carlos e Kligerman, 2005).

A determinação de um volume mínimo de água a ser fornecido para toda a população como direito humano depende do conhecimento e entendimento do uso doméstico da água, bem como de fatores ambientais, éticos e sociais. Entretanto, ressalta-se que ter direito à água não significa acesso a quantidades irrestritas desse recurso, uma vez que ele é esgotável e que aspectos ecológicos, econômicos e políticos limitam a sua disponibilidade para uso doméstico (Gleick, 1999; Selborne, 2002).

### **3.2 – QUANTIDADE *PER CAPITA* DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO**

O percurso da água desde a fonte até a residência é variável, mas segue uma lógica geral conforme apresentado na Figura 3.2. A água captada nos mananciais chega aos pontos de consumo por meio de Sistemas de Abastecimento de Água-SAAs, que são compostos por um conjunto de equipamentos de infra-estrutura com a função de prover à população água potável. Os equipamentos e estruturas presentes nesse caminho devem ser dimensionados de forma que, ao final, o usuário receba uma quantidade de água suficiente para satisfazer

as suas necessidades. Entretanto, na prática muitas residências brasileiras ainda sofrem com a ausência de água.

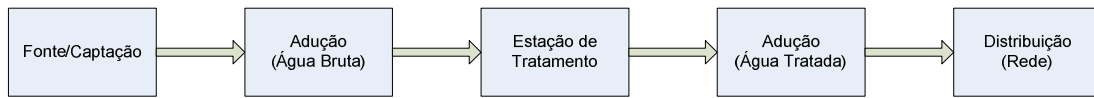


Figura 3.2: Esquema do percurso da água da fonte até o consumidor final.

O projeto do SAA para uma cidade depende de parâmetros como o número de habitantes a ser abastecido e a quantidade de água necessária a cada indivíduo. Para tanto, costuma-se recorrer a projeções populacionais e indicadores *per capita* de consumo de água (Tsutiya, 2005).

A cota *per capita* de água é geralmente calculada pelos prestadores de serviço de saneamento, responsáveis pelo abastecimento, com base em suas características operacionais e nos padrões de consumo de cada região, como sendo o volume total distribuído, medido ou estimado, dividido pela população total servida, em um período de tempo (FUNASA, 1991; Oliveira e Lucas Filho, 2003). De forma geral é expressa em L/(hab.dia). Nesse trabalho, a unidade usada para indicar a demanda de água de cada indivíduo em um dia, nas diferentes atividades domésticas, será L/pessoa/dia.

De forma geral, a fixação da cota *per capita* diária é feita com base na adoção de valores clássicos da literatura, por similaridade com sistemas que possuam as mesmas características ou por meio de dados estatísticos da própria cidade, obtidos de micromedidores instalados junto às ligações prediais ou pela leitura de macromedidores na saída dos reservatórios de distribuição. Destaca-se que normalmente esses volumes englobam não só o uso residencial de água, mas também outros usos característicos do funcionamento de uma cidade como o industrial, comercial, público e mesmo as perdas no sistema de abastecimento (Tsutiya, 2005).

Uma das dificuldades encontradas pelos projetistas na determinação do consumo residencial é a adoção de volumes *per capita* que se aproximem do consumo real (Oliveira e Lucas Filho, 2003). Historicamente no Brasil, por não haver dados de medições sistemáticas e seguras, a elaboração dos projetos vem sendo realizada com base em



números consagrados de consumo médio presentes na literatura, importada de países desenvolvidos, ou de prestadores de serviço com experiência na área.

Desde a década de 70 os prestadores de serviços de saneamento de algumas capitais brasileiras buscam cotas *per capita* mais específicas, que pudessem refletir a realidade local. O método era baseado no controle operacional de seus SAAs, por meio da ampliação da macro e micromedição, dando origem a uma grande variabilidade de consumo, com oscilações entre 150 e 400 L/pessoa/dia. Entretanto, apenas um percentual desse volume, cerca de 40%, era efetivamente usado nas residências (Azevedo Neto *et al.*, 1973, CETESB, 1976).

A norma de instalação predial de água fria, NBR 5626/1998, indica que o prestador do serviço de abastecimento deve fornecer ao projetista o valor estimado do consumo de água por pessoa por dia em função do tipo de uso do edifício ou residência (ABNT, 1998). A Lei Nº 11.445/07, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, por sua vez, coloca que o titular do serviço deve formular as políticas públicas adotando parâmetros para a garantia do atendimento essencial à saúde, inclusive quanto ao volume mínimo *per capita* de água para abastecimento (Brasil, 2007). Segundo Bacellar (1976), considerando aspectos físicos dos projetos, estima-se que a quantidade de água necessária para o funcionamento eficiente das instalações hidráulicas domiciliares varie entre 120 e 200 L/pessoa/dia.

Assim, com base em pesquisas localizadas os projetistas de SAAs passaram a adotar valores médios, sendo 200 L/pessoa/dia um valor comumente apresentado. Entretanto, não há indicações metodológicas que justifiquem o uso indiscriminado desse valor. Nesse sentido, para reduzir erros de medição e aumentar a confiabilidade dos valores usados nos projetos foram desenvolvidos, ao longo do tempo, modelos para estimar o consumo de água, por categoria de consumidor, baseados em funções algébricas lineares de variáveis de fácil obtenção (Berenhauser e Pulici, 1983).

Um estudo realizado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo - SABESP para a obtenção de um modelo de consumo doméstico chegou a um resultado estatisticamente confiável, aproximando-se bastante dos valores medidos, considerados como reais. Para prédios de apartamento obteve-se a Equação 3.1 que se mostrou mais

eficiente do que o modelo vigente na época que era 400L/dia para dormitório familiar somados a 200L/dia por dormitório de empregada (Berenhauser e Pulici, 1983). A SABESP e o Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT desenvolveram novos modelos obtendo a Equação 3.2 para estimativa de consumo médio em condomínios residenciais (Tsutiya, 2005).

$$C(m^3 / mês) = 6B + 3D = 0,01A + 30 \quad (\text{Equação 3.1})$$

$$C(m^3 / mês) = -21,7 + 0,0177A + 2,65B + 3,97D - 50,2D^* + 46V \quad (\text{Equação 3.2})$$

Onde:

C = consumo médio mensal em m<sup>3</sup>;

B = número de banheiros na residência;

D = número de dormitórios na residência;

D\* = número de dormitórios > 3, parâmetro que assume o valor 1, se sim e 0 se não;

A = área total construída, e

V = vagas de garagem por apartamento.

Considerando uma residência padrão de dois quartos com dependência, dois banheiros, uma área construída de 80m<sup>2</sup> e possuindo uma vaga de garagem, tem-se um consumo de 30m<sup>3</sup>/mês para o modelo comumente usado em projetos, volume suficiente para abastecer uma família com cinco pessoas consumindo 200L/dia cada. O volume seria ainda maior aplicando as equações: 51,8m<sup>3</sup>/mês usando a Equação 3.1 e 42,9m<sup>3</sup>/mês com a Equação 3.2.

Percebe-se que a Equação 3.2 apresenta os mesmos parâmetros da Equação 3.1, acrescentando o número de vagas na garagem e o número de dormitórios superiores a três, como forma de incluir o uso externo da água e o acréscimo de consumo devido ao aumento no número de habitantes e referente à limpeza da residência. Ainda assim, o consumo decorrente do modelo mais atual é menor do que o apresentado na década de 80, denotando uma tendência à redução do consumo. Provavelmente essa redução é decorrente de uma mudança de comportamento do usuário residencial frente aos apelos da mídia com relação à escassez da água, bem como fruto do avanço tecnológico dos aparelhos sanitários.

Na literatura nacional, manuais de instalações hidráulicas e sistemas urbanos de água, observa-se que os valores de cotas *per capita* para abastecimento humano são decorrentes de referências bastante antigas, sendo repetidos e re-editados nas três últimas décadas sem considerar aspectos regionais, sócio-econômicos e culturais brasileiros. Isso ocorre porque a determinação do padrão de consumo da água para uso residencial tem sido realizada em um número restrito de países, em especial no hemisfério norte e por falta de trabalhos correspondentes para os países em desenvolvimento. Entretanto, destaca-se que fatores climáticos e culturais inviabilizam o emprego desses indicadores, sendo fundamental o levantamento de informações específicas para a realidade brasileira (Rocha e Barreto, 1999).

Recentemente algumas pesquisas têm sido realizadas com o intuito de conhecer a realidade brasileira, inclusive quanto aos serviços de saneamento. Com relação ao consumo *per capita* de água observou-se que a grande maioria das cidades brasileiras, de médio e pequeno porte, encontra-se em torno de 80L/pessoa/dia (Brasil, 2004a).

Os dados brasileiros mais recentes referem-se ao acompanhamento dos prestadores do serviço de abastecimento de água, em especial àqueles de abrangência regional, que têm buscado aumentar seu controle operacional por meio da micromedição. A Figura 3.3 apresenta as cotas *per capita* médias, de 2000 a 2004, nas diferentes regiões do País (SNIS, 2005).

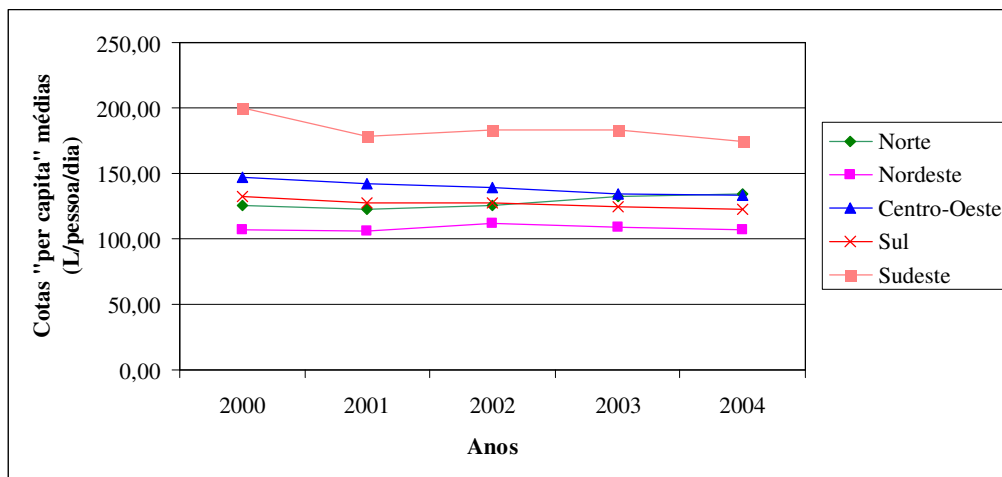


Figura 3.3: Evolução temporal das cotas *per capita* médias de água nas regiões do Brasil (SNIS, 2005).

Observa-se que a região Sudeste possui as maiores cotas *per capita* de água, com médias oscilando entre 150 e 200L/pessoa/dia. As demais regiões do País têm um consumo médio variando de 100 a 150L/pessoa/dia, com destaque para a região Nordeste que apresenta os menores valores. Segundo os prestadores de serviço, o consumo médio *per capita* para o País foi de 148,8L/pessoa/dia em 2003 e 142,7L/pessoa/dia em 2004 (SNIS, 2005). O que confirma a tendência de redução do consumo ao longo do tempo, como já foi citado.

A demanda *per capita* usada nos cálculos de projetos de Sistemas de Abastecimento de Água e de reservatórios domiciliares, da forma como é calculada atualmente, é um dado operacional que não representa adequadamente o real consumo de água para fins domésticos por envolver outros usos urbanos e perdas. Esse valor serve apenas como subsídio para dar uma idéia da quantidade de água que deve ser alimentada ao SAA a fim de atender às necessidades da população (Rocha e Barreto, 1999). O consumo ou demanda real para suprimento das necessidades básicas residenciais só será conhecido com base na desagregação dos usos da água no peridomicílio, bem como com o conhecimento do padrão de consumo de água nas diferentes realidades do Brasil.

Por essa razão, a indicação geral de uma cota *per capita* para projetos, embora tenha que levar em conta a quantidade de água que diariamente será necessário distribuir a cada pessoa, não deve fixar valores de forma muito rígida visando absorver as variações locais de acordo com costumes regionais, higiene dos habitantes e o clima (Cardão, 1985).

### **3.3 - USOS DA ÁGUA NA RESIDÊNCIA**

Define-se residência como o lugar no qual alguém habita com intenção de ali permanecer, mesmo que dele se ausente por algum tempo. Já o domicílio é a sede jurídica da pessoa, onde ela se presume presente para efeitos de direito. Para o IBGE o domicílio é a moradia estruturalmente independente, constituída por um ou mais cômodos, com entrada privativa (IBGE, 2006). Nesse trabalho residência e domicílio serão sinônimos e vistos como o local onde acontecem as inter-relações familiares, bem como o consumo doméstico de água.

A água para fins domésticos é entendida como aquela necessária e suficiente para usos prioritários na residência como: bebida, preparo dos alimentos, lavagem de utensílios e roupas, limpeza da casa, banhos, abluções e descargas do vaso sanitário. Tem ainda as

funções de transporte de resíduos e matérias sólidas, limpeza automática das canalizações e formação do fecho hídrico nos aparelhos sanitários, que impede o escape de gases para o interior das habitações. No peridomicílio, além dos usos internos, há ainda outros fins para os quais a água tem sido cada vez mais utilizada como: lavagem de automóveis e irrigação de gramados, jardins, pequenas criações de animais e hortas de subsistência (Cardão, 1985; Tsutiya, 2005).

Uma residência, embora possa ter grandes variações arquitetônicas, possui uma estrutura geral bem definida. Normalmente é composta por sala, quartos, cozinha, banheiro e área de serviço. Desses cômodos os que abrigam os pontos de água são: banheiro, cozinha e área de serviço. Assim, em uma residência padrão, como mostra a Figura 3.4, pode-se identificar pelo menos seis pontos de consumo de água: pia da cozinha; pia do banheiro; chuveiro; descarga; tanque (máquina de lavar roupas) ou torneira externa.

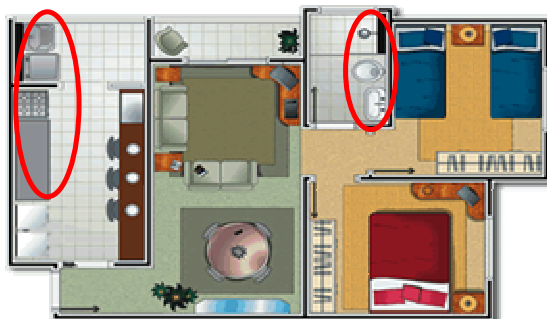


Figura 3.4: Planta baixa de uma residência brasileira padrão (www.fedalto.com.br, 2007 - modificado).

Com base nessa disposição, White (1972 *apud* Howard e Bartram, 2003) sugere três tipos de usos residenciais no abastecimento de água normal:

- ✓ Consumo: ingestão e preparo dos alimentos;
- ✓ Higiene: necessidades básicas pessoais e limpeza doméstica, e
- ✓ Amenidades: lavagem de carros e irrigação de gramados.

Percebe-se que os dois primeiros usos interferem diretamente na saúde do indivíduo enquanto o último apresenta uma influência indireta. Thompson *et al.* (2001) sugerem ainda uma quarta categoria que incluiria os usos produtivos. Tais usos apresentam relevância em áreas pobres de países em desenvolvimento e levam em conta dessedentação de animais, construção e horticultura de pequena escala.

Uma tentativa para chegar ao consumo residencial é conhecer a desagregação da quantidade de água em seus diferentes usos. Diretrizes para o estabelecimento de uma cota *per capita* residencial de água têm sido propostas para condições específicas em países desenvolvidos. Especialmente no hemisfério Norte a investigação sobre o consumo residencial já está mais consolidada. As Tabelas 3.1 e 3.2 apresentam, para os Estados Unidos e para a Dinamarca, respectivamente, na década de 1980 uma estimativa de consumo doméstico de água.

Tabela 3.1: Estimativa de consumo residencial para os Estados Unidos em 1986  
(Dziegielewski, 1993 *apud* Tomaz, 2000 – modificado).

Consumo Interno em uma Residência	Porcentagem de consumo
Bacia Sanitária	35%
Lavagem de Roupa	22%
Chuveiro	18%
Torneiras	13%
Banhos	10%
Lavagem de Pratos	2%
Total	100%

Na Tabela 3.1 observa-se que o maior consumo de água em residências americanas ocorre nas descargas em vasos sanitários, correspondendo a 35% do consumo total de água. Considerando-se a realidade da Dinamarca percebe-se que banhos, descargas e lavagem de pratos são os usos de maior consumo, com 20% do total, cada um. Entretanto, mesmo países desenvolvidos como Estados Unidos e Suécia apresentam grande variabilidade dos volumes empregados nos diferentes usos residenciais, com o consumo total variando de 104L/pessoa/dia nos Países Baixos até 530L/pessoa/dia na Califórnia (Gleick, 1996).

Tabela 3.2: Distribuição do consumo de água por habitante, na Dinamarca  
(Jensen, 1991 *apud* Tomaz, 2000).

Desagregação do Consumo	Consumo (L/pessoa/dia)	Porcentagem (%)
Alimentação	10	5
Banhos	40	20
Higiene pessoal	20	10
Descarga na bacia sanitária	40	20
Lavagem de Roupas	30	15
Lavagem de Pratos	40	20
Lavagem de carros, jardins, lixo, etc	20	10
Total	200	100

No mesmo período, um estudo feito na cidade de Buenos Aires (Argentina) chegou a um resultado de consumo de água por pessoa por dia, conforme a Tabela 3.3. O volume total apresentado deve-se em grande parte à água para descarga. A estimativa considerou quatro usos por pessoa por dia, resultando em um consumo de 20 litros de água a cada descarga, valor superestimado mesmo para os aparelhos sanitários existentes na década de 1980. Esse uso poderia sofrer uma redução de 50% e o consumo total seria de aproximadamente 200L/pessoa/dia (Cardão, 1985).

Tabela 3.3: Usos domésticos de água na cidade de Buenos Aires (Cardão, 1985).

Usos domésticos	Volume em litros
Água para beber	1,5
Água para alimentos	4,5
Água para a limpeza da casa	50,5
Água para limpeza corporal	30,0
Água para limpeza da roupa	50,0
Água para banho	30,0
Água para descargas	80,0
Total	246,5

Infelizmente poucos são os estudos sobre a quantidade de água necessária para uso doméstico, em especial nos países em desenvolvimento. No Brasil, desde o início do século XX tenta-se chegar a um volume aproximado, considerando atividades básicas dentro da residência. Um dos primeiros estudos nesse sentido foi desenvolvido por Francisco Bicalho e publicado por F. Saturnino de Brito em 1905, indicando valores da ordem de 80 L/pessoa/dia, como mostra a Tabela 3.4.

Tabela 3.4: Valores de referência para consumos mínimos de água no domicílio propostos por Saturnino de Brito (FUNASA, 1991).

Usos Domiciliares	L/pessoa/dia
Água para bebida	2
Alimentos e cozinha	6
Lavagem de utensílios	9
Abluções diárias	5
Banho de chuveiro	30
Lavagem de roupa	15
Aparelhos Sanitários	10
Total	77

Décadas depois os manuais de instalações hidráulicas já trabalhavam com o dobro desse volume para as mesmas atividades domésticas. Segundo Bacellar (1976) e Cardão (1985) a quantidade de água, por pessoa e por dia, necessária para os vários usos domésticos é

discriminada conforme a Tabela 3.5, chegando a um volume total de 160L/pessoa/dia. Percebe-se que a banheira é o ponto de maior consumo, representando metade do volume total. Entretanto, esse não é um equipamento hidráulico sanitário comum no Brasil, o que reflete a influência de padrões estrangeiros na definição dos volumes consumidos em atividades residenciais.

Tabela 3.5: Discriminação dos usos de água no domicílio (Bacellar,1976; Cardão,1985 - modificado).

Usos domésticos	Volume em litros
Alimentação e bebida	5
Limpeza de copa	10
Lavagem de roupa	15
Chuveiro	30
Banheira	80
Bacia sanitária (duas descargas)	20
<b>Total</b>	<b>160</b>

Na busca pelo uso residencial de água, pode-se propor como padrão de consumo médio individual do brasileiro uma rotina na qual o uso do banheiro é mais intenso pela manhã, com o emprego da água para ingestão e preparo do café da manhã, banho, descarga em vasos sanitários e abluções. Ainda durante a manhã há o uso da água para as atividades domésticas de limpeza da casa, lavagem de roupas e preparo do almoço. No início da tarde há o consumo para lavagem da louça, o qual volta a ser efetivo à noite com o banho, descargas, preparo do jantar e lavagem da louça. No fim da noite há o uso da pia do banheiro para escovação de dentes e abluções, como mostra a Figura 3.5.



Figura 3.5: Emprego da água na rotina do brasileiro.

Esse comportamento reflete-se no padrão de consumo registrado pelos prestadores do serviço de abastecimento de água, que apresentam uma curva característica de demanda ao longo do dia nos sistemas de abastecimento de água das cidades brasileiras conforme a Figura 3.6.



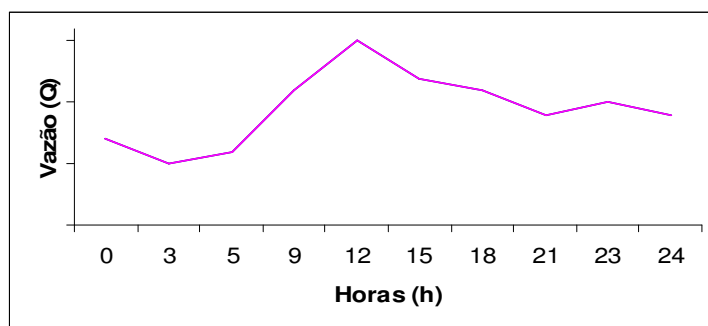


Figura 3.6: Curva de consumo médio diário de água.

A desagregação em usos internos e externos segue uma lógica empírica e, comumente, as pequenas variações não são justificadas metodologicamente. É difícil estimar o volume mínimo de água necessário para alguns usos domésticos por falta de um parâmetro único aplicável a todas as situações, indiscriminadamente. Ainda assim, buscar-se-á descrever os volumes geralmente empregados nas principais atividades domésticas, identificando a importância dos usos prioritários de água no peridomicílio e visando fundamentar, para cada um dos usos descritos, os valores empregados na literatura.

### 3.3.1 – Demanda de água para ingestão

A água é um elemento básico para o corpo humano, sendo fundamental nos processos de digestão, termorregulação, transporte e uso de nutrientes, eliminação de toxinas e produtos de excreção. Não há um sistema no corpo que não dependa da água (Kleiner, 1999). A quantidade mínima necessária para o ser humano, independente do estilo de vida e da cultura, pode ser definida como aquela suficiente para a manutenção da sobrevivência (Gleick, 1996).

Para manter os processos vitais o corpo humano requer um consumo mínimo diário de água antes que uma desidratação, moderada ou severa, ocorra. A desidratação pode ser aguda ou crônica e é devida à perda diária de água do corpo humano. Normalmente define-se desidratação como a perda de fluido referente a 1% da massa corporal. Qualquer um dos tipos de desidratação pode ser fatal e há perigo de morte quando a perda de líquido se aproxima de 10% da massa corporal (ICRP, 1975 *apud* Gleick, 1996; Kleiner, 1999).

Assim, em alguns processos como transpiração, excreção e ações involuntárias do trato respiratório o ser humano perde fluido que precisa ser repostado regularmente. White *et al.* (1972, *apud* Howard e Bartram, 2003) sugerem que 2,6 litros de água por dia são perdidos pelo trato respiratório, transpiração insensível, urina e defecação. Outra grande quantidade de líquido é perdida pela transpiração sensível. Em um clima quente uma pessoa pode transpirar de 4 a 6 litros por dia sem uma mudança nas suas atividades ou hábitos alimentares (Gleick, 1996).

A reidratação é feita com a ingestão de cerca de 4% do peso do corpo para adultos e 15% para crianças. Considerando um adulto de 70Kg isso equivale a 2,5 a 3L/dia e no caso de uma criança de 7Kg a 1L/dia (NRC, 1989). Em condições médias de temperatura a quantidade de líquido mínima necessária para repor o fluido perdido nos processos vitais é da ordem de 3L/pessoa/dia (Gleick, 1996).

Aproximadamente um terço desse fluido é devido à alimentação. Alimentos, em especial frutas e verduras, contribuem para a reposição de líquido ao organismo. A ingestão *per capita* média de água corresponde a 675mL, o consumo de leite a outros 312mL, café e chá a 360mL e outras bebidas a 420mL, perfazendo um total de consumo de 1,764L/pessoa/dia (NRC, 1989). Destaca-se também que a água ingerida junto com a comida, em especial alimentos líquidos e pastosos, pode ser suficiente para repor todo o líquido perdido. Uma avaliação atual mostra que o volume mínimo de 7,5L/pessoa/dia é suficiente para manter a hidratação e ser incorporada no preparo dos alimentos na maioria das condições (WHO, 2004).

Para melhor quantificar a necessidade fisiológica de água tentou-se associar o volume mínimo requerido com a demanda calórica do organismo. Nesse sentido, o Conselho Nacional de Pesquisa da Academia Nacional de Ciências dos Estados Unidos sugere o consumo mínimo de 1 a 1,5mL/Kcal. Como a recomendação nutricional indica uma dieta de 2.000 a 3.000Kcal para um humano adulto, a demanda diária de água seria de 2 a 4,5 litros por pessoa (NRC, 1989).

A Organização Mundial da Saúde - OMS sugere valores de 3 a 4L/pessoa/dia como padrão para ingestão e assume o valor médio de consumo de 2L/pessoa/dia para um adulto pesando 60Kg, embora esse volume varie de acordo com o clima, nível de atividade e dieta

alimentar. Esse valor pode então chegar a 3L/pessoa/dia quando somado ao consumo alimentar (WHO, 2005). Gleick (1996) sugere que em países tropicais e subtropicais, dentre os quais se inclui o Brasil, 5L/pessoa/dia são suficientes para prevenir as doenças relacionadas com a água.

Percebe-se que há uma diferenciação de gênero no consumo básico de água para ingestão. Kleiner (1999) coloca que, em média, os homens consomem um mínimo de 2,9L/pessoa/dia enquanto as mulheres necessitam de 2,2L/pessoa/dia. Essa diferença é justificada principalmente porque a quantidade de água no corpo é proporcional à massa muscular.

Segundo Kleiner (1999) crianças, mulheres grávidas, em lactação e atletas são grupos que necessitam de atenção especial. Assim, crianças com até 5kg devem consumir no mínimo 0,75 litros de água por dia e mulheres grávidas necessitam de pelo menos 30mL a mais do que as não gestantes. As mulheres grávidas apresentam um leve aumento na demanda de água para ingestão devido a processos metabólicos específicos da gravidez. Como 87% do leite materno é composto por água as lactantes também demandam cuidados especiais sendo de 750mL a 1L de água adicionais a recomendação básica. Segundo uma pesquisa realizada por Ershow *et al.* (1991 *apud* Kleiner, 1999) com mulheres de 15 a 49 anos o consumo diário de água das mulheres grávidas é, em média, 744mL e o das mulheres em lactação 720mL, contra apenas 624mL de mulheres que não se encontram nesses processos.

Ressalta-se que a demanda de água do corpo humano, por ingestão, é metabólica e, por isso, altamente variável (Kleiner, 1999). Nota-se, inclusive, que em extremas condições de trabalho pesado e elevada temperatura a necessidade de água pode chegar a 25 L/pessoa/dia (Thompson *et al.*, 2001).

Apesar da variabilidade apresentada, percebe-se que o volume necessário para a ingestão pode ser quantificado de acordo com a demanda metabólica do organismo. De forma geral, 3L/pessoa/dia é um valor recorrente na literatura e parece ser fisiologicamente justificável como um volume mínimo suficiente para a satisfação da necessidade de ingestão de água em condições normais.

### 3.3.2 – Demanda de água para preparo de alimentos

A água é essencial no preparo de grande parte dos alimentos consumidos pela sociedade atual. Entretanto, definir a quantidade de água suficiente para o preparo dos alimentos é uma tarefa difícil porque depende da dieta e da função da água no preparo da comida (Howard e Bartram, 2003). Em um estudo, Herbert (1985 *apud* Howard e Bartram, 2003) mostrou que o volume de água na comida é um importante determinante da incidência de diarreia em crianças acima de 3 anos de idade.

A maioria das culturas tem alguma forma de alimento rica em carboidratos, vegetal ou cereal como base de gênero alimentício, facilitando a identificação de uma quantidade mínima de água requerida. Considerando-se o arroz, por exemplo, pesquisas indicam que 1,6 litros de água são gastos para o preparo de 600 gramas. Uma quantidade maior de água pode ser necessária para preparar outros gêneros alimentícios, o que depende da natureza do alimento que está sendo preparado (Howard e Bartram, 2003).

Segundo Brooks e Peters (1988 *apud* Gleick, 1996) em regiões ricas estima-se que a quantidade de água usada para o preparo dos alimentos está na faixa de 10 a 50 L/pessoa/dia com a média de 30L/pessoa/dia. Em situações de escassez e emergências considera-se de 2 a 3 L/pessoa/dia como um suficiente para o preparo e limpeza dos alimentos (WHO, 2005).

Um estudo de caso feito na Califórnia com 1,2 milhões de pessoas apresentou um volume médio de 11,5 L/pessoa/dia usado para cozinhar, somados a 15 litros por pessoa por dia adicionais para lavagem de pratos (Est Bay M.U.D., 1991 *apud* Gleick, 1996). Thompson *et al.* (2001) mostram que no leste da África apenas 4,2 L/pessoa/dia são empregados para beber e preparar os alimentos quando há água encanada e menos ainda do que isso (3,8 L/pessoa/dia) quando não há rede de abastecimento.

Já considerando a água ingerida diretamente, Howard e Bartram (2003) recomendam algo entre 1,5 e 2 L/pessoa/dia para preparo dos alimentos. A demanda básica deve incluir uma quantidade de água suficiente para preparar comida que apresente algum benefício nutricional.

Das poucas pesquisas realizadas com o objetivo de identificar um volume mínimo necessário para o preparo dos alimentos percebe-se a grande variabilidade existente no consumo de água para essa finalidade específica. Além disso, observa-se que todas as situações de consumos baixos, inferiores a 10L/pessoa/dia, ocorrem em locais de escassez hídrica. Assim, independente do tipo de alimentação, Gleick (1996) afirma que 10L/pessoa/dia são suficientes para suprir as necessidades básicas de preparo dos alimentos.

### **3.3.3 – Demanda de água para higiene pessoal**

A grande importância da manutenção da higiene é a sua relação com a saúde. Vários autores, em seus estudos, apresentam evidências de que há melhoria da saúde com o aumento da disponibilidade de água. A necessidade de abastecimento de água para proteção básica à saúde excede o mínimo necessário para consumo: bebida e preparo dos alimentos (Howard e Bartram, 2003).

Tomando como referência o banho de chuveiro, 80L/pessoa/dia é um volume normalmente considerado para a higiene pessoal, já quando há uso freqüente de banho de imersão (banheira) o consumo poderá ser de até 130L/pessoa/dia (Cardão, 1985). Ressalta-se que o uso de banheiras não é culturalmente empregado pela sociedade brasileira, não sendo considerado no rol dos usos básicos residenciais. Segundo Gleick (1996), nos Estados Unidos e Europa a quantidade de água usada para banhos, padrão para países desenvolvidos, é da ordem de 70L/pessoa/dia variando entre 45 e 100L/pessoa/dia. Em países em desenvolvimento esse tipo de consumo não é comumente avaliado. Pesquisas sugerem um volume mínimo de água para um banho adequado da ordem de 5 a 15L/pessoa/dia e para uma chuveirada de 15 a 25L/pessoa/dia (Kalbermatten *et al.*, 1982 *apud* Gleick, 1996).

De outra forma, cerca de 35 litros de água por pessoa por dia eram gastos em outros usos básicos de higiene como lavagem de pratos à mão e abluções (Rocha *et al.*, 1998). Thompson *et al.* (2001) apresentam estudos mostrando que a quantidade de água usada para higiene, incluindo banho, lavagem de mãos, roupas e pratos, é sensível ao nível do serviço. Uma pesquisa realizada em três países do leste da África indicou que quando a fonte de água é fora da casa, em média 6,6L/pessoa/dia são usados para lavar pratos e

roupas e 7,3L/pessoa/dia para banho. Já quando há abastecimento de água interno à residência a média de consumo é de 16,3L/pessoa/dia para lavagem de prato e roupas e 17,4L/pessoa/dia para banho. Como já foi visto, os autores sugerem que a fonte de água fora da casa representa impacto negativo na higiene pessoal e do domicílio.

A Organização Mundial da Saúde recomenda entre 6 e 7L/pessoa/dia para higiene pessoal e de 4 a 6 litros por pessoa por dia para lavagem de roupas (WHO, 2005). Segundo Vimieiro e Pádua (2005) o consumo de água para fins de higiene pessoal está entre 65 e 75% do total de água utilizada no domicílio. Assim, para a manutenção da higiene pessoal Gleick (1996) recomenda como valor de referência 15L/pessoa/dia para atender às necessidades básicas diárias.

### **3.3.4 – Demanda de água para aparelhos sanitários**

Para a NBR 5626/1998 aparelho sanitário é um componente destinado ao uso de água ou ao recebimento de dejetos líquidos ou sólidos. Incluem-se nessa definição bacias sanitárias, pias e lavatórios (ABNT, 1998). Então, os aparelhos sanitários são destinados ao uso da água para fins higiênicos ou para receber excretas e/ou águas servidas (Creder, 1984). Em 1985, Cardão relata que a capacidade de uma caixa sanitária varia entre 15 e 20 litros. Com o passar do tempo outros modelos passaram a usar de 10 a 12L de água na descarga do vaso sanitário, sendo que os modelos mais modernos consomem menos de 7 litros (OPAS, 1999).

Seguindo um padrão internacional o governo Federal, por meio do Ministério das Cidades, deu início ao Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H que tem como um dos seus Programas Setoriais de Qualidade - PSQs, o acompanhamento das caixas de descarga. O objetivo é garantir o desempenho satisfatório desse equipamento sanitário de acordo com normas técnicas e com o volume de descarga em torno de 6 litros de água, em consonância com os programas de uso racional da água, são os chamados vasos sanitários de descarga reduzida – VDRs (Brasil, 2006).

Um estudo realizado com exemplares de sete fabricantes brasileiros de louças sanitárias por meio do testes em laboratório, em campo e aplicação de questionário para avaliar a resposta dos usuários ao funcionamento de VDRs concluiu que as bacias brasileiras devem

contemplar um volume de descarga um pouco superior a 6 litros, ou seja, 6,8 litros para que a remoção e transporte de sólidos seja eficiente, evitando o duplo acionamento da descarga. Destaca-se que os volumes efetivamente empregados em campo são dependentes das condições hidráulicas do sistema de instalação predial de água fria das residências (Ilha *et al.*, 2002). Assim, os ensaios para a verificação do funcionamento das bacias sanitárias devem ser realizados com volume de descarga de 6,8 litros, admitindo-se uma variação de mais ou menos 0,3 litros para as bacias convencionais (TESIS, 2006).

Para os serviços sanitários, embora seja mais difícil mensurar, é possível definir um volume mínimo de água requerido. Existe uma relação direta entre esse tipo de consumo e a disponibilidade de água limpa, a existência de serviços sanitários adequados e a melhoria da saúde. Ainda assim, a limpeza das latrinas e lavagem de mãos depende grandemente da tecnologia empregada (WHO, 2005).

Muitas pesquisas têm mostrado vantagens claras à saúde com o acesso a instalações sanitárias. Em locais onde historicamente há disponibilidade de água, um grande volume é gasto nos aparelhos sanitários, chegando até a 75L/pessoa/dia ou mais (Gleick, 1996). Entretanto, mesmo representando um dos maiores consumos dentre os usos residenciais, o volume empregado em descargas de vasos sanitários em duas cidades da Inglaterra foi aproximadamente 30 litros *per capita* (Rocha *et al.*, 1998).

Existem alternativas que não usam água para afastar os rejeitos humanos, mas além de não serem culturalmente bem aceitas dois fatores levam à sua não aplicação: identificam-se benefícios adicionais à saúde quando 20L/pessoa/dia de água são usados para eliminar as excretas e, onde os fatores econômicos não são limitantes a preferência é fortemente para tecnologias que empregam água (Gleick, 1996).

Logo, embora dependa fortemente da tecnologia empregada e de hábitos e costumes, considera-se como satisfatória a disponibilidade de água de 20 a 30L/pessoa/dia para uso sanitário, que seria o volume correspondente a 3-5 descargas por pessoa durante o dia. Destaca-se que esse uso é altamente variável por ser também dependente de aspectos fisiológicos e climáticos, dentre outros.

### 3.3.5 – Demanda de água para outros usos

Há outros usos da água, externos ao domicílio, que não apresentam relação direta com a saúde, mas que possuem importância significativa no bem estar das pessoas e, muitas vezes, configuram-se como necessidades. Esses usos são chamados de amenidades e representam a quantidade de água usada para irrigação de jardins, gramados e pequenas hortas de subsistência, além de lavagem de carros (Howard e Bartram, 2003). No leste da África registrou-se um consumo de água para as amenidades de 4,4L/pessoa/dia quando havia ligação de água domiciliar e apenas 0,3L/pessoa/dia quando não havia pontos de água dentro da residência (Thompson *et al.*, 2001).

Segundo a Organização Mundial da Saúde, valores padrão para hortas de subsistência são de 3 a 6 L/m<sup>2</sup>/dia. Já para pequenas criações de animais, 20L/cabeça/dia seriam suficientes (WHO, 2005). De acordo com Bacellar (1976) e Macintyre (1990) a rega de jardins demanda 1,5 L/dia por metro quadrado de área. Em cidades da Inglaterra estima-se que de 2,2 a 3,8L/pessoa/dia sejam gastos com rega de jardins somados a outros 0,3 L/pessoa/dia para irrigação de gramados (Rocha *et al.*, 1998).

A lavagem de roupas consome cerca de 2 a 4 litros por pessoa por dia, enquanto o emprego de máquina de lavar eleva esse consumo à faixa de 7 a 9L/pessoa/dia, isso porque a lavagem de roupa na máquina pode requerer de 50 a 120L de água.. Lavanderias demandam 30L/dia por quilo de roupa seca (Bacellar, 1976; Rocha *et al.*, 1998).

O volume gasto com a lavagem de automóveis deve considerar a forma de lavagem: com balde, com mangueira ou mista. Para obter o consumo de água deve-se conhecer o consumo médio com cada tipo de lavagem e a frequência de lavagem do automóvel (Oliveira e Lucas Filho, 2003). De forma geral, considera-se que para lavar um carro são necessários 90L de água (OPAS, 1999). Levando em conta o consumo *per capita*, Rocha *et al.* (1998) apresentam resultado de pesquisa feita em duas cidades da Inglaterra nas quais o consumo para lavagem de automóveis com mangueira e com balde variou de 0,05-0,1 L/pessoa/dia e de 0,3 a 0,4 L/pessoa/dia, respectivamente.



Dessa forma, percebe-se que apesar da variabilidade há uma indicação do volume mínimo a ser empregado em cada um dos usos domésticos básicos de água perfazendo um total de 55L/pessoa/dia, conforme esquema:

- Ingestão: 3L/pessoa/dia
- Preparo dos alimentos: 7L/pessoa/dia
- Higiene: 15L/pessoa/dia
- Serviços sanitários: 20L/pessoa/dia
- Outros usos: 10L/pessoa/dia

Gleick (1996) indica que 50L/pessoa/dia são suficientes para suprir as necessidades básicas de ingestão, higiene, serviços sanitários e preparo dos alimentos e recomenda que esse acesso seja garantido independente do status político, social ou econômico do indivíduo. A Agenda 21 propõe um fornecimento de 40 litros de água tratada por dia, por pessoa para ambientes urbanos (CNUMAD, 1992).

Avalia-se que as necessidades básicas humanas seriam satisfeitas com, no mínimo, 20L/pessoa/dia para fontes com até 1km de distância dos usuários. Entretanto, esse limite mostra primariamente a questão do acesso não apresentando uma evidência que tal volume seria o recomendado para uso doméstico (WHO/UNICEF, 2000). De acordo com Well (1998 *apud* Howard e Bartram, 2003) a quantidade mínima necessária de água deve ser 20L/pessoa/dia independente da distância e da influência de fatores locais.

Além disso, tratando-se de quantidade mínima necessária de água, em situações de escassez ou emergência, é possível estabelecer uma hierarquização natural entre os usos domésticos, conforme Figura 3.7. Os usos higiênicos e amenidades são os mais penalizados em situações de escassez. Independente da situação de emergência, a Figura 3.7 dá uma idéia da prioridade dos usos residenciais, colocando os usos essenciais como ingestão no topo da pirâmide.

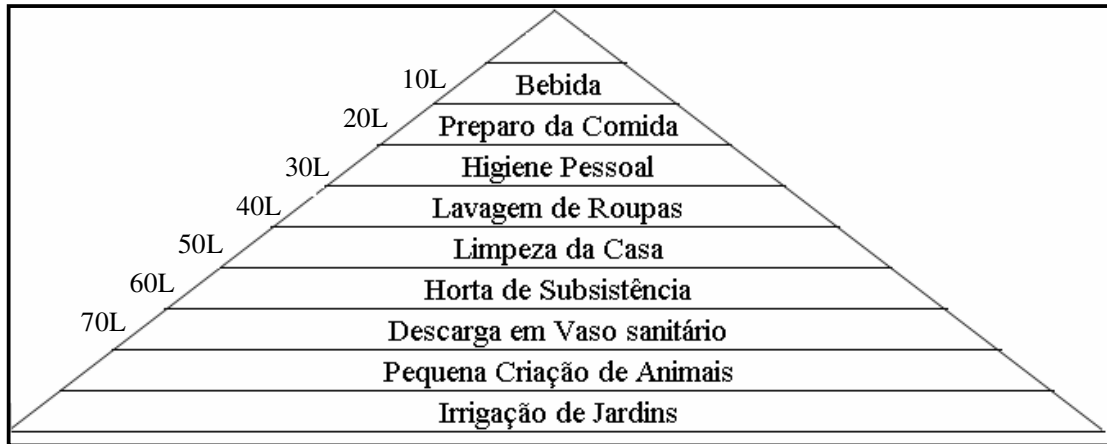


Figura 3.7: Hierarquia da demanda doméstica de água (WHO, 2005 - modificado).

Embora haja um aumento da consciência com relação à importância da água para suprimento das necessidades vitais e de higiene pessoal, a população ainda mostra-se despreparada frente ao uso racional da água. De acordo com uma pesquisa de opinião feita pelo Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística - IBOPE com 1001 pessoas em 207 municípios do Brasil sobre a visão dos brasileiros a respeito da água, 55% da população afirma que o consumo de água residencial poderia ser menor (IBOPE, 2007).

Destaca-se que 61% da população acreditam que o setor residencial é o que mais desperdiça água e esse desperdício é visto por 47% dos entrevistados como o principal fator para o agravamento do problema de acesso à água no País. As pessoas indicam medidas economizadoras como reduzir o tempo de banho, fechar a torneira para escovar os dentes, não lavar a calçada com mangueira e lavar a roupa toda de uma só vez como formas de reduzir o consumo de água na residência e evitar as perdas. Além disso, 85% dos entrevistados estariam dispostos a utilizar uma quantidade menor de água em suas casas (IBOPE, 2007).

A percepção social de que há um grande gasto de água com o banho é confirmada pelas poucas pesquisas realizadas sobre o padrão de consumo residencial, de acordo com a Figura 3.8, que mostra que de 28 a 54% de toda a água da residência é consumida no chuveiro. Outros estudos colocam ainda que o banheiro é o ponto de consumo mais crítico do domicílio, sendo responsável por 65 a 75% do total da água utilizada (Vimieiro e Pádua, 2005). Nesse sentido, 43% das pessoas entrevistadas disseram gastar até 5 minutos

no banho, 39% demoram de 6 a 10 minutos e 11% afirmaram demorar de 11 a 15 minutos no chuveiro (IBOPE, 2007).

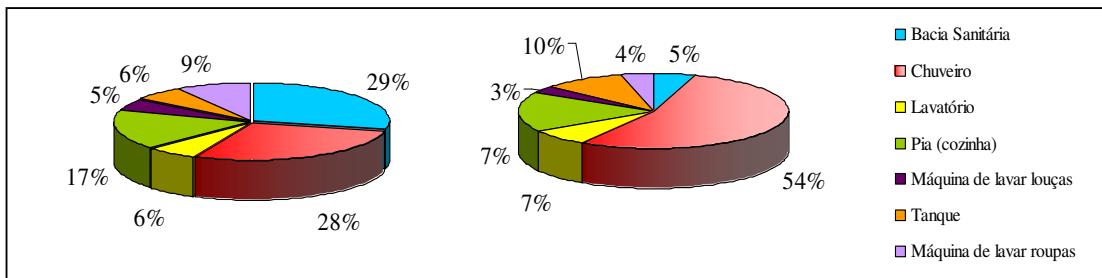


Figura 3.8: Padrão de consumo residencial de água: (a) Pesquisa USP; (b) Pesquisa do IPT (DECA, 2007- Modificado).

O aumento de consumo pode ser de mais de 30% de um banho com duração de 5 minutos para outro com 10 minutos de duração, como é possível perceber pela Tabela 3.6 (DECA, 2007).

Tabela 3.6: Volume de água gasto em banhos de diferentes durações (DECA, 2007 - modificado).

Ponto de consumo	Tempo (Min.)	Baixa Pressão	Alta Pressão	Aplicando Dispositivos Economizadores de Água
		2 a 10 m.c.a. Residência/Sobrado	10 a 40 m.c.a. Apartamento/Indústria	
Chuveiro	5	75 L	100 L	70 L
	10	150 L	120 L	140 L
	15	225 L	300 L	210 L

Dessa forma, percebe-se que o conhecimento do padrão de consumo residencial propicia a identificação de oportunidades de melhorias comportamentais que levem ao uso de um menor volume de água para realização das mesmas ações. Assim, na busca pela cota *per capita* mínima de água, suficiente para atender às necessidades básicas da população, deve-se recorrer a outros artifícios que não a simples medida. Para chegar ao mínimo é preciso analisar onde é possível reduzir o consumo existente a um ponto que não cause problemas à saúde dos indivíduos.

### 3.4 - FATORES QUE INTERFEREM NO CONSUMO *PER CAPITA* DE ÁGUA

A avaliação do projetista ao definir uma cota *per capita* domiciliar é de que esse volume de água deve ser suficiente para suprir os diferentes usos na localidade em estudo levando em conta os fatores que influenciam no consumo. Vários são os aspectos que podem afetar o gasto de água na residência ou no peridomicílio, tais como: condições climáticas, hábitos de higiene, cultura e estilo de vida, dieta alimentar, renda da população, natureza e tamanho da cidade, disponibilidade de recursos, proximidade da água do domicílio, forma de acesso, medição de consumo, pressão na rede, tecnologia e riqueza, dentre outros (Gleick, 1996).

Esses fatores podem ser agrupados em grandes classes como: características culturais da comunidade; características físicas (temperatura do ar, intensidade e frequência das precipitações, sazonalidade, etc); características da habitação (área construída, número de habitantes, etc); características do abastecimento (pressão na rede, qualidade da água, etc); forma de gerenciamento do sistema (micromedição, tipo de abastecimento, tarifas, etc), e renda familiar (Tsutiya, 2005).

Alguns dos fatores citados implicam em uma redução real do volume de água consumido individualmente nos usos domésticos, como é o caso das características físicas e da habitação, porque afetam a necessidade de água de cada pessoa. Já a renda, características do abastecimento e formas de gerenciamento, como distância da fonte e padrão de ligação, influenciam no consumo mas não implicam na menor ou maior necessidade de água para uso doméstico, apenas limitam o uso mas não reduzem a demanda.

Quanto às características físicas observa-se que a influência do clima no consumo é marcante em função da temperatura e da sensação térmica. Em regiões mais quentes, assim como em locais com menor umidade, o consumo de água é maior. Pesquisas realizadas no México, na década de 70, mostram que o consumo *per capita* de água pode até dobrar de um clima frio e úmido para um clima tropical muito seco (CETESB, 1976). Um relatório do Banco Mundial apresenta a variação de consumo de água para usos domésticos na zona rural em função do clima e da forma de acesso à água para países em desenvolvimento, como mostra a Tabela 3.7. A partir desses valores observa-se que a cota *per capita* pode aumentar até quatro vezes de um clima úmido para um clima seco, independente do tipo de

fonte de abastecimento, embora a facilidade da ligação domiciliar leve a maiores consumos (Okun e Ernst, 1987 *apud* Gleick, 1996).

Tabela 3.7: Uso doméstico da água na zona rural por tipo de clima e fonte (Okun e Ernst, 1987 *apud* Gleick, 1996 - modificado).

Zona Climática	Fonte coletiva de água (L/pessoa/dia)	Ligação domiciliar (L/pessoa/dia)
Úmida	10 a 20	20 a 40
Média	20 a 30	40 a 60
Seca	30 a 40	60 a 80

O verão é a estação do ano que corresponde ao maior consumo de água porque há uma alteração no metabolismo dos organismos, implicando na elevação da demanda, para manter as atividades vitais características. Além disso, há o aumento do número de banhos e outros usos como rega de jardins na busca pela manutenção do conforto térmico. O índice pluviométrico interfere no consumo fazendo com que ele seja menor em locais onde chove menos durante o ano (Tsutiya, 2005).

No Brasil, país de dimensões continentais, diferenças climáticas e, sobretudo, regionais também influenciam a definição da cota *per capita*. Ao contrário do esperado, ainda na década de 1970, dados nacionais apresentavam valores de 90L/pessoa/dia na região Nordeste, mais quente, e 150L/pessoa/dia na região Sul, que apresenta temperaturas mais amenas (Azevedo Neto *et al.*, 1973). Dados recentes, do Sistema Nacional de Informações em Saneamento - SNIS de 2005, confirmam esse padrão, como pode ser visto na Figura 3.9, demonstrando a maior influência de aspectos sócio-econômicos em detrimento dos aspectos climáticos.

Com as informações da Figura 3.9, observa-se que a região Sudeste é a que possui maior consumo médio *per capita*, sendo o Rio de Janeiro o único estado do país a apresentar um consumo superior a 200L/pessoa/dia. A região Nordeste, por sua vez, apresentou os menores consumos, inferiores a 100L/pessoa/dia nos estados de Pernambuco, Piauí e Alagoas.

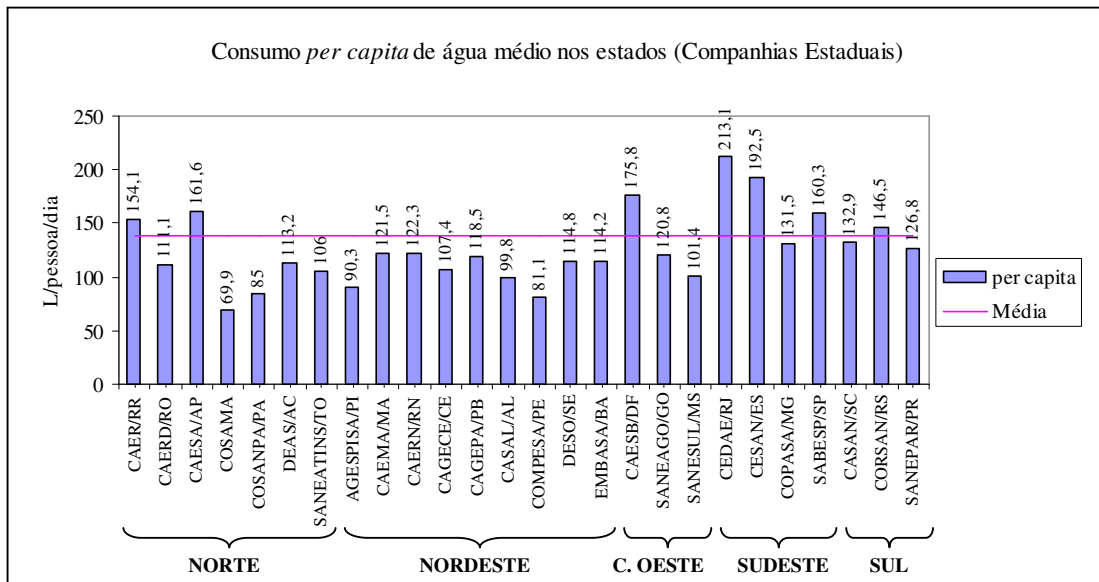


Figura 3.9: Consumo médio *per capita* de água, em L/pessoa/dia, segundo prestadores de serviço de abrangência regional (SNIS, 2005).

As desigualdades regionais e sociais brasileiras refletem-se nas carências dos serviços de abastecimento de água que são muito maiores nos estados do Norte e Nordeste, regiões mais pobres (Pereira e Baltar, 2000). De acordo com Carlos (2004), o Nordeste brasileiro apresenta um regime de chuvas mal distribuído, ao longo do ano e ao longo do seu território, fazendo com que as demandas sejam ampliadas e haja constantes problemas de escassez de água doce. Destaca-se, entretanto, que a maior influência do baixo acesso à água nos estados do Norte e Nordeste é a falta de infra-estrutura dos equipamentos de saneamento para atender à população.

Tal situação é comprovada pelos percentuais de cobertura e pelo número de domicílios atendidos pelo serviço de abastecimento de água, que variam expressamente segundo a região e a faixa de rendimento da população. Os maiores déficits estão associados às classes sociais mais pobres e o confronto regional mostra que a Região Sudeste detem o maior percentual de atendimento. Por sua vez, na região Norte apenas 55,2% das habitações possuem rede geral de água (Brasil, 2004a).

O nível sócio-econômico da população interfere, direta ou indiretamente, na utilização da água no domicílio. Observa-se que uma família em um bairro residencial de alta renda consome muito mais água do que uma outra com o mesmo número de habitantes em um bairro de baixa renda (CETESB, 1976; Bacellar, 1976).

Um estudo realizado por Campos e von Sperling (1997 *apud* von Sperling *et al.*, 2002) em nove bairros de Belo Horizonte, com distintas classes sociais, apontou uma forte correlação entre o consumo residencial de água e a renda *per capita*, chegando até a Equação 3.3 por meio de análises de regressão. Essa Equação demonstra que quanto maior a renda familiar, em salários mínimos, maior o consumo *per capita* de água.

$$C(L/ pessoa/ dia) = \frac{Renda(S.M.)}{0,021 + 0,003x Renda(S.M.)} \quad (\text{Equação 3.3})$$

Cardão (1985) indica que moradores de casas modestas consomem 45L/pessoa/dia, moradias de nível médio demandam 120L/pessoa/dia e residências de luxo necessitam de 210L/pessoa/dia. A Companhia de Água e Esgoto do Rio Grande do Norte – CAERN adota, de forma geral, para a cidade de Natal o valor de 250L/pessoa/dia, com uma variação de 120 a 150L/pessoa/dia para as áreas socioeconômicas mais desfavoráveis e de 350 a 400L/pessoa/dia para as áreas nobres, representando uma variação de até 70% no consumo entre as classes sociais (Oliveira e Lucas Filho, 2003).

Oliveira e Lucas Filho (2003), buscando a caracterização socioeconômica do consumo *per capita* de água na cidade de Natal, encontraram para residências unifamiliares valores de 247L/pessoa/dia para a classe socioeconômica A e 110L/pessoa/dia para a classe socioeconômica E, comprovando a correlação positiva entre a renda e consumo de água. Para unidades multifamiliares, correspondentes a prédios de apartamentos, a cota *per capita* variou de 272L/pessoa/dia na classe econômica A até 145L/pessoa/dia para a classe socioeconômica C. Tal pesquisa mostrou ainda que mais de 95% desses volumes são gastos com o consumo interno e apenas pequenas quantidades destinam-se a uso externo como rega de jardins e lavagem de automóveis.

Dessa pesquisa observa-se um maior consumo *per capita* de água em apartamentos do que em casas. Isso pode indicar a existência de desperdício e perdas nos prédios que, pelo padrão de habitação residencial multifamiliar, deveriam apresentar um consumo menor em função do compartilhamento de estruturas como jardins e piscinas, de não existirem áreas externas como quintais ou mesmo criação de animais.

Howard e Bartram (2003) sugerem que, nos locais onde a água é comprada, o preço do serviço, expresso pela tarifa, é também um fator limitante dos volumes usados. Em uma perspectiva econômica observa-se que, para um bem normal como a água há uma redução percentual do consumo com os aumentos de tarifa. A literatura é, entretanto, muito escassa nesse aspecto. No Brasil, apenas doze das vinte e cinco empresas de saneamento com abrangência regional apresentam receitas superiores às despesas fazendo com que haja ao longo dos anos um aumento real e expressivo das tarifas cobradas pelo abastecimento de água (SNIS, 2005).

Contrariamente, Cairncross e Kinnear (1992 *apud* Howard e Bartram, 2003) mostraram que o custo da água comprada em Khartoum, Sudão, não implicou em uma redução significativa da quantidade consumida. Entretanto, eles sugerem que em comunidades pobres, onde um aumento na proporção da renda doméstica pode afetar a aquisição de bens, o alto custo da água pode inclusive contribuir para a subnutrição.

Confirmando o impacto da renda no consumo, de acordo com a realidade brasileira, as classes sociais menos atendidas pelos serviços de abastecimento possuem rendimentos abaixo de 2 salários mínimos por mês. Em contrapartida, as famílias com renda superior a 10 salários mínimos possuem índices de atendimento pelos serviços de abastecimento de água próximos à universalização (Brasil, 2004a).

Observa-se que em todas as sociedades a água tem um preço que para os mais pobres varia de 5 a 20% da renda e na maioria dos países industrializados não passa de 3% da renda das famílias de classe média (Tundise, 2003 *apud* Vimieiro e Pádua, 2005). Da prática sabe-se ainda que se a água não tiver um preço adequado haverá o desperdício. Entretanto, especialmente no Brasil que só agora passou a ter uma Política Nacional de Saneamento, falta regulação ao setor para evitar que os custos associados à água potável tornem-na inacessível às populações de baixa renda (Selborne, 2002).

Entretanto, o Brasil não é o único a apresentar problemas em função das diferenças sociais. Um estudo das desigualdades na América Latina e Caribe mostrou que as famílias mais pobres gastam proporcionalmente 4 vezes mais com os serviços de abastecimento de água do que as famílias ricas, mas a cobertura dos serviços é maior para as famílias de renda mais alta (OPAS, 2001).



Outra constatação é de que onde existe baixo desenvolvimento humano, medido pelo Índice de Desenvolvimento Humano - IDH, existe também precariedade nos serviços de abastecimento de água. Países com baixo produto interno bruto – PIB também apresentam menores índices de cobertura do que os países com maior riqueza, sendo o consumo domiciliar dos países de renda elevada maior do que os de renda média e baixa (Brasil, 2005).

Aspectos como a quantidade de cômodos, tempo de moradia, idade do chefe do domicílio, dentre outros podem ser indicativos do número de pessoas e do grau de riqueza da família, apresentando uma correlação positiva com o consumo de água (Melo e Jorge Neto, 2005). Isso denota que, quanto maior o nível de renda ou o poder econômico, maior o consumo de água, em virtude do emprego de equipamentos domésticos como máquinas de lavar roupas e pratos, lavagem de automóveis, manutenção de piscinas e vários outros usos que visam trazer conforto.

O padrão construtivo e o porte do imóvel são outros fatores que podem interferir na determinação da cota *per capita*. Para vilas, considera-se suficiente adotar 100L/pessoa/dia e em sistemas destinados a pequenas comunidades é admissível adotar até 60L/pessoa/dia (FUNASA, 1991). Segundo Creder (1984) e Macintyre (1990) na falta de informações, adota-se o consumo estimado de 200L/pessoa/dia para residências e edifícios de apartamentos e 120 a 150L/pessoa/dia para residências populares e rurais.

Um estudo realizado em 33 províncias rurais do Irã mostrou uma correlação significativa entre o consumo *per capita* de água e os aspectos de tamanho da casa e idade do chefe da família. Foi verificado que quanto menor o tamanho da casa menor o consumo o que faz com que o aumento no consumo seja melhor explicado pelo crescimento do número de casas do que pelo crescimento da população. O consumo também foi maior nas casas onde o chefe da família era mais velho (Keshavarzi *et al.*, 2006).

Há grandes diferenças no uso de água entre as zonas urbana e rural de um município. Considera-se como pouco significativo o consumo doméstico da área rural porque os volumes demandados são pequenos e geograficamente dispersos. Assim, as previsões de cotas *per capita* para as zonas rurais são bem menores do que para os núcleos urbanos,

devido às diferenças de estilos de vida e padrões de consumo (Setti *et al.*, 2001). Soma-se a isso, o fato de que para níveis similares de consumo, as populações urbanas têm melhor acesso à água do que as rurais (OPAS, 2001). Esse padrão confirma a influência da desigualdade social no acesso às estruturas de saneamento e a maior carência do saneamento básico nos ambientes rurais. Por outro lado, reflete as diferenças na forma de uso da água, que é muito mais racional na zona rural, com reaproveitamento dos recursos e um uso mais econômico.

A Tabela 3.8 mostra a variação de consumo doméstico em áreas rurais de países em desenvolvimento. Percebe-se que nas regiões mais pobres do mundo, como África e Ásia, os consumos das áreas rurais são inferiores tanto à média dos países em desenvolvimento quanto à média das zonas urbanas, que é de aproximadamente 200L/pessoa/dia. Embora existam diferenças significativas no uso doméstico da água na zona rural, o consumo reduzido não significa que as necessidades básicas sejam menores.

Tabela 3.8: Consumo médio diário, em Litros/pessoa/dia, para áreas rurais de países em desenvolvimento (OMS, 2000 *apud* Setti *et al.*, 2001).

Região	Mínimo	Máximo
África	15	35
Sudeste da Ásia	30	70
Pacífico Ocidental	30	95
Mediterrâneo Oriental	40	85
Argélia, Marrocos, Turquia	20	65
América Latina e Caribe	70	190
Média mundial para países em desenvolvimento	35	90

A natureza da cidade - turística, industrial, residencial, comercial – pode influenciar no padrão de consumo de água. Sabe-se que cidades tipicamente residenciais, vilas, cidades satélite e conjuntos habitacionais apresentam um menor consumo *per capita* de água. Por outro lado, o crescimento da cidade implica em aumento da quantidade de água demandada porque o consumo deixa de ser tipicamente residencial e passa a atender ao comércio, setor público e de pequenas indústrias (CETESB, 1976, Tsutiya, 2005).

A influência do porte populacional no consumo *per capita* de água é sentida desde a década de setenta. Indicações da Fundação SESP (Serviço Especial de Saúde Pública – Ministério da Saúde) apresentavam diferentes valores de acordo com o porte da localidade. Projetos para cidades com população até 3000 habitantes consideravam 90L/pessoa/dia e

idades com até 7500 habitantes, 132L/pessoa/dia. Além disso, segundo Garcez (1969), consumos registrados para a cidade de São Paulo mostram uma evolução crescente ao longo do tempo, com variações de 250L/pessoa/dia na década de trinta até 400L/pessoa/dia na década de 60, o que não se confirma hoje.

Da década de 70 até hoje houve uma alteração na tendência acentuadamente crescente da cota *per capita* com o incentivo contínuo à redução dos desperdícios e das perdas. Destaca-se que a tecnologia empregada, bem como a mudança nos equipamentos hidrosanitários e o aumento do número de pontos de água dentro da residência são fatores determinantes na mudança do padrão de consumo apresentado.

A influência do porte da cidade na determinação da cota *per capita* de água é destacada em vários manuais básicos para projetos e comumente apresenta-se uma tendência crescente, conforme a Tabela 3.9.

Tabela 3.9: Demandas médias de água para cidades brasileiras (Barros *et al.*, 1995).

Cidades	População (habitantes)	Consumo médio <i>per capita</i> (L/pessoa/dia)
Menores	Até 5.000	100 a 150
Pequenas	5.000 a 25.000	150 a 200
Médias	25.000 a 100.000	200 a 250
Maiores	Acima de 100.000	250 a 300

Von Sperling (1995), a partir de uma revisão de literatura, apresenta a Tabela 3.10 com valores típicos de cotas *per capita* de água para populações dotadas de ligações domiciliares. As diferenças entre as tabelas limitam-se à classificação do porte da localidade, ficando os consumos estimados nas mesmas faixas, com pequenas variações.

Tabela 3.10: Consumo *per capita* de água (Von Sperling, 1995).

Porte da comunidade	Faixa da população (habitantes)	Consumo <i>per capita</i> (L/pessoa/dia)
Povoado rural	< 5.000	90 a 140
Vila	5.000 a 10.000	100 a 160
Pequena localidade	10.000 a 50.000	110 a 180
Cidade média	50.000 a 250.000	120 a 220
Cidade grande	>250.000	150 a 300

Na prática, Magalhães *et al.* (2001) buscando uma estimativa de consumo *per capita* em comunidades atendidas pela SABESP, calcularam o consumo efetivo, aquele isento de

perdas, para 83 sistemas de abastecimento de água com população abastecida variando de 80 a 113.000 habitantes para o período de 1998 a 2000 e não encontraram uma correlação entre o porte da população e o consumo *per capita*, como mostra a Tabela 3.11. O estudo apresentou consumo médio *per capita* de 199L/pessoa/dia sendo o índice de perdas de 35% e um consumo efetivo de 129L/pessoa/dia.

Tabela 3.11: População versus consumo efetivo *per capita* (Magalhães *et al.*, 2001).

Faixa de população (habitantes)	Consumo per capita (L/pessoa/dia)
< 2.000	130
2.000 - 10.000	125
10.000 - 50.000	133
50.000 - 120.000	128

O tipo de fornecimento também é determinante no consumo *per capita* de água. Assim, chafarizes ou torneiras públicas, pontos de água coletivos próximos às residências, devem fornecer um máximo de 50L/pessoa/dia e um mínimo de 30L/pessoa/dia (FUNASA, 1991). A forma de acesso e a proximidade da água do peridomicílio influenciam no padrão de consumo da população fazendo com que esse aumente sensivelmente quando há ligação domiciliar.

A relação inversa entre distância da fonte e o consumo doméstico é mostrada na Tabela 3.12, que apresenta os valores de cotas *per capita* para fontes a mais ou menos de um quilômetro da residência, com ligações domiciliares ou públicas. Longas distâncias ou dificuldades no acesso à água inibem o gasto desse recurso gerando um menor consumo e podendo comprometer a higiene e saúde familiar (Gleick, 1996).

Tabela 3.12: Uso doméstico da água segundo distância da fonte (Gleick, 1996 - modificado).

Fonte de água	Uso da água (L/pessoa/dia)
Ligação Pública a mais de 1 km da residência	> 10
Ligação Pública a menos de 1 km da residência	20
Ligação Domiciliar – encanamento simples	60 a 100
Ligação Domiciliar – urbana, com jardins	150 a 400

Percebe-se com a Tabela 3.12 que o acesso, representado tanto pela proximidade do ponto de água quanto pelo tipo de ligação, pode levar a uma grande variação no consumo. Em comunidades rurais, nas quais a água é adquirida com dificuldade em fontes distantes da residência, chega-se a níveis mínimos de consumo sem que isso signifique uma menor

demanda por água. Por outro lado, a grande facilidade de acesso nos núcleos urbanos pode induzir a desperdícios e ao mau uso da água.

Cairncross (1993, *apud* Howard e Bartram, 2003) mostrou que em Moçambique o consumo de água foi de 12,3L/pessoa/dia quando havia uma torneira pública a 15 minutos das residências e de apenas 3,2L/pessoa/dia quando a população tinha que buscar a água a mais de 5 horas de caminhada. Sugere-se que o comportamento do consumo se dê conforme a Figura 3.10. Até 5 minutos de caminhada ou 100 metros de distância a quantidade de água consumida diminui acentuadamente com a distância. De 5 a 30 minutos há um patamar de consumo de aproximadamente 12L/pessoa/dia. Para tempos maiores de viagem há um novo decréscimo chegando à coleta de água apenas para a manutenção da sobrevivência.

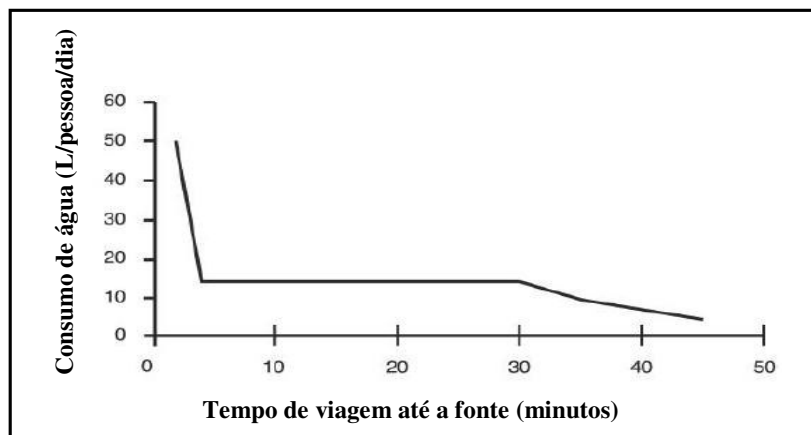


Figura 3.10: Relação entre o tempo de viagem e o consumo doméstico de água (Cairncross e Feachem, 1993 *apud* WHO, 2005 - modificado).

A qualidade da água fornecida à população tem uma grande influência no consumo residencial. Água com aspecto inadequado, com presença de cor, turbidez ou sabor, pode inibir o consumo levando os usuários a procurarem por outras fontes de água, aumentando assim os riscos de adquirir doenças de veiculação e origem hídrica (Howard e Bartram, 2003).

A existência de outros sistemas de saneamento, como a rede coletora de esgoto, também influencia no consumo residencial de água porque o usuário deixa de ter a preocupação com a capacidade do seu sistema individual de disposição, como as fossas (Tsutiya, 2005).

Destaca-se que regiões que passam a contar com redes coletoras de esgotos apresentam um aumento no consumo de água quando comparadas à situação anterior à implantação do sistema (Fernandes Neto *et al.*, 2004).

Características do abastecimento como a pressão na rede de água pode impactar o consumo. As redes de distribuição devem trabalhar com pressões tão reduzidas quanto possível. Pressões elevadas induzem a maiores cotas *per capita* porque favorecem vazamentos e perdas de água. Por sua vez, as perdas implicam na necessidade de uma maior produção para atender à mesma demanda (Von Sperling, 1995; Tsutiya, 2005).

Aspectos operacionais como a presença de micromedidores exercem grande influência no consumo *per capita* de água. Observa-se um maior consumo sempre que não há medição e cobrança pela água fornecida. O volume de água pode até dobrar quando não são instalados hidrômetros ou limitadores de consumo (CETESB, 1976). Há experiências no Brasil, África e Estados Unidos de implantação de micromedidores em prédios de apartamentos resultando em uma redução média de consumo da ordem de 30% (Tomaz, 1999).

Diferentes populações podem ter necessidades e prioridades específicas no uso da água. Os hábitos e a cultura, bem como tradições religiosas, de uma população são fatores que podem determinar a quantidade mínima de água necessária para a satisfação das necessidades humanas, sendo responsáveis pela variação em usos como abluções antes de orações, banho, lavagem de pisos, irrigação de jardins, etc (WHO, 2005). Entretanto, isso é extremamente difícil de mensurar e quantificar. Não há um padrão único e as variações ocorrem não apenas entre continentes ou países e sim dentro de uma mesma cidade ou comunidade.

Destaca-se que os fatores aqui apresentados não atuam individualmente. As influências sobre o consumo de água domiciliar são decorrentes de um conjunto diferenciado de fatores e da interação entre eles. Assim, só é possível apontar tendências provenientes desses fatores, que podem ou não se confirmar em um estudo de campo, quando as influências se somam.

A análise de todas essas questões passa a ser mais cultural do que técnica, as diferenças percebidas são fruto de hábitos e favorecidos por diferenças sociais, climáticas e mesmo religiosas. A grande variabilidade encontrada nos consumos per capita em diferentes regiões do mundo indicam a grande relação existente entre o uso da água e aspectos culturais e de comportamento (Keshavarzi *et al.*, 2006).

Por outro lado, essas grandes variações culturais, o desconhecimento sobre a real demanda doméstica e o impacto econômico do uso da água em atividades industriais e agrícolas geram fatores conflitantes, fazendo com que seja difícil formular princípios éticos de caráter universal. Grande parte do problema consiste exatamente em determinar a quantidade de água que deve ser empregada para uso doméstico, agricultura e indústria, além daquela necessária para manter os ecossistemas. Isso tem feito com que a indisponibilidade de água, em muitas regiões do planeta, seja considerada como um limitante ao desenvolvimento social e econômico (Selborne, 2002).

Ainda assim, é importante que o consumo se pautem em princípios éticos para evitar conflitos entre os usos. Uma relação ética no uso da água depende de várias condições básicas como a priorização do uso humano, garantia à equidade no acesso, suprimento de água em quantidade e qualidade adequados, além da adequação das tecnologias e práticas adotadas à cultura local (Selborne, 2002).

### **3.5 – IMPORTÂNCIA DA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA PARA A SAÚDE**

A água pode ocasionar vários tipos de enfermidades. Classificações ambientais das doenças relacionadas com a água são apresentadas desde a década de 70 com o intuito de identificar e controlar as doenças infecciosas e parasitárias (Heller, 1997). Internacionalmente, classifica-se como *water-washed* aquelas doenças que possuem transmissão facilitada por quantidades insuficientes de água para higiene doméstica e pessoal (Mara e Feachem, 1999).

Assim, o uso da água nas ações do dia-a-dia pode estar associado a várias enfermidades contraídas por meio da ingestão direta, preparo dos alimentos, higiene pessoal e do ambiente. A Tabela 3.13 mostra algumas das doenças relacionadas com hábitos higiênicos e quantidade insuficiente de água, os agentes patogênicos e as medidas de correção

necessárias. Dentre as doenças relacionadas com a água, aquelas ligadas à falta de higiene são epidemiologicamente mais importantes em condições de escassez de água, como áreas rurais e periurbanas de países em desenvolvimento (Mara e Feachem, 1999). As doenças infecciosas da pele e olhos são as que sofrem as maiores influências da quantidade de água disponível e do seu acesso (Howard e Bartram, 2003).

Tabela 3.13: Doenças relacionadas com o abastecimento de água (FUNASA, 1991-modificado).

Transmissão	Doença	Agente Patogênico	Medidas
Pela falta de limpeza e falta de higienização com a água	Escabiose	<i>Sarcoptes scabiei</i>	Implantar sistema adequado de esgotamento sanitário
	Pediculose (Piolho)	<i>Pediculus humanus</i>	
	Tracoma	<i>Chlamydia trachomatis</i>	Instalar melhorias sanitárias domiciliares e coletivas
	Conjuntivite bacteriana aguda	<i>Haemophilus aegyptius</i>	
	Salmonelose	<i>Salmonella typhimurium</i>	Instalar abastecimento de água
	Tricuríase	<i>Trichuris trichiura</i>	Prover encanamento no domicílio
	Enterobíase	<i>Enterobius vermiculares</i>	Instalar reservatório de água adequado
Ancilostomíase	<i>Ancylostoma duodenale</i>		

A importância da água para a saúde é tão grande que a melhoria no abastecimento de água é responsável pela redução da morbidade de algumas doenças, chegando a 60 - 70% nos casos de tracoma (Maciel Filho *et al.*, 2000). Segundo Mara e Feachem (1999), em 1990, 5,3% de toda a mortalidade mundial foi devida ao fraco abastecimento de água e à falta de saneamento.

Relatórios das Nações Unidas afirmam que anualmente mais de cinco milhões de pessoas morrem por doenças causadas pela ausência de saneamento e água para fins de higiene, quando se sabe que a incidência de doenças infecciosas pode ser reduzida em 20 a 80% com sistemas de saneamento básico (Selborne, 2002).

O tracoma é uma das principais doenças oculares inflamatórias relacionadas com a indisponibilidade de água. Consiste em uma conjuntivite crônica causada pela bactéria *Chlamydia trachomatis* podendo evoluir para a cura espontânea ou para cicatrizes conjuntivas responsáveis pela incapacidade visual (Barros, 2001). É considerada a causa mais comum de cegueira evitável no mundo (Couto Júnior *et al.*, 1997). Ainda hoje, em alguns estados a prevalência de tracoma chega a ser maior que 20% (Barros, 2001). Estudos com pré-escolares, em São Paulo, apresentam prevalências de 2,2% a 11,9% sendo



as crianças com menos de 10 anos de idade o grupo de risco (Emerson *et al.*, 2000, Medina *et al.*, 2002, Koizumi *et al.*, 2005).

Entretanto a susceptibilidade ao tracoma é geral e sua ocorrência está relacionada com a falta de água e condições sanitárias e habitacionais inadequadas, sendo um indicador de pobreza e subdesenvolvimento. Acesso à água, quantidade suficiente, presença de latrina, coleta de resíduos, limpeza facial e higiene pessoal satisfatória são fatores de proteção contra o tracoma (Pruss e Mariotti, 2000). Por ser uma doença crônica e recidivante, o tracoma exige acompanhamento longo e contínuo. A conscientização da população, em especial a de mais baixa renda, e trabalhos de educação em saúde são fundamentais para o controle e tratamento da doença (Medina *et al.*, 2002).

Outras doenças ectoparasitárias como a escabiose e a pediculose são muito comuns em comunidades carentes do Brasil. Condições sócio-econômicas precárias, aglomerações e não aderência aos tratamentos tópicos são alguns dos fatores que levam à manutenção de altas taxas de prevalência, especialmente em populações de baixa renda. A pediculose é uma enfermidade que ainda se configura como um problema de saúde pública relacionado com a disponibilidade de água e hábitos de higiene (Heukelbach *et al.*, 2003). No Brasil, essa doença atinge cerca de 30% das crianças em idade escolar (Barbosa e Pinto, 2003). O controle efetivo da pediculose e da escabiose baseia-se no tratamento em massa associado à educação em saúde.

A falta de saneamento e, em especial, de serviços de abastecimento de água ainda contribue grandemente para a permanência da cólera e outras doenças entéricas na região Nordeste do Brasil (Maciel Filho *et al.*, 2000). A qualidade da água consumida pela população é fundamental para a vida e a saúde pública. Entretanto, a quantidade de água fornecida, do ponto de vista sanitário, apresenta grande importância no controle e prevenção de doenças, como as gastroenterites e diarreias (Saunders e Warford, 1983). As doenças transmitidas pela via feco-oral, como a diarreia infecciosa, são significativamente influenciadas pela disponibilidade de água e comportamentos de higiene (Howard e Bartram, 2003).

Com relação às doenças diarreicas, a quantidade de água com fácil acesso tem mais importância para a saúde das crianças com menos de dois anos do que a qualidade, em

função da melhoria da higiene pessoal (Gordon, 1964 *apud* Saunders e Warford, 1983). Também Thompson e Cairncross (2002) sugerem que o aumento da quantidade *per capita* de água para uso doméstico pode ser mais importante para a saúde e bem estar da população do que o aumento da qualidade. Isso se justifica pelo fato de doenças de transmissão feco-oral apresentarem múltiplas rotas de transmissão (mãos, comida, utensílios, moscas, água para beber), estando mais relacionadas com a higiene do que com a ingestão de água contaminada.

A ausência de água no corpo humano pode provocar desidratação aguda ou crônica e levar à morte. A desidratação moderada é definida como a redução da massa muscular de 1 a 2% do peso do corpo, causada pela perda de fluido. Alguns dos sintomas da desidratação são: dor de cabeça, fadiga, perda de apetite, intolerância ao calor, rachaduras na pele, secura na boca e nos olhos, queimor no estômago e urina escura com forte odor. Doenças crônicas, como cálculo renal e mesmo câncer também são decorrentes do acesso precário à água. Muitos estudos mostram uma correlação direta entre a ingestão de fluido e a incidência de alguns tipos de câncer como os do trato urinário, próstata e rins (Kleiner, 1999).

Os riscos decorrentes da falta de água podem ser imediatos ou de longo prazo. Os imediatos manifestam-se, por meio de diversos sintomas, em poucas horas após o consumo ou contato. A severidade dos mesmos depende da vulnerabilidade do consumidor (OPAS, 1999).

Como pode ser visto, a falta de água na residência cria condições favoráveis à disseminação de tipos específicos de doenças e relaciona-se diretamente com a pobreza e com situações de saúde deficitárias (Selborne, 2002). A melhoria no destino de dejetos nas condições de higiene pessoal e dos alimentos, além da limpeza da residência podem prevenir e controlar tais doenças. Entretanto, dependem da disponibilidade de abastecimento de água de boa qualidade (Saunders e Warford, 1983).

Então, para evitar a permanência dessas doenças, além da disponibilidade de água em quantidade suficiente para os usos domésticos, é necessário investir em educação em saúde com medidas de prevenção primária (evitando contatos e comportamentos de risco) e de prevenção secundária (educação da população), nas áreas endêmicas dessas doenças (Heukelbach *et al.*, 2003).

Um cuidado especial deve ser tomado no que se refere ao manejo da água dentro do domicílio. A água consumida nas habitações é dividida em diferentes usos que são necessários às funções higiênicas, potáveis, alimentares e à limpeza em geral. Cada uma dessas atividades envolve riscos à saúde humana que podem ser minimizados com uma atitude preventiva e consciente no uso da água.

O tamanho do impacto positivo à saúde da população, proveniente de investimentos em sistemas de abastecimento de água, é muito dependente da forma como a água é usada, o que por sua vez é influenciado pela tradição e cultura da comunidade contemplada. Quando há o uso racional da água, com combate ao desperdício e às perdas, pode-se ter um incremento à saúde com baixo custo e, conseqüentemente, mais pessoas podem ser atendidas com o mesmo capital investido. Assim, espera-se que a forma com que uma população usa a água seja gradativamente alterada à medida que o abastecimento torna-se mais acessível e confiável (Setti *et al.*, 2001).

A saúde desempenha um papel chave na sociedade atual por permear diferentes políticas e setores. A quantidade de água disponibilizada e usada nas residências tem uma grande influência na saúde embora a estimativa de um volume mínimo para a sua manutenção varie amplamente (WHO, 2004). Dessa forma, é preciso medir os consumos residenciais e desenhar o padrão de consumo de água para que essa relação possa ser conhecida e tenha reflexo prático na vida das pessoas, por meio de políticas públicas de saneamento.

### **3.6 – COMO MEDIR O CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA**

O consumo *per capita* de água é um dos parâmetros básicos no dimensionamento de redes distribuidoras, reservatórios, sistemas de recalque e do próprio medidor (Costa *et al.*, 1999). A medição do consumo residencial de água é feita por meio de micromedidores instalados na derivação da rede de abastecimento, no chamado ramal predial (Tomaz, 2000). Os micromedidores ou hidrômetros são equipamentos destinados a medir, indicando e totalizando, a quantidade de água fornecida pela rede de distribuição ao consumidor final. O emprego de hidrômetros disciplina o consumo, diminui o desperdício e normaliza a demanda. Além do controle sobre o uso da água, o micromedidor é a forma de operacionalizar a cobrança pelo serviço da empresa de saneamento (Tsutiya, 2005).

Dimensionar o hidrômetro é calcular e escolher o tipo, tamanho e outras características para que o mesmo trabalhe em condições ideais, evitando o desgaste e os erros de medição (Coelho, 2005). No Brasil, os hidrômetros são regulamentados pela Portaria nº 29, de 1994, do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial - INMETRO, segundo a qual todo medidor de água precisa ser aprovado em uma série de testes e sofrer calibração anual (Alves *et al.*, 1999).

Em instalações prediais de água fria os hidrômetros são padronizados pela vazão nominal e diâmetro a fim de facilitar a sua manutenção e reposição. A vazão nominal é aquela que, em escoamento uniforme, corresponde a 50% da vazão máxima, expressa em metros cúbicos por hora ( $m^3/h$ ). Outro parâmetro é a vazão de trabalho, aquela na qual o hidrômetro deve operar contínua e satisfatoriamente, permanecendo dentro dos erros máximos tolerados (Tomaz, 2000).

Em instalações prediais são comumente empregados dois tipos de equipamentos, como mostra a Figura 3.11 (Macintyre, 1990):

- Hidrômetros volumétricos: baseiam-se na medição direta do número de vezes que uma câmara de volume conhecido é cheia e esvaziada pela ação de um êmbolo dotado de movimento. Os mais usados são os de disco oscilante e disco rotativo.
- Hidrômetros taquimétricos: baseiam-se na dependência existente entre a descarga e a velocidade de rotação do eixo de um rotor. Medem o consumo da água pelo número de revoluções em uma turbina ou hélice inclinada. Podem ser unijato ou multijato, o último comumente utilizado pelas empresas de saneamento.

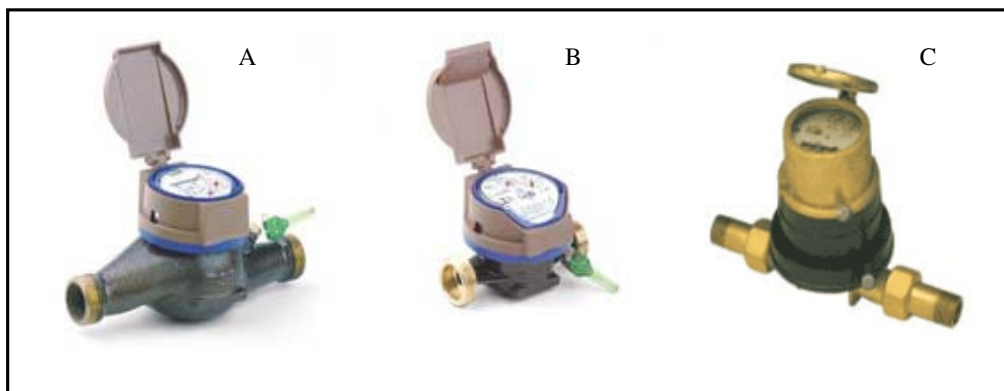


Figura 3.11: Modelos de Hidrômetros (A) Unijato; (B) Multijato e (C) Volumétrico (CIASEY, 2007 e LAO INDÚSTRIA, 2007).

Os hidrômetros unijato são empregados para águas com grande quantidade de sólidos decantáveis, possuem menores dimensões e menor custo, porém apresentam a desvantagem do desgaste mais rápido devido ao esforço tangencial a que são submetidos. Já os multijato permitem um melhor equilíbrio na distribuição da água evitando o desgaste e a imprecisão, mas possuem maior perda de carga (Mendonça, 1975).

Por outro lado, os hidrômetros volumétricos são sensíveis às baixas vazões e apresentam erros menores, mesmo com escoamento reduzido. São indicados para usos mais rigorosos, entretanto apresentam a desvantagem de exigir excelente qualidade da água, porque se paralisam facilmente com a presença de partículas, e são mais caros (Mendonça, 1975).

Como qualquer equipamento, os hidrômetros estão sujeitos a erros que podem, por diversos fatores, influenciar na medida dos volumes. Dentre as principais causas de falhas detectadas nas medições destacam-se a instalação inadequada, desgastes nos mecanismos internos, incrustações e fraudes de variadas espécies. Um estudo feito por Santos *et al.* (1999), em Aquidauana - MS, com uma amostra aleatória de 136 hidrômetros mostrou que 52,2% dos medidores analisados apresentavam submedição, 8,09% supermedição e 39,71% não apresentaram erros. Isso mostra que a submedição é um dos erros mais freqüentemente encontrados.

O erro no hidrômetro é calculado em função da percentagem de água que passa pelo equipamento sem ser medida. A submedição é causada por falha no dimensionamento ou instalação; falhas no programa de manutenção preventiva, quando há; desempenho incompatível com o padrão de consumo dos usuários; qualidade da água distribuída; presença de caixa d'água, dentre outros (Tomaz, 1999).

A NBR 8194/97 estabelece três classes metrológicas para hidrômetros, A, B e C, correspondendo a vazões decrescentes (Alves *et al.*, 1999). Deve-se ter cuidado com a escolha da classe metrológica do hidrômetro para garantir a precisão da medida. Na prática, os hidrômetros da classe metrológica C mostram-se mais confiáveis na determinação do consumo residencial por apresentarem maior precisão para as baixas vazões (Coelho e Maynard, 1999).

A micromedição pode ser individual, com um hidrômetro para cada usuário, ou multi-usuários, na qual um único equipamento é aplicado para vários consumidores, como ocorre em condomínios verticais (Alves *et al.*, 1999). Ainda hoje no Brasil, os edifícios têm a sua conta de água rateada igualmente, independente do consumo específico de cada unidade residencial. Para corrigir as distorções de uso nesse padrão habitacional busca-se a medição individualizada como instrumento regulador (Souza Filho *et al.*, 2005). Entretanto, um limitante da medição individualizada é o uso de válvulas de descarga, comum em prédios antigos, em função das altas vazões praticadas nesse tipo de dispositivo. Para evitar esse problema deve-se usar caixa de descarga (Tomaz, 1999).

A medição individualizada é importante porque propicia um maior controle dos consumos nos prédios residenciais, padrão habitacional nos grandes centros urbanos. Além disso, funciona como um fator de conscientização dos usuários no combate ao desperdício de água, acarretando uma mudança nos hábitos de consumo (Souza Filho *et al.*, 2005).

O sistema de distribuição de água interfere no comportamento dos micromedidores em função da sua forma de funcionamento. Tecnicamente eles podem ser de três tipos (Tomaz, 2000):

- Sistema de distribuição direta: os equipamentos hidrosanitários são alimentados diretamente pela rede, quando há pressão suficiente. Normalmente empregado na Europa e Estados Unidos porque exige grande confiabilidade no sistema de abastecimento;
- Sistema de distribuição indireta: os aparelhos sanitários são alimentados por um reservatório inferior ou superior. Esse é o padrão brasileiro; e,
- Sistema de distribuição mista: parte dos aparelhos é alimentada pelo sistema de distribuição direta e parte pelo sistema de distribuição indireta. Comumente usado nas unidades residenciais térreas nas quais as torneiras de tanque, jardins e cozinha são alimentados diretamente enquanto o resto dos pontos de água é alimentado por reservatório.

A norma de instalação predial de água fria, NBR 5626/1998, confirma o padrão de ligação indireta de água praticado no Brasil ao prever a necessidade de reservação. A capacidade dos reservatórios em uma instalação predial é estabelecida levando-se em consideração o padrão de consumo da residência, a frequência e duração de interrupções no fornecimento.

Assim, a cota *per capita* depende do fornecimento de água regular e confiável, caso contrário uma reservação deverá ser prevista (Bacellar, 1976, ABNT, 1998).

O tipo de sistema de abastecimento pode ser o responsável por alguns erros na medição do consumo, uma vez que grande parte dos dimensionamentos de equipamentos é feita com base em padrões estrangeiros que operam com abastecimento direto. Aqui no Brasil, a presença de reservatórios faz com que a submedição aumente em função da baixa vazão que passa pelo medidor, em alguns períodos do dia (Coelho, 2005).

Deve-se então considerar a influência do tipo de sistema no desempenho do SAA como um todo. No sistema indireto, o regime de funcionamento do hidrômetro não é muito influenciado porque o reservatório amortece os possíveis picos de vazão existentes no sistema de distribuição. Entretanto, o reservatório é visto como um ponto vulnerável no que se refere à preservação do padrão de potabilidade. Já no sistema direto a inexistência do reservatório deixa o hidrômetro susceptível às grandes variações de vazão provocada pela utilização simultânea dos diversos pontos de consumo (Tamaki, 2003).

A determinação da cota *per capita* residencial de água torna-se mais próxima do real quando há um acompanhamento sistemático e preciso dos volumes consumidos nos domicílios e o desempenho dos medidores nesse processo apresenta influência direta sobre o consumo real porque provoca uma reação comportamental no usuário (Coelho, 2005).

Apesar das possibilidades de erros, o avanço tecnológico tem levado à fabricação de medidores cada vez mais seguros e confiáveis, que operam com menores índices de perda de carga. Um exemplo disso são os hidrômetros eletrônicos, mais avançados do que os mecânicos, que promovem um resultado mais eficiente no processo de medição (Gonçalves Junior, 1997).

O consumo doméstico de água pode ser medido de várias formas. No modelo mais simples os usuários residenciais têm os seus consumos avaliados por meio de pesquisas de campo com o levantamento dos dados hidrometrados pelo período de pelo menos um ano, preferencialmente nos últimos 12 meses. O tamanho da amostra deve ser determinado estatisticamente (Silva e Rocha, 1999).

Métodos que se baseiam na leitura diária de hidrômetros somada ao registro de frequência de uso nos diferentes pontos residenciais de água, feitos pelos próprios usuários, foram empregados com resultados satisfatórios em cidades na Inglaterra (Rocha *et al.*, 1998). Com um ferramental simples pode-se estimar os volumes consumidos com base no aparelho sanitário instalado nos pontos de consumo bastando, para tanto, conhecer a duração e frequência de uso de cada um deles. Para alguns equipamentos pode-se obter uma aproximação do consumo de água por aparelho sanitário, conforme Tabela 3.14.

Tabela 3.14: Consumo provável de água em equipamentos convencionais e economizadores (Tsutiya, 2005 - modificado).

Equipamento	Consumo
Bacia sanitária com caixa acoplada	12,00 L/descarga
Bacia sanitária com válvula bem regulada	10,00 L/descarga
Bacia VDR	6,00 L/descarga
Ducha (até 6 mH <sub>2</sub> O)	0,19 L/s
Ducha (15 a 20 mH <sub>2</sub> O)	0,34 L/s
Torneira de Pia (até 6 mH <sub>2</sub> O)	0,23 L/s
Torneira de Pia (15 a 20 mH <sub>2</sub> O)	0,42 L/s
Torneira com arejador de vazão constante	0,10 L/s
Torneira de uso geral/tanque (até 6 mH <sub>2</sub> O)	0,26 L/s
Torneira de uso geral/tanque (15 a 20 mH <sub>2</sub> O)	0,42 L/s
Torneira de jardim	0,66 L/s
Mictório	2,00 L/uso
Mictório com válvula automática	1,00 L/uso

Também a NBR 5626/1998, referente à instalação predial de água fria, estabelece a vazão de projeto estimada para diferentes equipamentos sanitários, fazendo com que seja possível estimar o consumo residencial conhecendo-se o padrão de uso dos equipamentos instalados na residência (ABNT, 1998).

As medições apenas com o acompanhamento dos hidrômetros geralmente não são precisas. Elas não permitem identificar variações ocorridas nos pontos de consumo e por isso são chamadas de medidas gerais. Já as medidas individuais são feitas em cada ponto de água da residência, possibilitando o conhecimento da duração de uso, volume, frequência entre usos, vazão demandada, etc e assim gerando informações sobre a utilização de cada aparelho sanitário. O emprego da medição feita junto ao ponto de consumo aumenta a confiança e precisão dos resultados, entretanto isso acaba fazendo com que ela seja mais intrusiva, podendo gerar uma rejeição por parte dos usuários (Rocha *et al.*, 1998).



Buscando aumentar a precisão das medidas, a partir da década de setenta passou-se a trabalhar com sensores de fluxo e hidrômetros instrumentados instalados nos aparelhos sanitários (Rocha *et al.*, 1998). A automação dos sistemas contribuiu muito para um melhor aproveitamento da água por meio do controle operacional dos SAAs. Os atrativos para a automação consistem na melhoria da qualidade do serviço e monitoramento dos processos em tempo real, além da redução nos custos e maior segurança (Trojan *et al.*, 2005).

A leitura automática dos medidores com a coleta remota dos dados de consumo permite a obtenção mais rápida e segura, funcionando como um instrumento na gestão da demanda de água. A telemedição é a tecnologia de automação da medição e transmissão de dados de fontes remotas para estações de recebimento onde estas sofrem processamento, análise, arquivamento e aplicação. O maior benefício da telemedição é o fornecimento de informações aos vários usuários atendendo a diferentes finalidades com economia de insumos e recursos financeiros. O emprego da telemedição é ainda muito recente no Brasil, estando condicionado ao desenvolvimento do setor de telecomunicações (Tamaki, 2003).

Desde 1996 uma técnica de análise de dados, chamada de análise de traço, permitiu conhecer, com o auxílio de um aquisitor de dados tipo *datalogger*, as vazões de aparelhos sanitários que possuem previamente o seu perfil levantado e, à medida que esse perfil se repete, ao logo do tempo se obtém os valores médios de vazão e volume de água consumido. Ainda assim, a aplicação desse método necessitava de avançados programas de tratamento de dados (DeOreo *et al.*, 1996 *apud* Rocha *et al.*, 1998).

Com a evolução da informática passou-se a empregar também equipamentos aquisitores de dados tipo *dataloggers* com programas de pré-tratamento, interface fácil para o usuário e a possibilidade de disponibilização dos resultados em planilhas e gráficos (Rocha *et al.*, 1998).

O *datalogger*, que é um coletor eletrônico usado para registrar os dados de vazão, representa um avanço na forma de adquirir e tratar os dados de medição de consumo doméstico de água. É um dispositivo autônomo e versátil que oferece recursos para coleta, análise e exportação de registros de dados em poucos segundos. O uso cada vez mais

freqüente de *dataloggers* possibilita o estudo do perfil de consumo e de padrões de demanda dos usuários. Entretanto, seu emprego ainda é muito discreto no Brasil porque apresenta custo elevado e depende de mão de obra qualificada (Coelho, 2005).

Para a escolha do método de previsão de consumo é fundamental ter clareza sobre a finalidade específica a que se destinam os resultados, conhecer as limitações de recurso financeiro para o emprego das tecnologias disponíveis e ter disponibilidade de dados confiáveis (Silva e Rocha, 1999). A importância da medição do consumo doméstico é o conhecimento da demanda desse seguimento, chegando-se ao valor de cota *per capita* de água para abastecimento humano, bem como ao seu padrão de uso.

### **3.6.1 – Experiências brasileiras na determinação da cota *per capita* de água**

Trabalhos que relatam o consumo doméstico de água não são muito comuns no Brasil. Os dados obtidos em países desenvolvidos são geralmente utilizados como referência, mas não são capazes de retratar e equacionar a questão do consumo residencial local e por isso existe uma demanda cada vez maior pelo levantamento de dados específicos para a realidade brasileira (Rocha e Barreto, 1999).

A ausência de um método padronizado para efetuar tais medidas faz com que os pesquisadores atuando nessa área montem suas próprias formas de estudo. Levando em consideração a ampliação da precisão, sensibilidade dos medidores disponíveis e a possibilidade de aquisição e tratamento dos dados à distância por meio de *dataloggers*, algumas experiências têm sido feitas com o intuito de determinar o perfil de consumo doméstico e levantar valores *per capita* mais confiáveis e regionalizados.

A Tabela 3.15 apresenta alguns estudos realizados no Brasil na tentativa de determinar o consumo *per capita* de água residencial. Ressalta-se que as pesquisas citadas foram realizadas com diferentes focos e por isso apresentam grandes diferenças metodológicas e variabilidade dos volumes encontrados. Percebe-se que grande parte delas tinha o objetivo de minimizar os consumos existentes e para isso era preciso conhecê-los e caracterizá-los. Ainda assim, observa-se que já existe no Brasil a tecnologia necessária para que se monte um método de pesquisa específico para o conhecimento do consumo *per capita* de água residencial, adequado às diferentes realidades e tão sofisticado quanto se deseje.

Entretanto, o emprego dessa tecnologia ainda está associado a custos elevados, o que inviabiliza o seu emprego em pequenos sistemas.

Tabela 3.15: Experiências brasileiras na determinação de cotas *per capita* de água.

Quem	O Que	Como	Onde	Quanto	Fonte
Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	monitoração do consumo doméstico de água	sensores de fluxo, hidrômetros instrumentados, placa de aquisição e programa de coleta de dados	1ª Fase: conjunto de escritórios no <i>campus</i> do IPT 2ª Fase: prédio de escritórios da SABESP	período de um ano	Rocha <i>et al.</i> , 1998
Programa do Uso Racional da Água - PURA da SABESP	método para medição dos consumos em aparelhos sanitários	placa de aquisição, sensores nos pontos de utilização e um microcomputador com programa para captação e registro de dados	dois banheiros de um prédio de escritórios da SABESP	julho de 1997 a março de 1998	Barreto <i>et al.</i> , 1999
Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT	determinar o perfil de consumo de água para uso doméstico em uma habitação unifamiliar	sensores, central de medição (coleta e armazenamento) e sistema de tratamento e análise	Unidade Piloto em São Paulo	dois meses nos seis pontos de água da residência	Rocha e Barreto, 1999
SABESP	avaliar o consumo <i>per capita</i> de Sistemas de Abastecimento de Água	dados de micromedição e da população atendida na Unidade de Negócios do Médio Tietê	SAAs no interior de São Paulo	de 1998 a 2000	Magalhães <i>et al.</i> , 2001
CEFET/RN e UFRN	caracterização do consumo <i>per capita</i> residencial de água	acompanhamento dos dados de micromedição e aplicação de questionários	Cidade de Natal		Oliveira e Lucas Filho, 2003
IPT, SABESP e USP	método para determinação do padrão de consumo de água	implantação de hidrômetros acoplados a um sistema de telemedição	Cidade Universitária da USP	1998 a 2000	Tamaki, 2003
MEPLIM/UFBA	desenvolver metodologia para caracterizar efluentes intradomiciliares	instalação de hidrômetro acoplado a um <i>Datalogger</i> na tubulação de abastecimento da residência	município de Feira de Santana, estado da Bahia	Não informado	Almeida <i>et al.</i> , 2006

#### 4 - MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas: (1) levantamento bibliográfico; (2) proposição de um método para determinação de cotas *per capita* de água para consumo humano, buscando indicar caminhos para a obtenção da cota *per capita* mínima, conforme Figura 4.1.

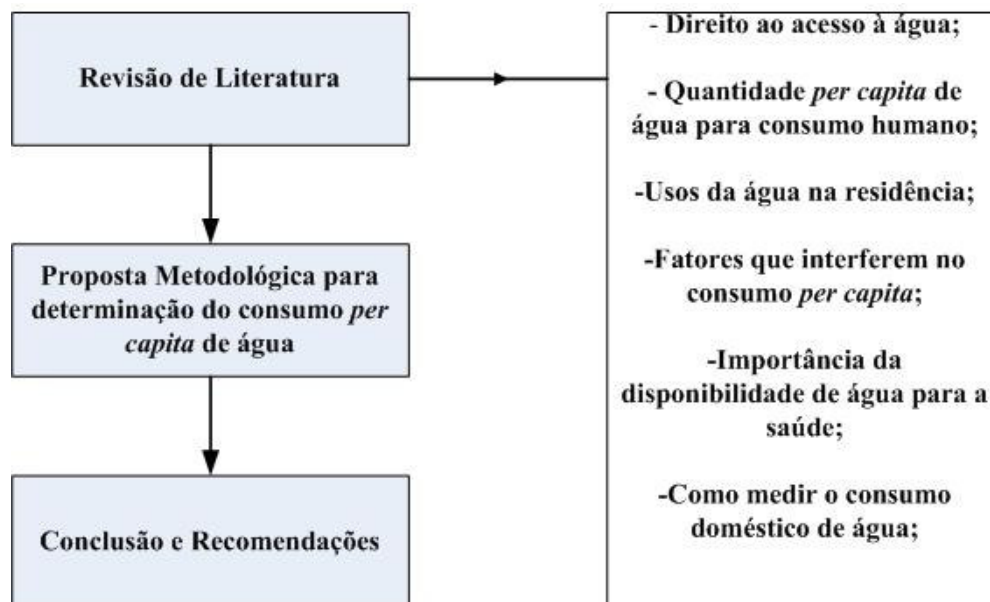


Figura 4.1: Esquema ilustrativo do método de pesquisa.

A revisão de literatura foi necessária e fundamental para sistematizar o conhecimento existente nessa área, com o intuito de estabelecer um marco conceitual para a pesquisa e servir de embasamento para a proposição do método. Os tópicos desenvolvidos buscaram construir um panorama da disponibilidade de água para consumo doméstico, apresentando as diferenças existentes entre a cota *per capita* que é considerada nos projetos de Sistemas Urbanos de Água e no dimensionamento das instalações sanitárias prediais e a demanda de água para a satisfação das necessidades básicas nos diferentes usos domésticos.

Além disso, os fatores que influenciam o consumo *per capita*, a relação da disponibilidade de água com a saúde humana e a forma de contabilizar e medir os volumes consumidos foram pontos explorados para apoiar a formulação do método. A síntese das informações disponíveis sobre o consumo *per capita* residencial de água tem ainda o objetivo de gerar uma fonte de consulta consolidada, provocando a discussão sobre o tema.

Na segunda etapa apresenta-se uma proposta de método para obtenção de cotas *per capita* de água para consumo humano, capaz de responder adequada e satisfatoriamente à questão colocada, para tentar preencher a lacuna existente nesse aspecto do conhecimento. A proposição do método foi, na verdade, uma sistematização das ferramentas já existentes e empregadas nas pesquisas de determinação de consumos de água. A contribuição desse processo residiu no ordenamento, justificativa e apresentação dessas ferramentas, de forma a possibilitar uma padronização nas pesquisas, levando a uma formulação científica para medir a quantidade de água suficiente para a satisfação das necessidades da população nas condições sócio-econômicas e regionais encontradas no Brasil.

O método consiste em quatro ferramentas que, quando empregadas conjuntamente, geram informações sobre o padrão de consumo residencial de água. Inicialmente, apresenta-se um plano de amostragem que tem a função, dentre outras coisas, de determinar uma amostra representativa de domicílios a serem observados no município pesquisado, usando um modelo estatístico. Nessas condições o plano estatístico mais indicado é uma amostragem aleatória estratificada para a seleção da amostra de municípios e uma amostragem aleatória simples para a seleção da amostra de domicílios dentro de cada município selecionado.

A segunda ferramenta é um questionário codificado para levantamento de dados sócio-econômicos e de uso da água dentro da residência, permitindo o confronto com os dados secundários como o porte populacional, renda média da população, prevalência de doenças diarreicas, etc e a caracterização do perfil do usuário. A padronização de questões básicas a serem levantadas nessa etapa visa à montagem de um banco de dados homogêneo que permita a comparação e reprodutibilidade dos resultados obtidos. Sugere-se ainda que a aplicação do questionário seja realizada por um pesquisador treinado que terá a função de esclarecer o usuário sobre as etapas posteriores da pesquisa.

A determinação do consumo levará em conta o acompanhamento da micromedição, que tem crescido nos últimos anos em todo o país, como forma de controle do volume disponibilizado às residências. A medição da quantidade de água usada em cada ponto de consumo doméstico será feita por meio do levantamento da vazão característica dos equipamentos hidrosanitários e acompanhamento do tempo de uso de cada um deles, pelos próprios usuários. A aferição dessas medidas, dependentes do comprometimento dos

usuários, será realizada com a medição avançada, que consiste de hidrômetros eletrônicos e *dataloggers* para uma sub-amostra em faixas de consumo pré-determinadas que levarão ao padrão residencial de uso da água, sem a interferência do usuário.

Com os valores obtidos durante o período de monitoramento e os dados secundários referentes aos domicílios pesquisados será montado um banco de dados que facilitará a determinação não só do padrão de consumo e da cota *per capita* de água para uso doméstico como a sua relação com aspectos sócio-econômicos e de saúde. São apresentadas planilhas com as possibilidades básicas de obtenção de informações importantes para a tomada de decisão na área do saneamento com base no tratamento dos dados obtidos.

Com o intuito de chegar até uma cota *per capita* mínima para consumo humano propõe-se uma consulta a especialistas e uma avaliação das oportunidades de redução do consumo. A partir daí, discute-se as limitações encontradas no desenvolvimento do método proposto.

## **5 – PROPOSTA METODOLÓGICA PARA DETERMINAÇÃO DO CONSUMO *PER CAPITA* RESIDENCIAL DE ÁGUA**

No Brasil, assim como em muitos países em desenvolvimento, não há levantamento de dados primários e medições sistemáticas em saneamento, devido ao elevado custo e à necessidade de tecnologia e mão de obra qualificadas para esse tipo de trabalho. Assim, em muitos sistemas de abastecimento de água não é possível conhecer, fazer previsões ou modelagens do consumo doméstico por falta de dados confiáveis e em quantidade suficiente.

Nesse contexto, a demanda crescente por um método para determinação de cotas *per capita* de água surge da notória necessidade de conhecer o perfil de consumo residencial, visando não só a garantia do acesso à água em quantidade suficiente para suprir as necessidades básicas, manutenção da saúde e da qualidade de vida da população, como para evitar o mau uso e o desperdício desse recurso natural vital.

O emprego de um método científico para a determinação de cotas *per capita* de água é fundamental para fornecer confiabilidade aos dados, garantir a reprodutibilidade nas pesquisas e medições, minimizando a grande variabilidade existente atualmente, além de possibilitar a comparação dos resultados de diferentes pesquisas, levando a volumes de consumo mais reais e regionalizados. O método deve ser simples, fácil de ser executado e apresentar custo acessível, sem com isso perder precisão. A escolha de métodos de previsão de demanda baseia-se na disponibilidade de dados confiáveis e depende da finalidade específica a que se destinam seus resultados (Silva e Rocha, 1999).

Com o intuito de conhecer a forma como a água é usada nas residências, será apresentada uma proposta de método para a determinação de cotas *per capita* de água para consumo residencial empregando alternativas compatíveis com a realidade brasileira. A seqüência lógica do método pode ser vista na Figura 5.1. e as ferramentas empregadas encontram-se descritas posteriormente.

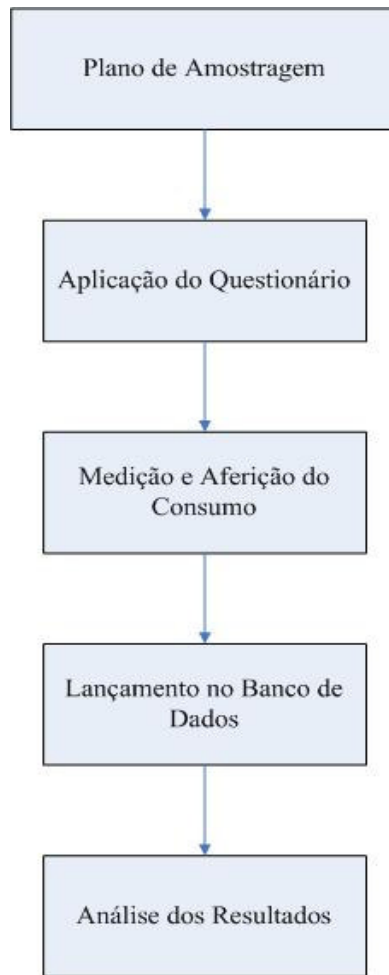


Figura 5.1: Esquema básico do método proposto para a determinação da cota *per capita* de água para consumo humano.

### 5.1 – PLANO DE AMOSTRAGEM

O plano de amostragem é uma etapa fundamental das pesquisas exploratórias. Ele é composto por um protocolo que inclui a definição da população em estudo e dos procedimentos de amostragem, além de fornecer a indicação do tamanho pretendido para a amostra (Torres, 2004). Nessa etapa recomenda-se o cuidado de obter informações básicas sobre o município ou localidade objeto do estudo.

No processo de seleção da amostra, a preocupação central é que a mesma seja representativa. Uma das formas de se conseguir isso é promover a escolha de forma aleatória. A aleatoriedade permite o cálculo de estimativas dos erros envolvidos na de



inferência estatística, ferramenta que fornece elementos para generalizar, de maneira segura, as conclusões obtidas da amostra para a população. Além disso, deve-se ter clareza da população para a qual se pretende extrapolar os resultados e selecionar a característica que será foco da pesquisa. Deve-se ainda identificar o tipo de variável, sua variabilidade e o tipo adequado de amostragem. Quanto maior for a precisão desejada maior será a amostra (Luiz e Magnanini, 2004).

O tamanho de uma amostra pode ser determinado estatisticamente pelo método de Amostragem Aleatória Simples, no qual os elementos são extraídos aleatoriamente e possuem tamanho “n” dentre as “N” unidades em que foi dividida a população (Fiori, 2005). Em uma amostra aleatória todos os indivíduos da população têm a mesma probabilidade de serem selecionados. Esse método permite que o investigador calcule a precisão do valor estimado na amostra (Bussab e Morettin, 2006).

Quando se trata de populações muito heterogêneas pode-se empregar uma Amostragem Aleatória Estratificada na qual a identificação de estratos de uma população possibilita a seleção de uma amostra de composição balanceada e garante uma boa representatividade. Uma amostra estratificada é obtida separando-se as unidades da população em grupos não superpostos chamados estratos e selecionando-se, independentemente, uma amostra aleatória simples de cada estrato. Os estratos devem ser baseados em fatores com grande influência sobre a característica em estudo e, para ser representativa, a amostra deve apresentar a mesma estratificação do universo de origem (Bussab e Morettin, 2006).

Uma pesquisa nacional cujo objetivo fosse conhecer a cota *per capita* de água exata empregada para fins domésticos demandaria a investigação de todas as residências em cada município do Brasil. Entretanto, o custo e a duração impossibilitam a investigação de um universo tão grande. Por isso, deve-se delimitar o estudo por meio da seleção de uma amostra que irá representar o comportamento geral esperado para o todo. Entretanto, a escolha adequada dos municípios e domicílios é tão importante para a pesquisa quanto o número de elementos da amostra, porque também terá influência na representatividade dos resultados obtidos.

### 5.1.1 – Seleção de uma Amostra de Municípios

Para permitir a identificação do perfil de consumo de água que reflita as necessidades da população brasileira deve-se delinear uma pesquisa que tenha abrangência nacional. Assim, é necessário encontrar um número estatisticamente significativo de municípios, distribuídos proporcionalmente entre as regiões do Brasil e de acordo com o porte populacional.

O Brasil é dividido, física e administrativamente, em cinco grandes regiões compostas por estados. As regiões foram propostas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE em 1969 e representam uma divisão política e geográfica com caráter legal. Possuem traços comuns referentes aos aspectos físicos, humanos, econômicos e culturais. Os limites de cada região - Norte, Nordeste, Sudeste, Sul e Centro-Oeste - coincidem sempre com as fronteiras dos Estados que as compõem (IBGE, 2006). Por fim, os estados são divididos em municípios, nos quais a pesquisa será realizada. A abrangência nacional será viabilizada por meio da escolha de municípios de diferentes portes em todas as regiões do país.

Dentre os critérios de caracterização do porte de uma cidade, o demográfico tem sido o mais empregado em função da sua simplicidade de aplicação e da disponibilidade das informações (Costa, 2003). Entretanto, há uma grande variabilidade na classificação demográfica das cidades em pequeno, médio e grande porte.

O tamanho populacional das cidades médias, por exemplo, sofre grandes variações dependendo do país onde se localizam. Na América do Sul, cidade média pode ser tanto aquela com um pouco mais de 56.000 habitantes até outras com mais de 650.000 habitantes. Na África, o termo é empregado para cidades que têm população entre 10.000 e 52.000 habitantes, na Ásia a variação fica entre 20.000 e 250.000 habitantes, na Alemanha, entre 20.000 até 100.000 habitantes e na França entre 100.000 e 150.000 habitantes (Amorim Filho e Rigotti, 2002 *apud* Pereira, 2004).

Também no Brasil existem grandes variações nos limites que determinam o porte populacional das cidades. Entretanto, para simplificar e manter a uniformidade com a classificação proposta pelo IBGE, nesse trabalho serão considerados municípios de

pequeno porte aqueles com população de até 100.000 habitantes, de médio porte aqueles com população total entre 100.000 e 500.000 habitantes e de grande porte aqueles com população superior a 500.000 habitantes, onde se incluem as regiões metropolitanas que consistem em um grande centro populacional com uma zona adjacente de influência composta por outras cidades menores (IBGE, 1991 *apud* Spyndes e Amaral, 2002). O Brasil possui 5.564 municípios, divididos regionalmente conforme a Tabela 5.1. A classificação, segundo o porte populacional encontra-se na Tabela 5.2 (IBGE, 2006).

Tabela 5.1: Classificação dos municípios brasileiros segundo região (IBGE, 2006).

Região	Número de Municípios	Percentual (%)
Norte	449	8,1
Nordeste	1.793	32,2
Sudeste	1.668	30,0
Sul	1.188	21,3
Centro Oeste	466	8,4
Total	5.564	100

Tabela 5.2: Classificação dos municípios brasileiros segundo porte populacional (IBGE, 2006).

Classificação	Porte populacional (hab)	Número de Municípios		Percentual (%)	
Pequeno Porte	Até 5.000	1.362		24,5	
	5.001 – 20.000	5.309	2.608	95,4	46,9
	20.001 – 100.000	1.339		24,0	
Médio Porte	100.001 – 500.000	220	220	4,0	4,0
Grande Porte	Mais de 500.000	35	35	0,6	0,6
Brasil	Total	5.564	5.564	100	100

Do total de municípios existentes no Brasil 0,6% são de grande porte, 4% de médio e 95,4% de pequeno porte (IBGE, 2006). Percebe-se que os municípios de pequeno porte, justamente os mais carentes de atendimento com os serviços de abastecimento de água, são a grande maioria. Para o cálculo da amostra de municípios empregou-se a formulação para uma amostragem aleatória estratificada sendo as regiões e o porte populacional considerados simultaneamente como estratos. Empregou-se a Equação 5.1 para cálculo do número de municípios da amostra quando se tem uma população finita e, posteriormente, distribuiu-se esse valor de acordo com a proporção de cada estrato, conforme a Tabela 5.3. Como empregado na maioria das pesquisas, adotou-se um intervalo de confiança de 95% para o cálculo de amostra. Os valores obtidos no cálculo devem ser sempre arredondados para o número inteiro imediatamente superior (Luiz e Magnanini, 2004).

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 [p(1-p)]N}{Z_{\alpha/2}^2 [p(1-p)] + (N-1)I_c^2} \quad (\text{Equação 5.1})$$

Onde:

N é o tamanho da população;

n é o tamanho da amostra;

I<sub>c</sub> é o intervalo de confiança – 95%;

p é a proporção do atributo na população. Quando desconhecido deve-se adotar p = 0,50, e

Z<sub>α/2</sub> é a distribuição normal para um intervalo de confiança de 95%.

Tabela 5.3: Amostra de municípios por região e porte populacional.

Região	Porte Populacional	Proporção (%)	Nº de Municípios
Norte	Pequeno	96,2	27
	Médio	3,3	1
	Grande	0,5	1
	Total	100	29
Nordeste	Pequeno	97,1	113
	Médio	2,3	2
	Grande	0,6	1
	Total	100	116
Sudeste	Pequeno	92,4	100
	Médio	6,6	7
	Grande	1	1
	Total	100	108
Sul	Pequeno	96,2	74
	Médio	3,6	2
	Grande	0,2	1
	Total	100	77
Centro Oeste	Pequeno	97,1	28
	Médio	2,1	1
	Grande	0,8	1
	Total	100	30
<b>TOTAL</b>			<b>360</b>

Assim, uma amostra estatisticamente representativa em uma pesquisa nacional sobre o consumo doméstico de água deveria abranger 360 municípios no Brasil sendo 29 no Norte, 116 no Nordeste, 108 no Sudeste, 77 no Sul e 30 no Centro-Oeste, a maioria de municípios de pequeno porte. A escolha desses municípios, para efeito da pesquisa, deve ser a mais aleatória possível como, por exemplo, um sorteio.

### 5.1.2 – Seleção de uma Amostra de Domicílios

Para cada município no qual a pesquisa será realizada deve-se determinar uma amostra representativa de domicílios. A escolha da quantidade de domicílios será feita por meio de uma Amostragem Aleatória Simples, conforme a Equação 5.1 (Luiz e Magnanini, 2004). Para tanto, deve-se obter, junto ao prestador do serviço de abastecimento local, o número de domicílios atendidos por rede geral de água. Além disso, é necessário que o município pesquisado seja sucintamente caracterizado e sejam levantadas, junto ao IBGE ou fontes oficiais locais, informações sobre o número de domicílios particulares permanentes existentes.

Assim, para um município, que possua 10.000 economias ativas de água o número de domicílios que comporá a amostra será calculado, em função do intervalo de confiança de 95%, conforme expressão abaixo:

$$n = \frac{Z_{\alpha/2}^2 [p(1-p)]N}{Z_{\alpha/2}^2 [p(1-p)] + (N-1)I_c^2} \quad (\text{Equação 5.1})$$

Onde:

N = 10.000

n é o tamanho da amostra que se deseja conhecer;

$I_c = 0,05$ ;

p = 0,50, e

$Z_{\alpha/2}$  - Tabelado = 1,96.

$$n = \frac{1,96^2 [0,5(1-0,5)]10.000}{1,96^2 [0,5(1-0,5)] + (10.000-1)0,05^2} = 370$$

Ou seja, de acordo com o exemplo, em um município que possui aproximadamente 10.000 residências recebendo água da rede geral de abastecimento deve-se investigar 370 residências para que a pesquisa tenha validade estatística. A escolha dos domicílios que comporão a pesquisa deve ser feita de forma aleatória, entretanto, a localização dos mesmos pode ser convenientemente programada para facilitar a coleta e o aproveitamento

de dados secundários disponíveis, permitindo a associação da cota *per capita* residencial de água com aspectos sócio-econômicos e de saúde.

Para tanto, propõe-se que os domicílios sejam selecionados na interseção da área geográfica do setor censitário, determinada pelo IBGE, com a área de ação dos Agentes Comunitários de Saúde – ACS. Ou seja, deve-se buscar coincidir a localização dos domicílios escolhidos aleatoriamente com a base cartográfica do IBGE, dividida em setores censitários e ao mesmo tempo com as áreas de trabalho das unidades do Programa de Agentes Comunitários de Saúde – PACS, de forma a poder utilizar dados pré-existentes como ilustra a Figura 5.2.

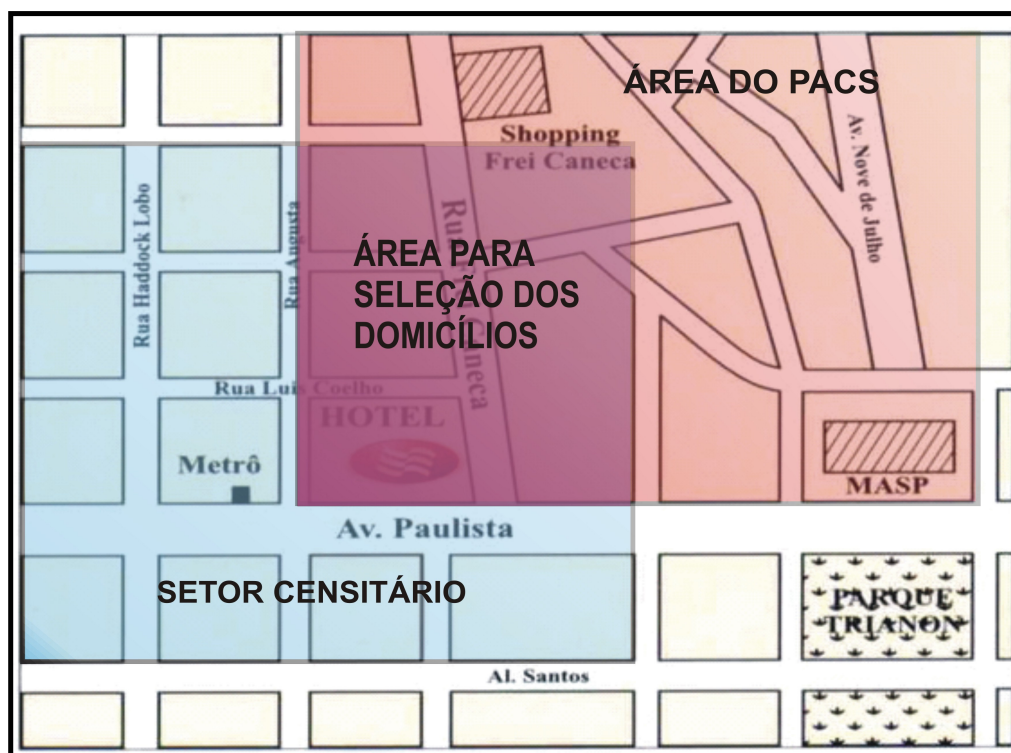


Figura 5.2: Esquema da escolha dos domicílios para a pesquisa.

O setor censitário é a unidade territorial de coleta empregada no censo demográfico pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, sendo a unidade de controle cadastral formada por uma área coletiva situada em um único quadro urbano ou rural. A delimitação da malha setorial divide os setores nos quais há domicílios em:

- Setor censitário de área urbana urbanizada: aquele que tem no mínimo 250 e no máximo 350 domicílios possibilitando a conclusão da coleta dos dados em até 30 dias;

- Setor censitário de área urbana não urbanizada: aquele que tem no mínimo 150 e no máximo 200 domicílios possibilitando a coleta em até 45 dias; e
- Setor censitário de área rural: aquele que tem no mínimo 150 e no máximo 250 domicílios possibilitando a coleta em até 45 dias.

A pesquisa do censo levanta e disponibiliza informações sócio-econômicas imprescindíveis para a formulação de Políticas Públicas como: população, situação e número dos domicílios, renda, escolaridade, óbitos e serviços de saúde, além de algumas informações referentes ao abastecimento de água, por setor censitário em cada município, que podem ser muito úteis quando relacionadas ao consumo doméstico de água.

Outra fonte importante de dados é o PACS, que faz parte do Programa de Saúde da Família – PSF e atua em um conjunto de microáreas na região de abrangência da Unidade de Saúde – UN. Comumente esse programa não tem uma delimitação geográfica precisa, podendo-se até considerar o segmento territorial que consiste no conjunto de áreas contíguas correspondentes a um distrito sanitário, ou mesmo uma zona de informação do IBGE. Infelizmente, o manual do Sistema de Informação de Atenção Básica - SIAB orienta as divisões territoriais para o PACS com uma lógica centrada, e exclusiva, de quantidade de pessoas a ser atendida, nem sempre coincidentes com os setores censitários (Pereira e Barcellos, 2006).

Assim, um Agente Comunitário de Saúde (ACS) é responsável pelo acompanhamento de, no máximo, 150 famílias ou 750 pessoas e deve trabalhar com a descrição dessas famílias em uma base geográfica definida. Alguns requisitos para a escolha da área incluem: possuir uma população mais ou menos homogênea do ponto de vista socioeconômico e epidemiológico, caracterizando “áreas homogêneas de risco”; conter uma Unidade Básica de Saúde - UBS que será o local de atendimento da população descrita, e considerar barreiras físicas (Brasil, 1997b).

Os ACSs possuem atribuição básica de cadastramento das famílias, realização do diagnóstico demográfico, do perfil sócio-econômico e dos traços culturais da comunidade, levantamento das condições ambientais e de saneamento básico, bem como várias ações de prevenção de doenças e promoção da saúde. Prestam esclarecimentos à população e encaminham os casos necessários à unidade de atendimento mais próxima, possibilitando a

construção de indicadores sócio-ambientais e de saúde (Brasil, 1997b). Pode-se com isso obter informações referentes à situação de saúde de uma comunidade.

As bases geográficas para a localização dos domicílios podem ser obtidas nas Secretarias Municipais de Saúde. A delimitação da área de trabalho dos ACSs deve ser feita em uma planta do município com escala que permita o detalhamento necessário, como os nomes de bairros e ruas. A base de dados do município, dividido em setores censitários, inclusive em meio digital, pode ser adquirida em um dos escritórios regionais do IBGE. Após a sobreposição das áreas deve-se proceder a um sorteio para a seleção dos domicílios localizados na interseção das duas áreas de interesse.

## **5.2 – QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA**

O questionário é um instrumento de coleta de dados formado por uma seqüência ordenada de perguntas. É uma técnica de baixo custo, que propicia uniformidade ao apresentar as mesmas questões para todas as pessoas, garante o anonimato e pode conter questionamentos para atender a finalidades específicas de uma pesquisa. Sua aplicação permite medir a satisfação do usuário, sendo um bom indicador de qualidade e, se aplicado criteriosamente, tem elevada confiabilidade (Barbosa, 1998).

Apesar dos pontos fortes, como a padronização das questões e a facilidade na conversão dos dados para o computador, o emprego do questionário também pode levar a erros. Deve-se ter cuidado com as respostas incorretas ou com a indução dessas em função de perguntas ambíguas ou da influência do pesquisador. Muitas vezes uma resposta é dada por medo de provocar um julgamento negativo. A sugestão pode ocorrer de forma direta, por meio de possíveis explicações das questões, ou mesmo indiretamente ainda que sem palavras, apenas com gestos, atitude ou tom de voz.

Para evitar esse tipo de erro é preciso investir na formação e treinamento do entrevistador. O processo de treinamento tem por objetivo capacitar os responsáveis pela coleta dos dados para que apliquem os conceitos de forma homogênea. Visa ainda a consolidação dos conhecimentos sobre o objetivo da pesquisa, metodologia, classificação de atividades, critério de aplicação dos questionários e procedimentos em casos de não-coleta. Nessa



etapa deve-se fornecer aos entrevistadores instruções claras de como proceder no campo, como abordar os respondentes e como preencher o questionário. Além disso, eles devem ser treinados para responder aos questionamentos formulados pelos moradores, sem induzi-los. O pesquisador deve ser treinado não apenas para a simples aplicação do questionário, mas também para confirmar as respostas dadas pelo usuário por meio de observação direta.

A apresentação inicial é fundamental para garantir uma relação de confiança entre o usuário e o entrevistador. Para isso, é necessário que ele se identifique, informe quem está promovendo a pesquisa, o porquê da realização da mesma e o motivo pelo qual o entrevistado deve responder ao questionário. A qualidade dos resultados depende da forma como o questionário for aplicado. O entrevistador deve mostrar-se imparcial, nunca mostrar surpresa ou desaprovar as opiniões de quem responde; deve ser educado e amigável; deve apresentar todas as perguntas de maneira exata, com as palavras que foram propostas, registrando fielmente as respostas.

A montagem de um questionário deve passar pelas etapas de definição clara do objeto de estudo e dos meios materiais necessários (orçamento e tempo), pela escolha de técnicas e redação, por uma aplicação prévia para corrigir erros e distorções, promovendo melhorias e aprimoramentos necessários, para então chegar a uma versão definitiva. O questionário deve ser limitado em extensão e finalidade. Deve conter de 20 a 30 perguntas e demorar no máximo 30 minutos para ser respondido (Rampazzo, 2002).

Existem vários tipos de questionário, sendo o pré-codificado um dos mais aplicados em pesquisas. Um questionário pré-codificado é um conjunto de questões fechadas já identificadas com um número ou código. As vantagens desse tipo de questionário são: a análise dos resultados de forma mais fácil e rápida e a simplicidade de resposta para o entrevistado.

No contexto desse trabalho, o questionário tem a função principal de obter informações socioeconômicas e relativas ao comportamento das pessoas frente ao uso da água na residência, para posteriormente associá-las aos dados medidos de consumo *per capita*. Para compatibilizar as informações levantadas com os dados secundários que se pretende

utilizar, propõe-se que o questionário empregue o mesmo código de identificação dos municípios usado pelo IBGE nos censos.

Com essa finalidade propõe-se um questionário simples, rápido e de fácil compreensão. As questões são fechadas, diretas e voltadas à obtenção das informações demandadas. É dividido em três partes, sendo a primeira relativa à identificação do domicílio de acordo com o código do IBGE e pelo nome da rua. Os dados serão tratados estatisticamente e não haverá divulgação de informações individuais.

No preenchimento dos campos propostos pelo IBGE para a identificação do domicílio pode-se recorrer ao documento chamado Divisão Territorial do Brasil, que é um relatório no qual se apresenta a classificação das unidades da federação bem como o código de registro dos municípios, distritos e subdistritos (IBGE, 2003).

O corpo do questionário consta de 16 questões, sendo sete relacionadas a aspectos sócio-econômicos e as demais ao abastecimento de água na residência, conforme Figura 5.3. A segunda parte trata exclusivamente dos dados sócio-econômicos, buscando identificar o número de moradores, o tipo de domicílio, escolaridade e faixa de renda da família. A terceira, e última parte aborda os dados específicos sobre o abastecimento que poderão informar sobre o uso da água no domicílio.

A aplicação do questionário terá outra função muito importante associada que é o convite formal ao morador para que participe da pesquisa, assumindo a responsabilidade conjunta com os pesquisadores de efetuar a medida em nível básico, monitorando o tempo de uso em cada aparelho sanitário da residência. O argumento mais forte para a participação voluntária dos usuários é que o conhecimento da quantidade de água necessária ao atendimento de suas necessidades básicas fornecerá subsídios para o controle social dos sistemas de abastecimento.



## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SÓCIO-ECONÔMICA

Pesquisa para Determinação da Cota *per capita* de Água para Consumo Residencial

### 1- IDENTIFICAÇÃO

1.01 – NÚMERO DO QUESTIONÁRIO \_\_\_\_\_

1.02 – UF 1.03 – MUNICÍPIO 1.04 – DISTRITO 1.05 – SUBDISTRITO 1.06 – SETOR

□□ □□□□□ □□ □□ □□□□

1.07 – LOCALIDADE: \_\_\_\_\_

1.08 – LOGRADOURO: \_\_\_\_\_

### 2- DADOS SÓCIO-ECONÔMICOS

#### 2.1 – TIPO DE DOMICÍLIO

1- CASA  2- APARTAMENTO  3- CÔMODO

#### 2.2 – ESCOLARIDADE DO RESPONSÁVEL PELA RESIDÊNCIA

1- NÍVEL FUNDAMENTAL INCOMPLETO

2- NÍVEL FUNDAMENTAL COMPLETO

3- NÍVEL MÉDIO INCOMPLETO

4- NÍVEL MÉDIO COMPLETO

5- NÍVEL SUPERIOR INCOMPLETO

6- NÍVEL SUPERIOR COMPLETO

#### 2.3 – RENDA MÉDIA DA FAMÍLIA

1- ATÉ 1 SALÁRIO MÍNIMO

2- 1 A 2 SALÁRIOS MÍNIMOS

3- 2 A 5 SALÁRIOS MÍNIMOS

4- 5 A 10 SALÁRIOS MÍNIMOS

5- MAIS DE 10 SALÁRIOS MÍNIMOS

#### 2.4 – NÚMERO DE CÔMODOS

1- UM

2- DOIS

3- TRÊS

4- QUATRO OU MAIS

#### 2.5 – NÚMERO DE MORADORES FIXOS

1- UM

2- DOIS

3- TRÊS

4- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 2.6 – MORADORES OCASIONAIS

1- UM

2- DOIS

4- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 2.7 – NESTE DOMICÍLIO EXISTE/ QUANTOS:

1- TELEVISOR: \_\_\_\_\_

2- GELADEIRA OU FREEZER: \_\_\_\_\_

3- VÍDEOCASSETE: \_\_\_\_\_

4- MÁQUINA DE LAVAR ROUPA: \_\_\_\_\_

5- FORNO DE MICROONDAS: \_\_\_\_\_

6- MICROCOMPUTADOR: \_\_\_\_\_

7- AUTOMÓVEL DE USO PARTICULAR: \_\_\_\_\_

8- APARELHO DE AR CONDICIONADO: \_\_\_\_\_

9- RÁDIO: \_\_\_\_\_

10- EMPREGADA MENSALISTA: \_\_\_\_\_

### 3 – DADOS ESPECÍFICOS

#### 3.1 – FORMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

1- REDE GERAL

2- POÇO OU NASCENTE

3- CISTERNA

4- OUTRA: \_\_\_\_\_

#### 3.2 – A ÁGUA USADA NO DOMICÍLIO CHEGA

1- CANALIZADA EM PELO MENOS UM CÔMODO

2- CANALIZADA NA PROPRIEDADE OU TERRENO

3- NÃO CANALIZADA

#### 3.3 – QUANTOS PONTOS DE ÁGUA HÁ NO DOMICÍLIO/ ONDE?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

#### 3.4 – NÚMERO DE BANHEIROS NO DOMICÍLIO

1- UM

2- DOIS

3- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 3.5 – TIPO DE DESCARGA

1- CAIXA ACOPLADA

2- VÁLVULA DE DESCARGA

4- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 3.6 – NÚMERO MÉDIO DE BANHOS POR MORADOR POR DIA

1- UM

2- DOIS

3- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 3.7 – TEM HIDRÔMETRO

1- SIM, COM COBRANÇA DE TARIFA

2- NÃO, COM COBRANÇA DE TAXA

3- NÃO, SEM COBRANÇA

#### 3.8 – FREQUÊNCIA DO ABASTECIMENTO

1- UMA VEZ POR SEMANA

2- DUAS OU MAIS VEZES POR SEMANA

3- DIÁRIO

4- OUTRO: \_\_\_\_\_

#### 3.9 – DÊ UMA NOTA (DE 0 A 10) PARA A QUALIDADE DA ÁGUA QUE CHEGA ATÉ A SUA RESIDÊNCIA/ PORQUE?

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBSERVAÇÕES: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 5.3: Esquema do questionário proposto.

A tabulação ocorrerá assim que todos os questionários tiverem sido respondidos e os dados obtidos serão lançados no banco de dados. A análise desses dados possibilitará estabelecer

uma relação entre o consumo *per capita* de água e aspectos sócio-econômicos determinantes.

No Brasil, atividades de pesquisa que envolvam seres humanos, direta ou indiretamente, são reguladas eticamente pelas Diretrizes e Normas de Pesquisa em Seres Humanos, por meio da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Assim, a utilização de uma ferramenta como um questionário está condicionada a uma prévia aprovação de um projeto de pesquisa por um Comitê de Ética em Pesquisa – CEP, associado à Comissão Nacional de Ética em Pesquisa – CONEP (Jahn *et al.*, 2005).

### **5.3 – MEDIÇÃO DO CONSUMO**

A determinação da cota *per capita* de água residencial e do perfil de consumo da população em estudo depende da medição e monitoramento dos volumes consumidos. Assim, a água fornecida aos usuários, correspondente ao volume que entra na residência, será acompanhada por meio de dados de micromedição de, no mínimo, doze meses, para incluir variações sazonais, férias e situações atípicas. Entretanto, um período maior de tempo pode ser considerado. Esses dados poderão ser obtidos junto ao prestador local do serviço de abastecimento de água.

Para garantir que os dados de hidrometração correspondem à realidade, toda a água consumida na residência deve ser proveniente da rede geral de abastecimento ou, caso exista outra fonte, o volume utilizado também deverá ser medido. O hidrômetro deve atender a uma única residência, o equipamento não deve ser alterado e os moradores devem permanecer os mesmos no período da pesquisa, para não haver interferências no padrão de consumo.

Posteriormente tais valores serão correlacionados com os volumes medidos para a determinação do balanço residencial de água. Para conhecer a distribuição do volume entre os diferentes pontos de consumo deve-se realizar medidas em cada um deles.

O acompanhamento de um grande número de domicílios impossibilita o emprego de técnicas avançadas de aquisição de dados, em função dos altos custos envolvidos. Assim, a medida da quantidade de água empregada em cada ponto de consumo deve ser feita em

nível básico, pela associação da vazão característica dos equipamentos hidrosanitários com o acompanhamento do tempo de uso, pelos próprios moradores.

A determinação da vazão característica do equipamento consistirá na abertura do ponto de consumo pelo usuário, para garantir o comportamento normal de uso, e o recolhimento da água em uma proveta graduada com capacidade volumétrica de 1 litro, pelo período de tempo de 10 segundos. Para cada ponto de consumo essa medida deverá ser repetida por, no mínimo, três vezes, conforme Tabela 5.4. A vazão final será a média das medidas, expressa em litros por segundo (L/s). Deve-se observar a existência de grandes variações de pressão na rede de abastecimento de água ao longo do dia, que possam alterar a vazão característica dos equipamentos. Nesses casos, deve-se repetir o procedimento de determinação em diferentes horários do dia para chegar até uma vazão média que representativa.

Tabela 5.4: Ficha para a determinação da vazão característica de equipamentos hidrosanitários residenciais.

Ponto de consumo	Tempo (s)	Medida de volume 1 (L)	Medida de volume 2 (L)	Medida de volume 3 (L)	Volume Médio (L)	Vazão Média (L/s)
Pia da cozinha	10	a	b	c	$V=(a+b+c)/3$	$Q=V/10$
Chuveiro	10					
Pia do banheiro	10					
Torneira	10					

Na seqüência, uma ficha de acompanhamento será colocada junto a cada ponto de consumo e os usuários serão encarregados de anotar o tempo durante o qual o equipamento foi acionado em cada uso durante o dia. Conforme o exemplo da Tabela 5.5, a pia do banheiro teria sido usada seis vezes durante o dia 29 de janeiro, com tempos variando de 15 segundos a um minuto por acionamento.

Tabela 5.5: Ficha de acompanhamento do consumo.

Semana 1					
Ponto de consumo: pia do banheiro					
Dia	Nº	Data	Nº de Acionamentos	Tempo de uso (seg)	
Seg	1	29/01/2007		15/ 60/ 25/ 60/ 60/ 40	
Ter	2	30/01/2007		80/ 60	
...	...				
Sáb	6				
Dom	7				

Quanto maior o período de acompanhamento maior a precisão das medidas porque os erros podem ser identificados, corrigidos e os usuários se familiarizam com o processo, gerando dados cada vez mais confiáveis. Entretanto, pela limitação de tempo comum às pesquisas e para ser menos invasivo com as famílias, sugere-se o acompanhamento, por meio das anotações, por dois meses em períodos distintos do ano para a verificação da sazonalidade. Propõe-se que esses meses sejam janeiro e julho por serem, além de estações climáticas distintas, coincidentes com as férias escolares, representando um período mais crítico de consumo.

Uma vez por semana um pesquisador deve coletar as fichas com as anotações e substituí-las por outras em branco, reforçando as instruções aos usuários. O controle semanal permite um melhor acompanhamento do processo. A primeira semana servirá como um treinamento dos usuários, com visitas periódicas do pesquisador para orientar e corrigir posturas incorretas como a não anotação, anotação errada, leitura errada do cronômetro etc. Espera-se que ao menos um habitante responsável pela residência seja capaz de fornecer as informações solicitadas de forma confiável.

O material necessário para essa etapa de medida pode ser visto na Tabela 5.6. Para a etapa de acompanhamento pelos usuários deve-se empregar apenas um lápis por ponto de consumo, o qual deve ficar preso à ficha de acompanhamento, e um cronômetro digital simples que será fixado nos locais onde não houver um relógio visível.

Tabela 5.6: Lista do material necessário às etapas de medição do consumo.

Processo	Material	Quantidade
Determinação da vazão característica	Proveta graduada de 1 litro	1
	Cronômetro	1
	Ficha para anotação	1
Acompanhamento dos consumos	Ficha padrão	1 por ponto de consumo
	Cronômetro	3

Uma das dificuldades encontradas na medição básica dos pontos de consumo refere-se ao volume gasto por descarga do vaso sanitário, quando o equipamento hidrossanitário é uma válvula de descarga. Como não será possível computar a vazão e o tempo de uso da mesma deve-se tentar estimá-lo por diferença, quando todos os outros usos forem conhecidos. Entretanto, não há precisão nessa estimativa porque podem existir vazamentos em diversos

pontos da instalação hidráulica residencial, perdas inerentes aos equipamentos hidrosanitários, além de outros motivos que levem à diferença observada.

Outra possibilidade para as residências que possuem válvula de descarga é ter o consumo determinado de acordo com a indicação da Tabela 3.13 ou conforme NBR 5626/98, que fornecem a vazão de projeto estimada para esse tipo de equipamento. Para as caixas de descarga acopladas pode-se identificar volume gasto em cada uso e anotar o número diário de acionamentos (ABNT, 1998).

Falhas na anotação por parte dos usuários, dados em branco, valores incorretos ou muito repetidos, devem ser analisados e, se necessário, descartados. A medição básica exige um compromisso muito grande do usuário para com a pesquisa, uma vez que a confiabilidade dos dados obtidos depende das suas anotações. Por isso, os usuários devem ser bem treinados e as fichas o mais claras e simples possível. As limitações desse método consistem justamente na dependência do entendimento da pesquisa por parte do morador/usuário e da assiduidade e precisão das anotações realizadas.

Após o período de medição básica, os registros devem ser organizados em um banco de dados e trabalhados para fornecer as informações desejadas. Entretanto, por ser um processo de medida altamente sujeito à falhas, sugere-se a adoção de um procedimento de aferição das medidas obtidas em nível básico. Assim, os domicílios deverão ser agrupados por faixa de consumo, de acordo com a classificação abaixo:

- Baixo consumo: até 80L/pessoa/dia;
- Médio consumo: entre 80 e 200L/pessoa/dia;
- Alto consumo: acima de 200L/pessoa/dia.

Com essa classificação, sugerida de acordo com indicações das referências bibliográficas, deve-se selecionar uma nova amostra estratificada por faixa de consumo para validação da distribuição estatística conseguida com a medida em nível básico. Nos domicílios re-selecionados deve-se proceder a uma medição avançada nos pontos de consumo.

O arranjo empregado na aferição deve ser o menos invasivo possível. Entretanto, a tecnologia empregada vai depender da abrangência da pesquisa e, principalmente, do custo associado a cada arranjo. Sempre que possível, sugere-se a instalação de um hidrômetro

volumétrico, com saída de sinal ótica, preferencialmente associado a um coletor e armazenador de dados tipo *datalogger*, de acordo com a Figura 5.4. Dessa forma, os pulsos de consumo poderão ser posteriormente convertidos em vazão.

Vários outros arranjos usando hidrômetros eletrônicos ou volumétricos em cada ponto de uso e *dataloggers* têm sido testados em experiências de medição de consumo de água no Brasil e os equipamentos necessários estão disponíveis no mercado brasileiro (Rocha *et al.*, 1998, Tamaki, 2003).

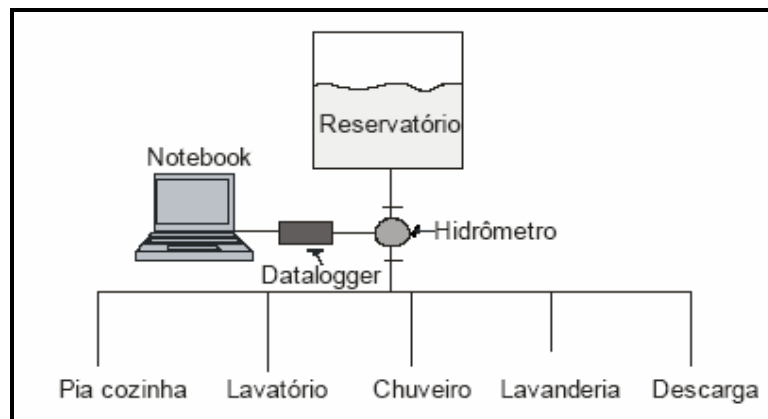


Figura 5.4: Esquema de instalação dos equipamentos de coleta de dados (Almeida *et al.*, 2006).

Ao final do período de aferição, que deve corresponder a um mês, deve-se realizar o tratamento estatístico dos dados obtidos pelas medições básicas e avançada para levantamento do real padrão de consumo de água domiciliar.

É preciso ter bastante cuidado quando da comparação entre o volume computado na micromedição, pelo hidrômetro, com o volume total usado nos pontos de consumo na medida básica e na aferição. Não se deve deixar de levar em conta as perdas existentes entre o hidrômetro e o reservatório domiciliar ou a interferência da caixa d'água durante os momentos de menor consumo, como ocorre nas primeiras horas da madrugada. Além disso, existem também perdas inevitáveis que ocorrem nos equipamentos. Assim, para atender as necessidades básicas da população, tais diferenças devem ser identificadas e o volume necessário para consumo humano deve ser ampliado por meio de um fator de correção que pode ser, por exemplo, o percentual de perdas internas por ligação do sistema.



## 5.4 –BANCO DE DADOS

A medição feita de forma sistemática gera muitos registros que devem ser trabalhados antes de serem apresentados como resultado. Assim, uma forma simples e prática de organizá-los é criar um banco de dados integrado, capaz de auxiliar na tomada de decisões. Um banco de dados é uma ferramenta fundamental em pesquisas, é um sistema de armazenamento cujo objetivo é registrar e manter dados considerados significativos, agrupados com uma finalidade. Serve para classificar, pesquisar e administrar uma grande quantidade de registros utilizando operações padronizadas.

Define-se base de dados como um conjunto de dados logicamente relacionados. O dado em si é o valor de um campo de armazenamento, matéria prima para a obtenção de informações e a informação é obtida dos dados compilados e processados de acordo com a solicitação de consultas e análises.

O tratamento dos dados pode ocorrer de forma simplificada, por meio de planilhas eletrônicas nas quais os dados são organizados de forma lógica, ou ainda, com o aumento do volume de dados, pode-se demandar um tratamento mais sofisticado que conte com programas de computação desenvolvidos em linguagem de programação e com uma interface compatível com a necessidade do usuário (Rocha *et al.*, 1998). Há uma grande variedade de bancos de dados, desde simples tabelas armazenadas em um único arquivo até programas com milhões de registros. Destaca-se que os projetos lógico e funcional do banco de dados devem ser capazes de prever o volume de informações armazenado. A tecnologia empregada na montagem de um banco de dados pode ser tão sofisticada quanto se deseje, mas isso depende de fatores como necessidade e custo.

Existem no mercado muitos softwares específicos para a confecção e o gerenciamento de banco de dados. Entretanto, o modelo de dados mais adotado hoje em dia é o relacional, onde as estruturas têm a forma de tabelas, compostas por linhas e colunas. A apresentação dos dados pode ser semelhante à de uma planilha, porém os sistemas de gestão de banco de dados possuem características especiais para o armazenamento, classificação e recuperação dos dados. Cada relação pode ser entendida como um arquivo de registros (Takai *et al.*, 2005).

Assim, para atender a uma ampla variedade de sistemas em diferentes realidades, optou-se por sugerir alguns dos campos que devem compor tabelas ou planilhas com o objetivo de fornecer as informações básicas desejadas nessa pesquisa, da forma mais simples possível. Os campos que compõem as planilhas são apenas exemplos sugeridos, não sendo limitantes ou excludentes de outras possibilidades e combinações, nem do emprego de softwares mais sofisticados.

Então, para montar as tabelas-exemplo, utilizou-se o aplicativo *Microsoft Excel*® por ser um dos mais disponíveis e facilmente encontrados no mercado, além de possuir uma interface amigável com o usuário. O *Excel*® é um programa de planilha eletrônica desenvolvido pela *Microsoft*® como aplicativo do *Windows*® que fornece ferramentas para calcular, armazenar e trabalhar com lista de dados, criar relatórios e gráficos, sendo recomendado para planejamentos, previsões, análises estatísticas, simulações e manipulação numérica em geral.

Destaca-se que qualquer outro aplicativo capaz de criar e operar planilhas eletrônicas, como os encontrados em softwares livres, pode ser empregado, a depender da realidade na qual a pesquisa for desenvolvida, servindo as indicações aqui apresentadas apenas como norteadoras.

A proposição dos campos levou em consideração as fontes de dados disponíveis. De acordo com a proposta metodológica, deve-se dispor de dados primários e secundários provenientes de diferentes fontes. Os dados primários serão levantados junto à comunidade por meio da aplicação do questionário e das medidas referentes ao consumo de água nos pontos de uso (medida básica e aferição). Já os dados secundários são provenientes da hidrometração, do IBGE, do PACS e de outras fontes oficiais de interesse para cada microárea específica.

As residências estudadas devem ser agrupadas por setor, conforme o Plano de Amostragem apresentado no Tópico 5.1, sendo o setor aqui considerado como a área geográfica coincidente entre o setor censitário adotado pelo IBGE e a área de atuação do PACS. Assim, as Tabelas 5.7 e 5.8 referem-se ao armazenamento dos dados primários obtidos com a aplicação do questionário.

Tabela 5.7: Sistematização dos dados sócio-econômicos abordados no questionário.

Setor	Residências	Tipo de domicílio	Renda média (Salários Mínimos)	Classe econômica	Nível de escolaridade	Nº de cômodos	Nº de moradores
A		R1					
		R2					
		R3					
		R4					
B		R5					
		R6					
		R7					
		R8					
		R9					
		R10					
C		R11					
		R12					
		R13					
		R14					
		R15					
	...						
N	Rn						
		Total					
		Média					
		Desvio Padrão					

Tabela 5.8: Sistematização dos dados específicos sobre o consumo de água abordados no questionário.

Setor	Residências	Tipo de abastecimento	Forma de acesso	Nº de pontos de água	Micromedição	Cobrança	Frequência de abastecimento	Nº de banheiros	Qualidade da água
A		R1							
		R2							
		R3							
		R4							
B		R5							
		R6							
		R7							
		R8							
		R9							
		R10							
C		R11							
		R12							
		R13							
		R14							
		R15							
N	Rn								
		Total							
		Média							
		Desvio Padrão							

As informações sistematizadas serão posteriormente correlacionadas com a cota *per capita* e poderão permitir uma análise detalhada do padrão de consumo residencial de água frente à variação de fatores como renda, classe social, características da habitação, número de pontos de água e mesmo o nível de escolaridade do chefe da família. Com relação aos dados específicos, além de fornecer uma indicação do padrão de uso, espera-se que os aspectos referentes ao processo operacional do prestador de serviço possam ser avaliados sob a ótica de melhorar e ampliar o abastecimento de água para a população.

A determinação da classe de renda será feita de acordo com o critério da Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa – ABEP, que divide a população em categorias segundo o seu potencial de consumo. Para tanto, cria-se uma escala de classificação sócio-econômica por meio da atribuição de pesos a um conjunto de itens de conforto doméstico e ao nível de escolaridade do chefe da família (ABEP, 2003). Essa metodologia foi escolhida por utilizar indicadores simples e fáceis de serem obtidos com a aplicação do questionário.

A questão sobre a qualidade da água será respondida por meio de uma pontuação, sendo zero (0) a nota mínima e dez (10) a nota máxima, referente à total satisfação do usuário com a qualidade da água recebida. Indicará a percepção do usuário sobre a qualidade da água que está consumindo e poderá ser uma informação correlacionada com a situação de saúde do setor ou do bairro.

Os dados primários de medição e aferição do consumo serão agrupados inicialmente por residência. Tendo como entrada o volume consumido diariamente em cada equipamento hidrossanitário, a planilha fará automaticamente o cálculo da cota *per capita* por dia e no mês do estudo usando as informações sobre a vazão característica de cada equipamento e o número de habitantes na residência, conforme a Tabela 5.9.

Tabela 5.9: Sistematização dos dados primários referentes à medição e aferição do consumo, por residência.

Residência 1  
 Setor A  
 N° de moradores X

Dia	Pia da cozinha			Descarga			Chuveiro			Pia do banheiro			Lavadora/torneira			Total
	Vazão Característica (L/s)=			Vazão Característica (L/s)=			Vazão Característica (L/s)=			Vazão Característica (L/s)=			Vazão Característica (L/s)=			
	Tempo de Uso (s)	Volume (L)	Cota per capita (L/pessoa/dia)	Tempo de Uso (s)	Volume (L)	Cota per capita (L/pessoa/dia)	Tempo de Uso (s)	Volume (L)	Cota per capita (L/pessoa/dia)	Tempo de Uso (s)	Volume (L)	Cota per capita (L/pessoa/dia)	Tempo de Uso (s)	Volume (L)	Cota per capita (L/pessoa/dia)	
1																
2																
3																
4																
5																
6																
7																
8																
9																
10																
...																
28																
29																
30																
31																
Total																
Média																
Desvio Padrão																
(%)																

Posteriormente esses dados serão agrupados, podendo ser analisados por setor, por bairro ou globalmente para todo o município, conforme a Tabela 5.10.

Tabela 5.10: Sistematização dos dados primários referentes à medição e aferição do consumo, agrupados por setor.

Setor	Residência	Cota <i>per capita</i> média mensal (L/pessoa/dia)					Total
		Pontos de Consumo					
		Pia da Cozinha	Descarga	Chuveiro	Pia do Banheiro	Lavandeira / Torneira	
A	R1						
	R2						
	R3						
B	R4						
	R5						
N	R6						
	...						
	Rn						
Total							
Média							
Desvio Padrão							
Percentual (%)							

As medidas podem ser organizadas e apresentadas na forma de gráficos. Como resultado direto da pesquisa, pode-se construir um gráfico tipo pizza, para informar o padrão de consumo, em percentual (%), por setor e para o município, permitindo uma identificação rápida dos pontos com maior impacto no uso residencial de água, conforme a Figura 5.5.

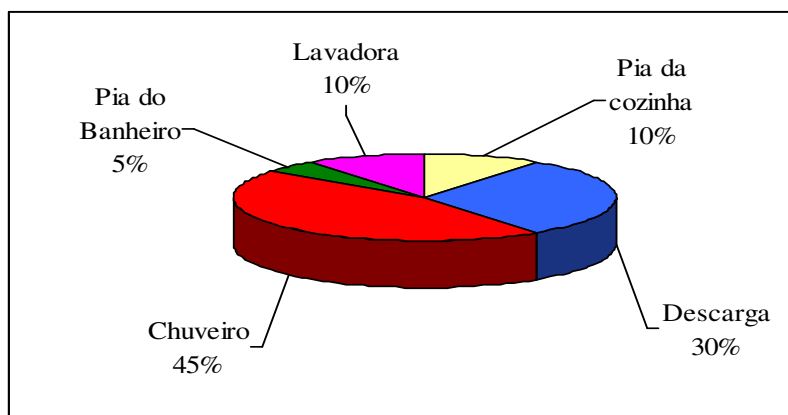


Figura 5.5: Exemplo de padrão de consumo de água residencial por equipamento hidrossanitário.

Com o acompanhamento dos dados secundários de hidrometração por residência e agrupados por setor, como mostram as Tabelas 5.11 e 5.12, pode-se calcular a cota *per capita* efetiva de água distribuída e compará-la àquela obtida junto aos pontos residenciais de consumo, permitindo a identificação de anormalidades como vazamentos ou problemas no hidrômetro.

Tabela 5.11: Sistematização dos dados secundários referentes à hidrometração, por residência.

Residência	1		
Setor	A		
Nº de Habitantes	X		
	Volume consumido (M3/mês)	Cota <i>per capita</i> média (L/pessoa/dia)	
Mês			
Jan			
Fev			
Mar			
Abr			
Mai			
...			
Nov			
Dez			
Total			
Média			
Desvio Padrão			

Tabela 5.12: Sistematização dos dados secundários referentes à hidrometração, por setor.

Setor	Residência	Volume consumido (M3/mês)	Número de Habitantes	Cota <i>per capita</i> média mensal (L/pessoa/dia)
A	R1			
	R2			
B	R3			
	R4			
N	R7			
	...			
	Rn			
Total				
Média				
Desvio Padrão (%)				

Os dados secundários referentes a aspectos sócio-econômicos e de saúde podem ser encontrados em bases confiáveis como o IBGE e o Programa de Agentes Comunitários da Saúde – PACS. A escolha desses dados levar em conta a proteção à saúde da população, mas pode-se sugerir a correlação da cota *per capita* de água com vários fatores como o PIB *per capita*, o Índice de Desenvolvimento Humano – IDH, a população do município, taxa de mortalidade infantil, gasto público com a saúde, número de profissionais de saúde por habitante, internações ou atendimento por doenças diarréicas, prevalência de diarreia em menores de 2 anos, dentre outros.

Pode-se ainda obter dados operacionais, com o prestador de serviço local de abastecimento de água, como o número de ligações e de economias, percentual de ligações inativas ou o percentual de micromedição do sistema de abastecimento de água para correlacionar com a cota *per capita*. Todos esses fatores podem ajudar a entender a relação das pessoas com a água e a perceber os impactos que a indisponibilidade ou a falta de abastecimento podem gerar à saúde da população.

Os dados de consumo *per capita* deverão sofrer um tratamento estatístico para se ter o conhecimento da sua variabilidade e favorecer a análise, gerando informações confiáveis (Silva e Rocha, 1999). Assim, além das medidas comuns de tendência central (média) e de variabilidade (desvio padrão), deve-se buscar outras medidas estatísticas, como valor mínimo e máximo, para a descrição do comportamento da amostra. Quando um fenômeno depende de muitas variáveis, como é o caso do consumo *per capita* de água, não basta conhecer informações estatísticas isoladas, deve-se proceder também a uma análise multivariada dos dados.

A análise de regressão é também uma ferramenta estatística baseada na relação entre variáveis quantitativas para prever uma delas a partir das outras. A cota *per capita* residencial pode ser, por exemplo, prevista em função de variáveis como a renda média familiar, o porte populacional, o tipo de abastecimento, dentre outras (Yoshida *et al.*, 1999). Essa técnica tem sido amplamente empregada em estudos de consumo de água e, para tanto, deve-se escolher variáveis significativas, dentre as levantadas, para compor o modelo de regressão linear múltipla, na forma da Equação 5.2 (Fernandes Neto *et al.*, 2004).



$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \varepsilon \quad (\text{Equação 5.2})$$

O modelo de regressão deve ser o mais simples possível, composto por um número limitado de variáveis independentes. Os coeficientes  $\beta$  são estimados e testados por meio de ajustes até chegar ao modelo final. É preciso dispor de conjuntos de dados confiáveis para a proposição e posterior ajuste do modelo. Uma boa análise de regressão permite descrever a relação entre o uso da água e os parâmetros selecionados, ter controle administrativo sobre os sistemas de abastecimento com o estabelecimento de padrões de consumo específicos e fazer previsões com mais segurança (Yoshida *et al.*, 1999).

Com isso, espera-se que o emprego do banco de dados, composto por planilhas simplificadas, seja útil na sistematização e análise dos dados primários e secundários obtidos, resultando no conhecimento sobre o consumo residencial de água, sua relação com fatores interferentes e oportunidades de melhorias nos sistemas de abastecimento visando à universalização do serviço.

## **5.5 – A BUSCA PELA COTA *PER CAPITA* MÍNIMA**

Empregando as ferramentas descritas até aqui será possível chegar a uma cota *per capita* efetiva de água para consumo residencial. No entanto, há também um grande interesse social em identificar o volume mínimo de água suficiente para a manutenção da saúde da população, o que poderia nortear políticas públicas voltadas à universalização do abastecimento, além de ampliar o conhecimento científico acerca da necessidade humana de água.

A cota *per capita* mínima é o menor volume a ser consumido por um indivíduo em um dia, suficiente para a satisfação das suas necessidades básicas e manutenção da sua saúde, é aquela proveniente do uso necessário de água, sem contar com os desperdícios ou com as perdas existentes nos usos residenciais. Por isso, imagina-se que ela seja inferior ao consumo residencial que pode ser medido, como ilustra a Figura 5.6.

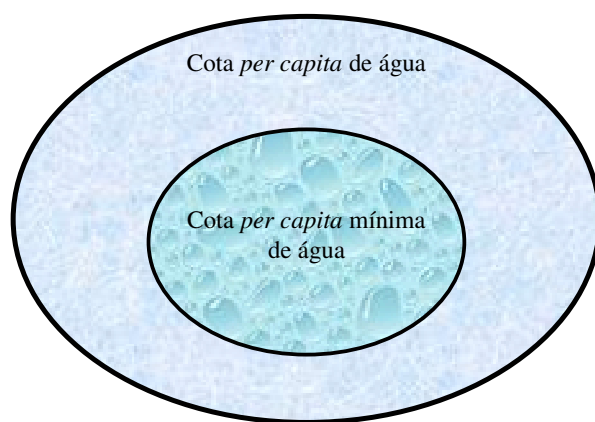


Figura 5.6: Cota *per capita* e cota *per capita* mínima de água.

A definição de uma cota *per capita* mínima de água depende não apenas de uma avaliação das necessidades fisiológicas das pessoas como de uma análise mais ampla de aspectos antropológicos relacionados ao uso da água. Além das variáveis climáticas e estruturais existem os hábitos, a cultura local, as questões religiosas, como a lavagem de mãos e pés antes das orações, e vários outros fatores que dificultam a obtenção de um volume mínimo a ser adotado.

A grande dificuldade em modelar todos os fatores interferentes faz com que a simples medição do consumo não seja capaz de levar à uma cota *per capita* mínima de água. O número ideal de banhos por dia e sua duração, o volume de água mínimo que garanta o preparo dos alimentos, o volume suficiente para manter a salubridade da residência dentre outros, são condicionantes da cota *per capita* mínima a ser definida.

Na prática não existem pesquisas de campo para a obtenção de uma cota *per capita* mínima de água. O que se faz é tentar associar os usos básicos a volumes considerados suficientes, como apresentado por Gleick (1996) e Howard e Bartram (2003). Há ainda um trabalho da Organização Mundial de Saúde sobre a quantidade de água necessária para usos domésticos em situações de emergência (WHO, 2005). No dia-a-dia, não seria ético impor restrições ao consumo de água de uma família para avaliar qual cota *per capita* mínima poderia ser empregada sem levar a prejuízos à saúde ou à qualidade de vida.

Assim, deve-se avaliar a forma como a água vem sendo usada nas residências na tentativa de gerar mecanismos ou ferramentas que possam identificar as necessidades básicas da população e associa-las a um volume mínimo.

### 5.5.1 – Consulta a especialistas

Uma forma de tentar identificar uma cota *per capita* mínima de água para consumo humano é realizar uma consulta a especialistas da área de saúde, com o objetivo de associar aos usos básicos uma frequência ou volume mínimo de consumo suficiente para a manutenção da saúde. Assim, pode-se aplicar uma ficha como a ilustrada na Figura 5.7 à especialistas da área de saúde para obter uma indicação do uso mínimo de água.

Nessa consulta pode-se recorrer a profissionais das especialidades clínica médica, endocrinologia, nutrição, oftalmologia, cardiologia, neurologia, epidemiologistas, dentre outras, por serem as que atuam mais diretamente com os impactos da ausência da água sobre o corpo humano.

Avisão de especialistas de diferentes áreas poderá proporcionar descobertas sobre a demanda biológica de água associada aos diferentes usos domésticos. Um clínico geral poderá, por exemplo, informar qual o volume médio de fezes e urina excretado por um indivíduo saudável e isso dará uma idéia da quantidade de água necessária, de acordo com a tecnologia empregada, para afastar esses dejetos gerando impactos positivos à saúde.

Da mesma forma, um nutricionista poderá opinar, com base na sua experiência e embasamento científico, qual o volume de água suficiente para o preparo de refeições balanceadas e com valor nutricional adequado à manutenção da saúde, bem como para ingestão direta.

Espera-se obter como resultado uma justificativa, do ponto de vista da saúde, para a proposição de uma cota *per capita* mínima de água, como exemplificado na Tabela 5.13.

Tabela 5.13: Indicação de cota *per capita* mínima de água para consumo humano.

Uso Básico	Cota <i>per capita</i> mínima (L/pessoa/dia)
Ingestão	3
Banho	32
Higienização do ambiente	7
Descargas em vaso sanitário	18
Abluções	4
Preparo dos alimentos	16
<b>TOTAL</b>	<b>80</b>


	<p>Universidade de Brasília - UNB          Departamento de Engenharia Civil e Ambiental - ENC          Programa de Pós Graduação em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos - PTARH</p>	
<p><b>PROPOSIÇÃO DE MÉTODO PARA DEFINIÇÃO DE COTAS <i>PER CAPITA</i>          MÍNIMAS DE ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO</b></p> <p><i>CONSULTA A ESPECIALISTAS</i></p>		
<b>Identificação</b>		
Nome: _____	CRM: _____	
Especialidade: _____		
<b>Informações Solicitadas</b>		
<p>Estab eleczer uma hierarquia entre os usos domésticos de água, numerando os mesmos em ordem crescente de importância.</p>		
(a) Água para abluções.....	<input type="checkbox"/>	
(b) Água para descarga em vasos sanitários.....	<input type="checkbox"/>	
(c) Água para banho.....	<input type="checkbox"/>	
(d) Água para ingestão.....	<input type="checkbox"/>	
(e) Água para limpeza da casa/utensílios.....	<input type="checkbox"/>	
(f) Água para lavagem de roupas.....	<input type="checkbox"/>	
(g) Água para preparo dos alimentos.....	<input type="checkbox"/>	
<p>Indicar um volume aconselhável para cada uso, visando a manutenção da saúde do indivíduo.</p>		
(a) Água para abluções.....	Litros/pessoa/dia	
(b) Água para ingestão.....	Litros/pessoa/dia	
(c) Água para preparo dos alimentos.....	Litros/pessoa/dia	
<p>Indicar a frequência mais indicada para cada atividade envolvendo a água.</p>		
-Ingestão:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa por dia)
-Banho:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa por dia)
-Descarga em vasos sanitários:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa por dia)
-Limpeza da casa/utensílios:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa <b>por semana</b> )
-Lavagem de roupas:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa <b>por semana</b> )
-Preparo dos alimentos:		
<input type="checkbox"/> Uma	<input type="checkbox"/> Duas	<input type="checkbox"/> Três ou mais (vezes por pessoa por dia)

Figura 5.7: Modelo de Ficha para consulta a especialistas.

Os resultados dessa consulta, depois de filtrados e trabalhados estatisticamente, poderão ser confrontados com os da pesquisa proposta para obtenção da cota *per capita* residencial de água e assim poderá ser feita uma análise da sua validade. Ainda empregando os resultados da pesquisa, poderá se observar a incidência de doenças relacionadas com a indisponibilidade de água, como a desidratação, diarreia e tracoma, nas diferentes faixas de consumo residencial de água para avaliar a proposição dos especialistas.

### **5.5.2 – Identificação de oportunidades de redução de consumo**

Observa-se que no consumo residencial de água há ainda muitos hábitos e costumes que favorecem o desperdício, fazendo com que grande parte da água utilizada seja perdida durante as atividades domésticas. Assim, a identificação desse volume pode levar a uma boa aproximação da cota *per capita* mínima.

A mudança de comportamento, fruto da conscientização da problemática envolvendo a escassez da água doce no mundo, é o primeiro passo para a identificação de oportunidades de melhoria. Ações como fechar a torneira ao se ensaboar, se barbear e escovar os dentes; a redução do tempo de banho; uso de toda a capacidade das máquinas de lavar roupas e louças; lavagem de carros e áreas externas à residência com panos úmidos e baldes em detrimento da mangueira, reduzem consideravelmente o consumo de água em uma residência.

O emprego de equipamentos economizadores de água também tem-se mostrado efetivo na redução do consumo. Uma pesquisa realizada em Belo Horizonte entre julho de 2004 e janeiro de 2005, com emprego desses equipamentos em domicílios de famílias de baixa renda apresentou uma redução de 7,5% no volume de água gasto nas residências (Vimieiro e Pádua, 2005).

A utilização de equipamentos economizadores de água como caixas acopladas que reduzem de 20 para 6 litros por descarga, torneiras de pias e lavatórios, bem como o avanço tecnológico com redução de consumo em máquinas de lavar pratos e roupas, associados aos aumentos das tarifas praticadas pelos prestadores de serviço de abastecimento de água, são os responsáveis pela redução de mais de 36% no volume de água distribuído em 367 municípios do estado de São Paulo, operados pela SABESP, segundo uma pesquisa realizada entre os anos de 1998 e 2003 (Martins, 2005). Destaca-se que o elevado custo de equipamentos economizadores de água ainda é uma restrição à redução do consumo pela substituição dos aparelhos sanitários convencionais, sendo um impedimento à mudança de comportamento da população, em especial a de mais baixa renda.

Utilizando os valores mínimos e máximos obtidos para cada uso com a pesquisa de determinação da cota *per capita* residencial de água, associados às condições locais, pode-se tentar entender o padrão de consumo e identificar as atividades nas quais é possível reduzir o emprego da água, estabelecendo um volume mínimo que atenda às necessidades básicas da população.

Além disso, pode-se medir os consumos residenciais antes e após campanhas educacionais de conscientização para o uso racional da água, com o intuito de conhecer o impacto provocado na redução do volume. A depender da confiabilidade desse tipo de pesquisa, o percentual de redução obtido poderá dar uma idéia da cota *per capita* mínima de água para consumo humano.

## **5.6 – MODELO EXPLICATIVO DO PADRÃO DE CONSUMO**

Conhecendo-se a cota *per capita* de água para consumo humano no Brasil e identificando as áreas nas quais a disponibilidade deve ser ampliada, é preciso ter mecanismos para avaliar os impactos das melhorias de acesso à água na saúde da população atendida. Isso pode ser feito por meio de um acompanhamento dinâmico das alterações ocorridas, de acordo com um modelo pré-definido.

A ciência consiste no aprendizado sobre um fenômeno por meio da construção de modelos que consigam descrever a teoria para chegar ao fenômeno (Pereira e Louzada Neto, 2004). Comumente para explicar processos são usados modelos que visam simplificar a realidade. Aqui será usado um modelo de causa e efeito buscando uma aproximação dos sistemas e serviços de abastecimento de água, para compreender os fatores que levam à intermitência e fazem com que o acesso à água seja dificultado, bem como os impactos dessa falta de água na saúde da população.

O Modelo FPEEEA - Força Motriz/Pressão/Estado/Efeito/Exposição/Ação - foi proposto pela Organização Mundial da Saúde – OMS, na busca pelos impactos da salubridade ambiental na saúde humana. Faz parte desse contexto o projeto HEADLAMP (*Health and Environment Analysis for Decision-making* – Análise da Saúde e do Meio Ambiente para a Tomada de Decisão), que promove estudos com o objetivo de entender as relações entre

meio ambiente e saúde, subsidiando a definição de políticas e estratégias para estes setores (Borja e Moraes, 2001).

Esse modelo parte de uma matriz causal que engloba as ações do serviço de saneamento necessárias para atingir altos índices de salubridade ambiental por meio do entendimento de como as ações de saneamento refletem-se nas condições ambientais e, em consequência, na saúde e bem estar humanos (Daniel *et al.*, 2004).

Apesar do modelo original ser aplicado a vários impactos e aspectos ambientais, especificamente aqui serão abordados os aspectos referentes apenas ao abastecimento de água, visando entender as deficiências dos sistemas existentes e fornecer indicadores simples para o acompanhamento operacional dos mesmos visando a universalização do abastecimento.

O FPPEEA fundamenta-se em seis grandes categorias de análise (Augusto e Branco, 2003; Maciel *et al.*, 1999, Cabral, 2004):

- Forças Motrizes - são os fatores gerais que influenciam os processos ambientais e que podem afetar a saúde humana, estabelecendo vínculos indiretos entre os riscos ambientais e os efeitos reais de saúde. Representam o modelo de desenvolvimento vigente, responsável pelas atividades e fontes de poluição e de degradação ambiental como o crescimento da população, desenvolvimento econômico e tecnológico, a pobreza e a rapidez da industrialização e urbanização;
- Pressão - é composta por um conjunto de características das atividades humanas e estão subordinadas às forças motrizes. Também aqui a influência é indireta. As pressões sobre o meio ambiente e a saúde podem ser devidas à indústria, agricultura, transporte e energia, produção, consumo, disposição de resíduos, etc.
- Estado - é referente ao nível no qual se encontra o ambiente, às condições gerais submetidas às pressões existentes. O estado está constantemente sujeito a mudanças que podem ter consequências locais, regionais ou nacionais. São exemplos de estados os riscos naturais, disponibilidade de recursos e níveis de poluição.

- **Exposição** - refere-se aos riscos produzidos à saúde ambiental e humana, ou seja, é uma etapa que surge da relação entre o ambiente e o grupo exposto. É uma condição fundamental para que a saúde seja afetada por condições adversas do meio ambiente. Exposição externa, dose de absorção e dose orgânica são exemplos de exposição.
- **Efeito** - é o resultado da submissão à exposição e apresenta uma grande variabilidade em função do tipo, magnitude e intensidade, do nível de risco, do nível de exposição, da situação de saúde, idade e formação genética do indivíduo. Exemplos de efeitos: intoxicação, envenenamento, bem estar, morbidade, mortalidade; e
- **Ações** - são as medidas de promoção e proteção da saúde humana e do ambiente. Ocorrem em todas as etapas anteriores em diferentes níveis de gestão, variando de políticas públicas a tratamentos específicos para um dado efeito. Podem ser de curto prazo e de caráter reparador ou de longo prazo e preventivas.

Um esquema do modelo FPPEEA pode ser visto na Figura 5.8 na qual se observa os componentes descritos anteriormente formando os elos da cadeia de causa e efeito. As ações para esses estágios seriam, respectivamente, políticas sociais e tecnologias limpas, gerenciamento de riscos, monitoramento ambiental, educação e uso de EPI e tratamentos específicos.

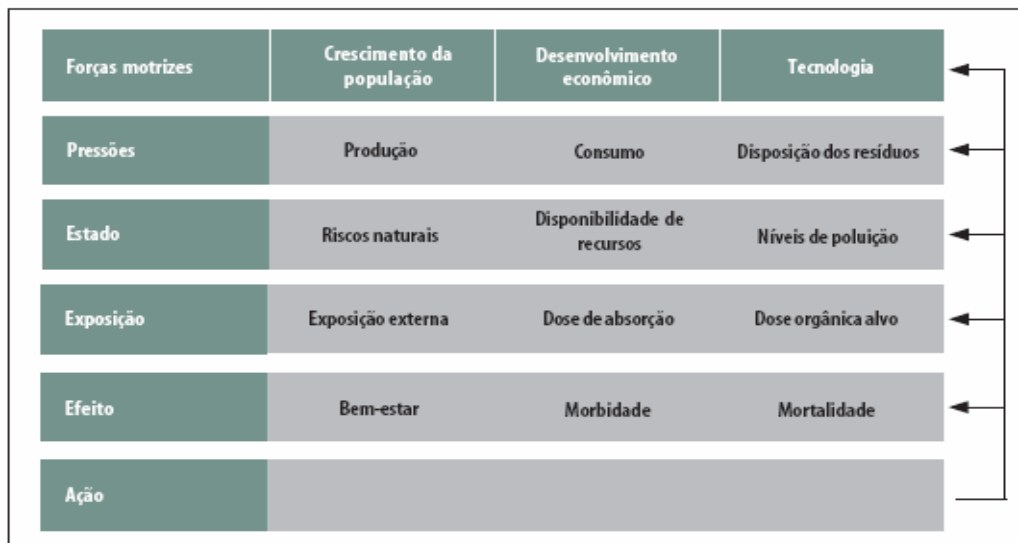


Figura 5.8: Modelo FPPEEA: cadeia de Desenvolvimento – Meio Ambiente – Saúde (Von Schirnding, 1998 *apud* Brasil, 2004b).



A relação de causalidade baseia-se na associação entre alguns condicionantes ambientais e a falta de saneamento, que aqui se configura na indisponibilidade de água portátil em quantidade suficiente, gerando efeitos negativos sobre a saúde (Brasil, 2004b). Nesse contexto, a cadeia de causa e efeito fundamenta-se no fato das forças motrizes do desenvolvimento, como a urbanização e o crescimento desordenado criarem pressões sobre os recursos hídricos, na forma de inexistência de sistemas e serviços de abastecimento de água, promovendo estados de déficits ou ausência de abastecimento e falta de higiene pessoal, que podem expor a população aos riscos provenientes do consumo insuficiente de água e conseqüentemente provocar efeitos como o aumento da morbi-mortalidade por doenças relacionadas com a falta de água em quantidade suficiente como doenças diarréicas, tracoma, escabiose etc.

Cabral (2004) fez uma reformulação na matriz de causa e efeito proposta pela OPAS (Brasil, 2004b) para as ações de saneamento, buscando modificar e agrupar alguns campos de análise de forma a simplificar a estrutura do modelo e deixa-lo mais exeqüível, mas não comprometendo as relações existentes na cadeia original. Assim, considerando apenas os aspectos relativos à quantidade de água distribuída e seus impactos na saúde, tem-se a Figura 5.9 que mostra a estrutura geral do modelo.

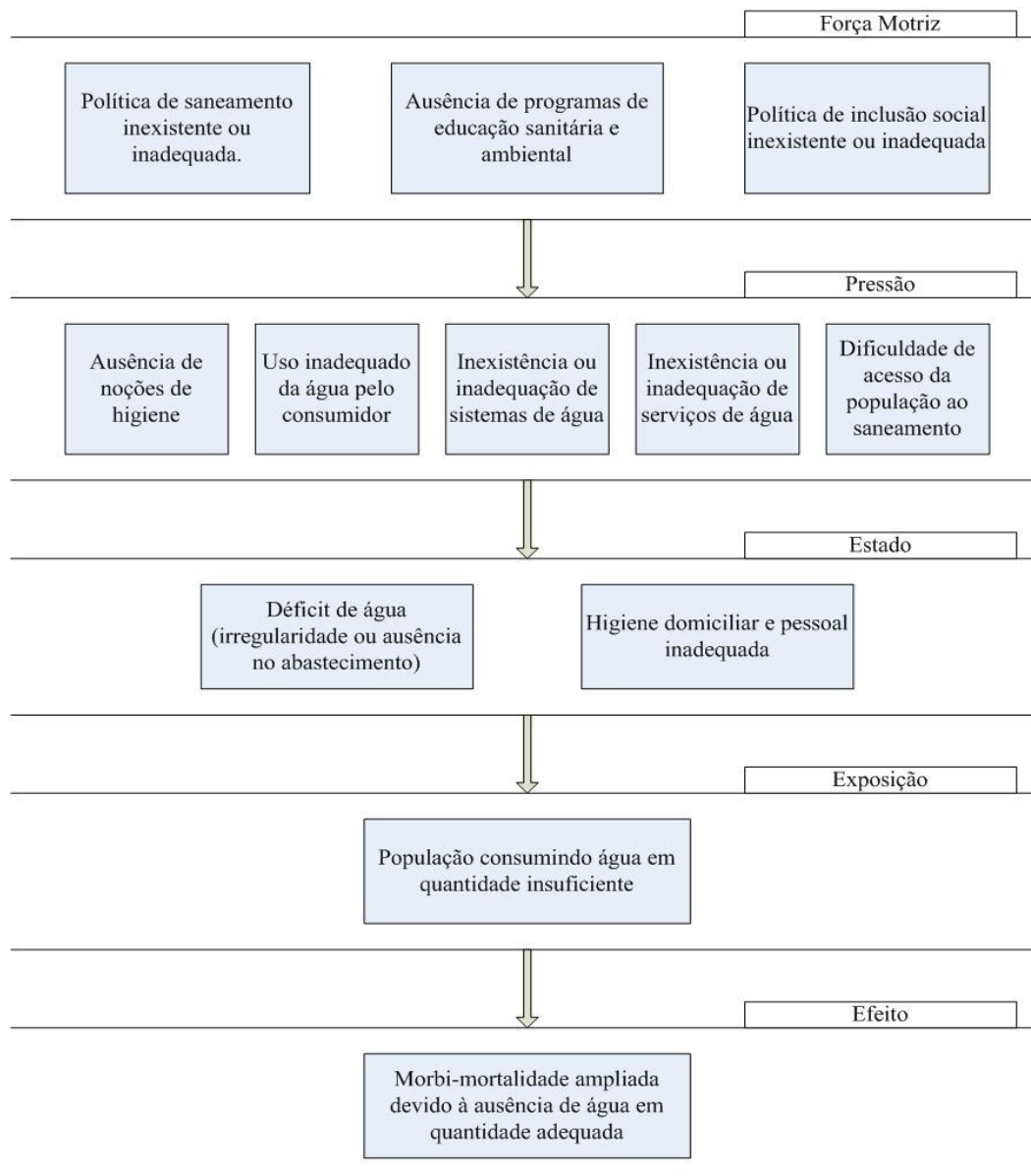


Figura 5.9: Modelo FPEEEA: cadeia de Desenvolvimento – Meio Ambiente – Saúde (Cabral, 2004 - modificado).

Nesse contexto, define-se como déficit de água toda quantidade inferior a 80L/pessoa/dia; a higiene domiciliar inclui a limpeza de compartimentos, utensílios e componentes domésticos, alimentos e roupas e a higiene pessoal inclui banho, lavagem de olhos, faces, mãos e escovação de dentes. Assim, população consumindo água em quantidade insuficiente implica em todos os consumos inferiores a 80L/pessoa/dia (Cabral, 2004). A Tabela 5.14 apresenta alguns indicadores, bem como a sua forma de cálculo, que se propõem a avaliar a cadeia expressa na Figura 5.10.

Tabela 5.14: Indicadores selecionados segundo seus campos de análise (Cabral, 2004-modificado).

Pressão - Inexistência ou inadequação de sistemas de água	
Indicador	Método de cálculo
Capacidade de produção de água bruta	$\text{Volume (ou vazão) de água captada} \times 100 / \text{disponibilidade hídrica do manancial}$
Disponibilidade de água bruta para abastecimento público	$\text{Disponibilidade hídrica do manancial} / \text{população total do município}$
Cobertura de atendimento geral de água	$\text{Quantidade de economias com ligação de água} \times 100 / \text{quantidade total de economias}$
Pressão - Inexistência ou inadequação de serviços de água	
Indicador	Método de cálculo
Eficiência nas ligações	$\text{Somatório dos tempos de espera para ligação de água} / \text{N}^\circ. \text{ total de pedidos de ligação}$
Perda total na distribuição	$(\text{volume distribuído} - \text{volume consumido}) \times 100 / \text{Volume distribuído}$
Pressão – Uso inadequado de água pelo consumidor	
Indicador	Método de cálculo
Índice de consumo per capita	$\text{Consumo per capita local} / \text{Consumo per capita padrão (OMS ou outro)}$
Pressão – Dificuldade de acesso da população ao saneamento	
Indicador	Método de cálculo
Índice de modicidade tarifaria	$(\text{Tarifa média praticada} \times \text{vol. Consumido}) \times 100 / \text{renda média familiar}$
Percentual de pobres	IDH - renda
Percentual de ligações cortadas	$\text{Quantidade de ligações cortadas} \times 100 / \text{Quantidade total de ligações}$
Estado – Déficit de água (irregularidade ou ausência no abastecimento)	
Indicador	Método de cálculo
Índice de economias atingidas por paralisações	$\text{Quantidade de economias atingidas por paralisações} / \text{quantidade de paralisações}$
Percentual de domicílios permanentes abastecidos com solução alternativa de água	$(\text{N}^\circ. \text{ total de domicílios permanentes} - \text{n}^\circ. \text{ de domicílios permanentes com ligação de água}) \times 100 / \text{Quantidade total de domicílios permanentes}$
Exposição – População consumindo água em quantidade insuficiente	
Indicador	Método de cálculo
Insuficiência de consumo per capita de água	$(\text{Pop. que consome} < 80\text{L/pessoa/dia} \times 100) / \text{Pop. total do município}$

Os indicadores são as ferramentas capazes de expressar e quantificar a relação existente entre o abastecimento de água em quantidade suficiente e a saúde da população (Maciel et al., 1999, OPAS, 2004). Eles são definidos para promover a avaliação da cadeia proposta, nos vários pontos apresentados e devem ser confiáveis, simples, fáceis de interpretar e baseados em padrões internacionais para que possam ser reprodutíveis.

Assim, buscou-se a simplicidade para que os mesmos pudessem ser aplicados a qualquer sistema de abastecimento de água com um mínimo de controle operacional. Destaca-se que os indicadores referentes ao estado de higiene domiciliar e pessoal inadequada ainda estão em fase de discussão por serem difíceis de mensurar.

A aplicação do modelo pressupõe um acompanhamento dinâmico da relação entre o abastecimento de água e a saúde da população, fazendo com que seja possível medir, ao longo do tempo, os impactos que o aumento na disponibilidade de água podem gerar à situação de saúde de uma comunidade. Dessa forma, pode-se empregar os indicadores selecionados para conhecer a realidade atual e posteriormente agir no sentido de alterá-la para melhor.

## **5.7 – LIMITAÇÕES DO MÉTODO PROPOSTO**

Como todo trabalho propositivo, também aqui existem limitações que merecem ser citadas. A principal delas é a ausência da aplicação ou validação do método proposto. Um estudo piloto ajudaria a identificar dificuldades e corrigi-las de forma a apresentar um modelo mais confiável e que pudesse ser empregado diretamente.

Embora não haja inovação na proposição, com relação a pesquisas específicas realizadas anteriormente, houve a organização de ferramentas que levam à padronização da forma de obtenção dos dados de consumo e aspectos interferentes, possibilitando reprodutibilidade e confiabilidade às pesquisas.

A aplicação do questionário está sujeita à aprovação por um Comitê de Ética em Pesquisa e precisa passar por um período de aplicação prévia, para avaliação e correções, além da capacitação dos entrevistadores.

A medição básica se configura como um ponto fraco do método, pelo alto grau de dependência dos usuários. Entretanto, essa etapa pode ser pensada, ao contrário, como um fortalecimento da participação popular por meio do conhecimento do seu consumo e das suas necessidades de água, fazendo com que oportunidades de melhoria no consumo

residencial sejam percebidas e a relação com os prestadores do serviço de abastecimento passe a ser baseada em dados reais.

Também a medição em nível avançado tem associada os elevados custos dos equipamentos e a necessidade de profissionais qualificados, o que pode limitar o seu uso em pesquisas mais abrangentes. No entanto, essa é uma etapa necessária para garantir a confiabilidade dos dados obtidos com a medição básica. Deve-se buscar convênios com instituições que já dispõem dos equipamentos e da experiência com esse tipo de medição para viabilizar essa etapa da pesquisa.

Qual é o número de banhos que um indivíduo deve tomar por dia para manter a sua higiene e preservar sua saúde? Quantas vezes ao dia ele deve escovar os dentes e lavar as mãos? De quanto em quanto tempo deve-se lavar as roupas e promover a limpeza da casa para garantir a salubridade da residência? Essas e outras perguntas são difíceis de serem respondidas e por isso há grandes limitações ao desenvolvimento de um método que leve às cotas *per capita* mínimas de água para consumo humano.

As ferramentas propostas, especialmente a consulta a especialistas, apresentam fragilidades quanto aos resultados possíveis, uma vez que a participação voluntária de especialistas é cada vez mais difícil e que pode levar à distorções no tratamento estatístico dos dados obtidos.

Ainda assim, destaca-se que esse primeiro olhar e serve para despertar a discussão acerca de um tema tão importante quanto o acesso à água potável, em um momento no qual a mídia mundial coloca a escassez como um problema real a ser enfrentado pela humanidade.

## 7 – CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A revisão de literatura mostrou que há uma grande variabilidade nas cotas *per capita* de água para consumo humano empregadas em projetos de sistemas de abastecimento de água e instalações hidráulico-sanitárias prediais. Além disso, o padrão de consumo residencial ainda é desconhecido, especialmente nos países em desenvolvimento. Constata-se também a ausência de dados atualizados e de uma medição sistemática dos consumos internos das residências brasileiras. Embora alguns trabalhos já venham desenvolvendo e testando tecnologias para aquisição e tratamento de dados de consumo intradomiciliar, ainda é mínimo o número de estudos nessa área e, os que existem, são voltados para projetos de reuso de água ou emprego de aparelhos economizadores.

O método apresentado caracteriza-se pela simplicidade, buscando alcançar o maior número de aplicações na diversidade de sistemas encontrados no Brasil. Com esse intuito, propõe-se uma pesquisa de abrangência nacional sobre a cota *per capita* doméstica de água. Antes, contudo, recomenda-se a sua aplicação, em um estudo piloto, para validação e ajustes.

Para a aplicação, deve-se detalhar o plano de amostragem, inclusive definindo o tamanho das equipes de trabalho. Uma pesquisa dessa magnitude deve contar com uma equipe multidisciplinar composta por profissionais das áreas técnicas diretamente envolvidas como: sanitaristas, estatísticos, antropólogos, epidemiologistas, profissionais da área de saúde, da computação, dentre outros. Etapas como a aferição da medida e a coleta dos dados demandam equipes técnicas especializadas em função da grande complexidade dos processos envolvidos.

A aplicação do método proposto leva ao conhecimento do padrão de consumo residencial de água e à determinação de cotas *per capita* médias por setores, bairros ou para todo o município, absorvendo as variações locais decorrentes dos mais diversos aspectos. Além disso, permite um amplo estudo dos fatores sócio-econômicos e técnicos que influenciam no consumo de água em uma residência, pela correlação entre os dados coletados. Dependendo da quantidade e da confiabilidade dos dados pode-se ainda gerar modelos de previsão de consumo que levem em conta as variáveis independentes mais influentes e facilmente obtidas.

Com o presente trabalho percebeu-se a demanda pela identificação de uma cota *per capita* mínima de água para uso humano que pudesse ser usada como referência pelas empresas de saneamento, para programas sociais ou mesmo para a criação de políticas públicas para a população de baixa renda no sentido de ampliar os serviços de abastecimento, buscando à universalização. Esse é um indicador difícil de ser mensurado por serem os consumos intradomiciliares multivariados. Buscou-se então dar indicações que possam levar àquele volume mínimo de água suficiente para a manutenção da saúde e da qualidade de vida da população.

Levando em consideração as limitações existentes e as dificuldades enfrentadas na obtenção de um volume mínimo, propõe-se a consulta a especialistas e a análise das oportunidades de melhorias, com identificação dos desperdícios, como meio de chegar à cota *per capita* mínima residencial. Espera-se que a aplicação dessas ferramentas seja útil, ao menos para o melhor entendimento da forma como a água é empregada pelas pessoas em suas necessidades básicas.

Entretanto, se por um lado a identificação da cota *per capita* mínima pode ser positiva para a universalização e para a construção de políticas públicas voltadas para as populações mais carentes, fazendo com que as empresas de saneamento ampliem a oferta sem elevar os custos operacionais, por outro, deve-se ter cuidado com o conflito de usos e interesses proveniente da confirmação científica de uma cota *per capita* inferior às atualmente praticadas.

O consumo humano representa hoje menos de 10% da água usada em atividades antrópicas no mundo. Assim, deve-se ter clareza que a definição de uma cota *per capita* mínima de água para consumo humano não seja usada para restringir ainda mais o acesso das pessoas.

Como sugestão, em trabalhos futuros recomenda-se usar ferramentas de SIG para identificar as áreas com as menores cotas *per capita*, correlacionando-as com fatores de saúde. Assim, será possível avaliar o impacto da ausência da água nas condições de saúde da população. A vantagem do uso de unidades territoriais para agregação de dados é a possibilidade da construção de taxas usadas como indicadores epidemiológicos.

No Brasil, comumente, os dados de saúde e saneamento referem-se a unidades espaciais não coincidentes. Por exemplo, os dados do Sistema de Informações de Morbidade – SIM são agregados por município de ocorrência do óbito, exigindo um grande esforço para conseguir informações em unidades espaciais menores. Também dados básicos de informação em saúde como os do PACS referem-se a bases geográficas diferentes das empregadas em pesquisas demográficas e sócio-econômicas como as levantadas nos censos. Dessa forma, defende-se também a unificação das bases de coleta de dados primários, tendo como referência os setores censitários do IBGE. Isso facilitaria a aquisição e o emprego de dados secundários de diferentes fontes em pesquisas científicas.

Por fim, pode-se concluir que o consumo residencial de água ainda necessita de maior discussão no meio técnico brasileiro e espera-se que agora, com a criação da Política Nacional de Saneamento, isso possa ocorrer, levando à universalização do abastecimento de água. Ressalta-se que hoje, mais do que nunca, os estímulos para investimentos em sistemas de saneamento suficientes para resolver os problemas de acesso à água potável, são tanto políticos quanto éticos.



## REFERÊNCIAS

- ABEP – Associação Brasileira de Empresas de Pesquisa. (2003). Critério de Classificação Econômica Brasil. Disponível em: <<http://www.abep.org>>. Acesso em: 27/04/2006.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. (1998). “Instalação predial de água fria. NBR 5626/1998.” Rio de Janeiro, 41p.
- Almeida, G. S., Kiperstok, A., Dias, M. C., Ludwig Júnior, O. (2006) “Metodologia para caracterização de consumo de água doméstico por equipamento hidráulico”. *Anais do XII Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Figueira da Foz - Portugal, ABES/APRH, 1CD ROOM. 12p.
- Alves, W.C., Costa, A.J.M.P., Gomes, J.S., Peixoto, J.B., Leite, S.R. (1999). *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. D-3 “Micromedição (Versão Preliminar)”*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 101p.
- Augusto, L. G. S. e Branco, A. (2003). “Política de Informação em Saúde Ambiental.” *Rev. Brás. Epidemiol.* **6**(3), 150-157.
- Azevedo Neto J. M.; Martins, J. A.; Puppi, I. C.; Borsari Neto, F. e Franco, P. N. C. (1973). *Planejamento de Sistemas de Abastecimento de Água*. OPAS/UFPR.
- Bacellar, R. H. (1976). *Instalações Hidráulicas e Sanitárias: Domiciliares e Industriais*. São Paulo, McGraw do Brasil, 258 p.
- Barbosa, J. V. e Pinto, Z. T. (2003). “Pediculose no Brasil.” *Entomol. Vect.* **10**(4), 579-586.
- Barros, O. M. (2001). *Manual de Controle do Tracoma*. Brasília, Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde, 56 p., il.
- Barros, R. T. V., Chernicharo, C. A. L., Heller, L. e Von Sperling, M. (1995) *Manual de Saneamento e Proteção Ambiental para os Municípios. V. 2: Saneamento*. Belo Horizonte: DESA/UFMG, 221 p.
- Berenhauser, C. J. B. B. e Pullici, C. (1983). “Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel” *Revista DAE*, **135**, 118-129, dez.
- Borja, P. C. e Moraes, L. R. S. (2001). “Sistemas de Indicadores de Saúde Ambiental-Saneamento em Políticas Públicas.” *Bahia análise & dados*. Salvador, **10**(4), 229-244.
- Brasil. (1988). *Constituição da República Federativa do Brasil de 1988*. Centro Gráfico do Senado Federal, Brasília.

- Brasil. (1997a). Lei 9.433, de 09/01/1997. “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do artigo 21 da CF, e altera o artigo 1º da Lei 8.001 de 13.03.1990 que modificou a Lei 7.990, de 28/12/1989”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 09/01/1997.
- Brasil. (1997b). “Portaria nº1886/97. Programa de agentes comunitários e saúde da família: PACS/PSF.” Brasília, Ministério da Saúde. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 18/12/1997.
- Brasil. (2004a). *Pesquisa nacional por amostra de domicílio*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Volume 25, Rio de Janeiro, 120p.
- Brasil. (2004b). *Avaliação de impacto na saúde das ações de saneamento: marco conceitual e estratégia metodológica*. Ministério da Saúde, Organização Pan-Americana da Saúde. Brasília, 116p, il.
- Brasil. (2005). *Política e plano municipal de saneamento ambiental: experiências e recomendações*. Organização Panamericana da Saúde. Ministério das Cidades, Programa de Modernização do Setor de Saneamento. Brasília, 89p, il.
- Brasil. (2006). *Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat – PBQP-H*. Ministério das Cidades. Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/pbqp-h>>. Acesso em: 13/05/2006.
- Brasil. (2007). “Lei Nº11445 de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nº. 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº. 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências”. 13p. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 05/01/2007.
- Bussab, W. O. e Morettin, P. A. (2006). *Estatística Básica*. São Paulo, 5. ed., Saraiva, 523p.
- Cabral, A. R. (2004). *Análise da aplicabilidade de modelo metodológico para avaliação de ações de saneamento e seus impactos na saúde*. Dissertação de Mestrado, Publicação PTARH – 71/2004, Departamento de Engenharia civil e ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 111p.
- Cardão, C. (1985). *Instalações Domiciliares*. Belo Horizonte, Edições Engenharia e Arquitetura, 448 p.

- Carlos, A. A. G. (2004). “A Universalidade e Qualidade da Água Distribuída e Sua Interface com o Acesso à Água Potável e a Saúde Pública para a População de Santa Cruz/RN.” *Anais da VII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento*. ASSEMAE, Caixias do Sul, 8p.
- Carlos, A. A. G. e Kligerman, D. C. (2005). “A Percepção das Condições de Saúde Pública e ambiente de Moradores de Comunidades Rurais e as Questões do Acesso à Água Potável – um estudo de caso”. *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande, ABES, 1CD ROOM. 12p.
- CETESB – Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Básico e de Defesa do Meio Ambiente (1976). *Técnica de Abastecimento e Tratamento de Água*. 2. ed. rev., São Paulo, BNH/ABES/CETESB.
- CIASEY. (2007). Ciasey Equipamentos Industriais LTDA: Catálogos Disponível em: <<http://www.ciasey.com.br>>. Acesso em: 08/02/2007.
- CNUMAD - Conferência das Nações Unidas Sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento. Agenda 21. (1992). Rio de Janeiro. Belém: Ministério Público do Estado do Pará, 401p.
- Coelho, A. C. e Maynard, J. C. B. (1999). “Experiência de medição individualizada de apartamento em edifícios antigos.” *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, ABES, 1CD ROOM. 14p.
- Coelho, C. E. O. (2005). “Gestão estratégica em redução de perdas através da micromedição.” Curso de Gestão Integrada das Águas e dos Resíduos na Cidade. Cooperação Técnica Internacional Brasil - Itália em Saneamento Ambiental. Brasília, 21p.
- Costa, A. J. M. P.; Sanchez, J. G.; Alves, W. C.; Hernandez, N. C. (1999). “Análise de consumo e estimativa de perdas em sistema sujeito à intermitência de abastecimento”. *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, ABES, 1CD ROOM. 10p.
- Costa, M. S. (2003). *Mobilidade Urbana Sustentável: Um estudo comparativo e as bases de um sistema de gestão para Brasil e Portugal*. Dissertação de Mestrado, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos - SP, 184p.
- Couto Junior, A. S., Scarpi M. J., Guidugli, T. (1997). “Prevalência de tracoma em escolares e pré-escolares no município de duque de caxias, RJ.” *Rev Bras Oftalmol*, **56**, 515-21.

- Creder, H. (1984). *Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. 3. ed., Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 404 p.
- Daniel, M. H. B., Sanmartin, J. A., Pires, E. M., Bugarin Júnior, J. G. (2004). “Saneamento Básico e Ocorrência de Doenças de Transmissão Hídrica em população de Baixa Renda no Paranoá – Distrito Federal.” *Rev. Saúde Dist. Fed.* **15**(3/4), 39-50.
- DECA (2007). “Uso Racional da Água: Dicas de Economia” Disponível em:<<http://www.deca.com.br>> Acesso em: 02/03/2007.
- Distrito Federal. (2005). “Lei Nº3.557. Dispõe sobre a individualização de instalação de hidrômetro nas edificações verticais residenciais e nas de uso misto e nos condomínios residenciais do Distrito Federal, e dá outras providências”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 18/01/2005.
- Distrito Federal. (2006). “Decreto Nº 26.535. Regulamenta a Lei nº 3.557 de 18 de janeiro de 2005, que trata da individualização da medição de consumo de água em unidades habitacionais e dá outras providências.”. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 17/01/2006.
- Emerson, P. M., Cairncross, S., Bailey, R. L. e Mabey, D.C.W. (2000). “Review of the evidence base for the ‘F’ and ‘E’ components of the SAFE strategy for trachoma control.” *Tropical Medicine and International Health*. **5**(8), 515–527.
- Fernandes Neto, M. L., Naghettini, M., von Sperling, M., Libânio, M. (2004). “Avaliação da Relevância dos Parâmetros Intervenientes no Consumo *per capita* de Água para Municípios de Minas Gerais.” *Engenharia Sanitária e Ambiental*, **9**(2), 100-107.
- FUNASA - Fundação Nacional de Saúde (1991). *Manual de Saneamento*. 2. ed. rev., Brasília, Fundação Nacional de Saúde, 408 p.
- Garcez, L. N. (1969). *Elementos de Engenharia Hidráulica e Sanitária*. 2. ed., São Paulo, E Blucher, 356 p.
- Gleick, P. (1999). “The human right to water.” *Water Policy*, **1**(5), 487-503.
- Gleick, P. H. (1996). “Basic water requirements for human activities: meeting basic needs”. *Water International*, **21**, 83-92.
- Gonçalves Júnior, C. (1997). “Conservação e racionalização da utilização de água, novas ferramentas: registradores e hidrômetros eletrônicos.” *Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Foz do Iguaçu. ABES, 1CD ROOM. 12p.
- Heller, L. (1997). *Saneamento e Saúde*. Brasília, Brasil, OPAS/OMS, 102p.

- Heukelbach, J., Oliveira, F. A. S. e Feldmeier, H. (2003). “Ectoparasitoses e saúde pública no Brasil: desafios para controle.” *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, **19**(5), 1535-1540.
- Howard, G. e Bartram, J. (2003). “Domestic water quantity: service level and health”. Geneva: *WHO - World Health Organization*. 33p.
- IBGE. (2003). *Metodologia do Censo Demográfico 2000*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Série Relatórios Metodológicos, Vol. 25, Rio de Janeiro.
- IBGE. (2004). *Atlas do Saneamento*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Geociências, Coordenação de Geografia, Rio de Janeiro, 151p: mapas.
- IBOPE (2006). “Águas no Brasil – A visão dos brasileiros.” Opinião Pública, Notícias, análises e Índices 2006. *Instituto Brasileiro de Opinião Pública e Estatística*. Disponível em: <<http://www.ibope.com.br>> Acesso em: 02/03/2007.
- IBGE (2006). *Pesquisa de Informações Básicas Municipais. Perfil dos Municípios Brasileiros. Gestão Pública 2005*. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Diretoria de Geociências, Coordenação de Geografia, Rio de Janeiro.
- Ilha, M. S. O., Gonçalves, O. M, e Oliveira Júnior, O. B. (2002). “Avaliação do desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga reduzido quanto à remoção e transporte de sólidos” *Ambiente Construído*, **4**(2), 47-61.
- Jahn, A. C., Machado, L. S., Kummel, M. B., Alves, M. A., Boer, N., Rebelato, S. M., Malfatti, S. A., Blasi, T. C. (2005). *Ética em Pesquisas com Seres Humanos*. Centro Comunitário Franciscano, Santa Maria – RS.
- Keshavarzi, A. R., Sharifzadeh, M., Kamgar Haghghi, A.A., Amin, S., Keshtkar, Sh., Bamdad, A. (2006). “Rural domestic water consumption behavior: a case study in Ramjerd Area, fars province, I.R Iran” *Water Research*, **40**, 1173-1178.
- Kleiner, S. M. (1999). “Water: an essential but overlooked nutrient.” *Journal of the American Dietetic Association*, **99** (2), 200-206.
- Koizumi, I. K., Medina, N. H., D’Amaral, R. K. K., Tiemi, W., Morimoto, M., Caligaris, L. S. A., Chinen, N., Andrade, Y. M. R. e Cardoso, M. R. A.(2005). “Prevalência do tracoma em pré-escolares e escolares no município de são paulo.” *Revista de Saúde Pública*. **39**(6), 937-42.

- LAO Industria. (2007). Hidrômetros, Medidores de gás, soluções em medidas. Disponível em:<<http://www.laindustria.com.br>>. Acesso em: 08/02/2007.
- Lima, J. E. F. W. (2001). *Recursos hídricos no Brasil e no mundo*. Documentos 33, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA, Centro de Pesquisas Agropecuária dos Cerrados, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimentos, Planaltina - DF, 46p.
- Luiz, R. R. e Magnanini, M. M. F. (2004). "O Tamanho da Amostra em Investigações Epidemiológicas" In: Medronho, R. A., Carvalho, D. M., Bloch, K. V., Luiz, R. R., Werneck, G. L. (eds.) *Epidemiologia*. São Paulo, Editora Atheneu, 295-307.
- Maciel Filho, A.A., Goes Junior, C.D., Cancio, J.A., Heller, L., Moraes, L.R.S., Costa, S.S., Carneiro, M.L. (2000). "Interfaces da gestão de recursos hídricos e saúde pública". In: Muñoz, Héctor Raúl. (Org.). *Interfaces da gestão de recursos hídricos: desafios da lei das águas de 1997*. 2. ed. Brasília, p.396-421.
- Maciel, A. A., Góes Júnior, C. Cancio, J., Oliveira, M. L., Costa, S. (1999). "Indicadores de Vigilância Ambiental em Saúde." *Informe Epidemiológico do SUS*. Brasília, **8**(3), 59-66.
- Macintyre, A. J. (1990). *Manual de Instalações Hidráulicas e Sanitárias*. Rio de Janeiro, LTC – Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., 324 p.
- Magalhães, C. A. C., Moreno, J. e Galvão Júnior, A. C. (2001). "Estimativa do consumo *per capita* em comunidades atendidas pela unidade de negócio do médio tietê". *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. João Pessoa, ABES, 1CD ROOM. 4 p.
- Mara, D. D. e Feachem, R. G. A. (1999). "Water and excreta-related diseases: unitary environmental classification." *Journal of Environmental Engineering*, 334-339.
- Martins, G. (2005) "Riscos Para a Saúde Pública e para as Empresas de Saneamento Básico Devido à Redução do Consumo de Água: estudo de caso do estado de São Paulo de 1998 a 2003". *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande, ABES, 1CD ROOM. 8p.
- Martins, G. (2005) "Riscos Para a Saúde Pública e para as Empresas de Saneamento Básico Devido à Redução do Consumo de Água: estudo de caso do estado de São Paulo de 1998 a 2003". *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande, ABES, 1CD ROOM. 8p.

- Medina, N. H., Gattás, V. L., Anjos, G. L., Montuor, C. e Gentil, R. M. (2002). “Prevalência de tracoma em pré-escolares e escolares no município de botucatu, são paulo, brasil, 1992.” *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, **18**(6), 1537-1542.
- Melo, J. A. M. e Jorge Neto, P. M. (2005). “Estimação de funções de demanda residencial de água em contextos de preços não lineares.” *Anais do XXXIII Encontro Nacional de Economia Natal, RN*.
- Melo, J. A. M. e Jorge Neto, P. M. (2005). “Estimação de funções de demanda residencial de água em contextos de preços não lineares.”
- Mendonça, S. R. (1975). *Manual do Reparador de Medidores de Água*. São Paulo, BNH/ABES/CETESB, 178p., il.
- NRC – National Research Council. (1989). *Recommended Dietary Allowances*. 10th ed., National Academy Press, Washington, DC, U.S.A..
- Oliveira, J. I. e Lucas Filho, M. (2003) “Caracterização do consumo *per capita* de água na cidade de Natal: uma análise socioeconômica”. *Anais do XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Joinville, ABES, 1CD ROOM. 10p.
- ONU. (2000). *United nations millennium declaration*. DPI/2163, Portuguese, United Nations Information Centre, Lisbon.
- ONU. (2006). *The millennium development goals report*. United Nations, New York.
- OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde (1999). “Autoridades locais, meio ambiente e saúde”. *Objetivo 20. Qualidade da água*.
- OPAS - Organização Pan-Americana da Saúde (2001). “Saúde, água potável e saneamento no desenvolvimento sustentável”. *128ª Sessão do Comitê Executivo, CE128/13 (Port.)*.
- Peixoto Filho, A. C. e Bondarovsky, S. H., (2000). “Água, bem econômico e de domínio público.” *Revista CEJ*, Brasília, **12**(3), 13-16.
- Pereira, B. B. e Louzada-Neto, F. (2004). "Inferência Estatística" In: Medronho, R. A., Carvalho, D. M., Bloch, K. V., Luiz, R. R., Werneck, G. L. (eds.) *Epidemiologia*. São Paulo, Editora Atheneu, 271-282.
- Pereira, D. S. P. e Baltar, L. A. A. (2000). *Saneamento e recursos hídricos: os desafios da integração e a urgência da prioridade*. In: Muñoz, H.R. (org). Interfaces da gestão de recursos hídricos - Desafios da Lei de Águas de 1997. Brasília: Ministério do Meio Ambiente/Secretaria dos Recursos Hídricos.
- Pereira, J. C. M. (2004). *Importância e significado das cidades médias na Amazônia: uma abordagem a partir de Santarém (PA)*. Dissertação de Mestrado, Pós Graduação em

- Desenvolvimento Sustentável de Trópico Úmido, Núcleo de Altos Estudos Amazônicos, Universidade Federal de Pará, Belém, PA, 114p.
- Pereira, M. P. B. e Barcellos, C. (2006). “O território no programa de saúde da família.” *Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde - Hygea*, **2**(2), 47-55.
- Pruss, A. e Mariotti, S. P. “Preventing trachoma through environmental sanitation: a review of the evidence base.” (2000). *Bulletin of the World Health Organization*, **78**(2), 258-266.
- Rampazzo, L. (2002). *Metodologia científica para alunos do curso de graduação e pós-graduação*. São Paulo, LTC – Edições Loyola, 139 p.
- Rocha, A. L. e Barreto, D. (1999). “Perfil do consumo de água de uma habitação unifamiliar.” *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, ABES, 1CD ROOM, 8p.
- Rocha, A. L., Barreto, D., Ioshimoto, E. (1998). *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. DTA E1 “Caracterização e monitoramento do consumo predial de água”*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 38p.
- Santos, F. I., Zorzatto, J. R., Val, L. A. A. e Steffen, J. L. (1999). “Avaliação do desempenho de hidrômetros em sistemas de abastecimento de água.” *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Rio de Janeiro, ABES, 1CD ROOM. 8p.
- Saunders, R.J. e Warford, J.J. (1983). *Abastecimento de Água em Pequenas Comunidades: Aspectos Econômicos e Políticos nos Países em Desenvolvimento*. Rio de Janeiro, ABES, 251p.
- Selborne, L. (2002). *A ética do uso da água doce: um levantamento*. Brasília, UNESCO, 80p.
- Setti, A. A., Lima, J. E. F. W., Chaves, A. G. M., Pereira, I. C. (2001). *Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos*. 2ª ed. – Brasília: ANA/ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica, Superintendência de Estudos e Informações Hidrológicas, 207 p.
- Silva, R. T. e Rocha, W. S. (1999). *Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA. DTA A-3 “Caracterização da demanda urbana de água”*. Brasília: Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretária de Política Urbana, 49p.
- SNIS – *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2004*. (2005). Brasília, MCIDADES. SNSA, 434p: mapas, tabelas.



- Souza Filho, A. F., Cavalcanti, D. J. H., Barboza, M. G. e Pedrosa, V. A. (2005). “A hidrometração individualizada como instrumento disciplinador de consumo.” *Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Campo Grande, ABES, 1CD ROOM. 12p.
- Spyndes, M. H. C. e Amaral, E. F. L. (2002). “Tabelas de vida multirregional e caracterização dos fluxos populacionais entre cidades de pequeno, médio e grande porte – Brasil, 1986-1991.” *Anais do XIII Encontro da Associação Brasileira de Estudos Populacionais*, Ouro Preto, MG, 26p.
- Takai, O. K., Italiano, I. C. e Ferreira, J. E. (2005). *Introdução a banco de dados*. DCC, IME-USP, São Paulo, Editoração Eletrônica, 124p.
- Tamaki, H. O. (2003). *A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – estudo de caso: Programa de Uso Racional da Água da Universidade de São Paulo*. Dissertação de Mestrado, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil, São Paulo, 151p.
- TESIS – Tecnologia de Sistemas em Engenharia. (2006). *Programa de Garantia da Qualidade para Uso Racional da Água – Módulo Caixa de Descarga*. Resumo executivo de Relatório em Andamento, São Paulo, 12p.
- Thompson, J. e Cairncross, S. (2002). “Drawers of water: assessing domestic water use in africa” *Bulletin of the World Health Organization*, **80**(1), 61-62.
- Thompson, J. P. I. T., Tumwine, J. K., Mujwahuzi, M. R., Katui-Katua, M., Johnstone, N. e Wood, L. (2001). *Drawers of water II: 30 Years of Change in Domestic Water Use and Environmental Health in East Africa*. IIED: London, UK.
- Tomaz, P. (1999). *Conservação da Água*. Digihouse Editoração Eletrônica, 294p.
- Tomaz, P. (2000). *Previsão de Consumo de Água - Interface das Instalações Prediais de Água e Esgoto com os Serviços Públicos*. São Paulo, Navegar Editora, 250p.
- Torres, T. Z. G. (2004). "Amostragem" In: Medronho, R. A., Carvalho, D. M., Bloch, K. V., Luiz, R. R., Werneck, G. L. (eds.) *Epidemiologia*. São Paulo, Editora Atheneu, 283-294.
- Trojan, F., Marçal, R. F. M., Resende, L. M., Stadler, C. C. (2005). “Automação em sistemas urbanos de abastecimento de água: uma ferramenta para redução de perdas de produção”. *Anais do I Encontro Estadual de Engenharia da Produção e I Simpósio de Gestão Industrial*, Ponta Grossa - PR, 1CD ROOM, 8p.

- Tsutiya, M. T. (2005). *Abastecimento de Água*. São Paulo, 2ª Ed., Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 643p.
- Vimieiro, G. V. e Pádua, V. L. (2005). “Emprego de equipamentos especiais na economia de água em residências de famílias de baixa renda”. *Anais do 23º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Campo Grande, ABES, 1CD, 13 p.
- Von Sperling, M. (1995). *Introdução à Qualidade das Águas e ao Tratamento dos Esgotos*. Vol.1, Belo Horizonte, UFMG, 243 p.
- Von Sperling, M. Santos, A. S. P., Melo, M. C., Libânio, M. (2002). “Investigação de Fatores de Influência no Consumo *per capita* de Água em Estados Brasileiros e em Cidades de Minas Gerais.” *Anais do VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*, Vitória, ABES, 1CD ROOM. 7p.
- WHO – World Health Organization. (2004). *Guidelines for drinking-water quality: Volume 1 Recommendations*. 3rd edition, Geneva, Switzerland.
- WHO – World Health Organization. (2005). “Minimum water quantity needed for domestic use in emergencies.” *Technical Notes for Emergencies*, nº 9, 4p.
- WHO/UNICEF (2000). *Global Water Supply and Sanitation Assessment 2000 Report*, WHO/UNICEF, Geneva/New York.
- Yoshida, O. S., Sanches, J. G., Mota, S. A., Francisco, S. S.. (1999). “Parametrização de Consumo de Água por Atividade Econômica.” *Anais do XX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Rio de Janeiro, ABES, 1CD ROOM. 10p.