

## **XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HIDRÍCOS**

### **A INFLUÊNCIA DA TAXA DE OCUPAÇÃO NOS CONSUMOS *PER CAPITA* DE AGUA EM CASAS POPULARES**

*Eduardo Cohim<sup>1</sup>; Sérgio Ricardo dos Santos Silva<sup>2</sup>; Alisson Meireles<sup>3</sup>*

#### **RESUMO**

A água é o recurso menos substituível e mais essencial. Seu uso para as necessidades humanas já compromete 90% de sua disponibilidade global. As cidades representam demandas concentradas espacialmente com tendência de crescimento devido à crescente taxa de urbanização. Isso impõe a necessidade de se evoluir da gestão pela oferta para a gestão pela demanda, para o que será requerido um profundo conhecimento do comportamento do padrão de consumo. O consumo per capita é o principal indicador utilizado na elaboração de projetos e no planejamento de longo prazo para previsão dos volumes necessários para atendimento da demanda. Embora exista uma tendência de redução da taxa de ocupação domiciliar, pouco se tem estudado no Brasil sobre seu efeito no consumo per capita.

Para analisar a importância desse fator, analisou-se o consumo de cerca de 35 mil casas em um bairro popular de Salvador-BA.

Os resultados mostraram que o consumo domiciliar se reduza com a diminuição do número de moradores, embora em menor proporção, resultando em consumos per capita maiores. Essa conclusão indica um provável aumento de 30% no consumo de água alem do aumento resultante do crescimento da população, num evidente conflito com a tendência de escassez dos recursos hídricos.

**Palavras-chave:** Consumo *per capita*, taxa de ocupação, gestão pela demanda.

#### **ABSTRACT**

The water resource is the most essential and least replaceable. Its use for human needs have already committed 90% of its global availability. Cities are spatially concentrated demand growth trend due to increasing rate of urbanization. This imposes the need to evolve management by supply side to demand side management, for it will require a deep understanding of the behavior of consumption patterns. Per capita consumption is the main indicator used in the project design and planning for long-term forecasting of volumes needed to meet demand. Although there is a tendency for decreasing household occupancy rate, there has been little studied in Brazil on its effect on per capita consumption. To analyze the importance of this factor, we analyzed the consumption of about 35 000 homes in a poor neighborhood of Salvador, Bahia.

The results showed that household consumption is reduced with the decrease of number of residents, although at lower levels, resulting in higher per capita consumption. This finding indicates a likely 30% increase in water consumption beyond the increase resulting from population growth, an obvious conflict with the trend of shortage of water resources.

**Keywords:** *per capita* consumption, occupancy rate, demand side management.

<sup>1</sup> Engenheiro Sanitarista pela UFBA - Universidade Federal da Bahia; Engenheiro de Irrigação, UFBA/FAMESF; Mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa – UFBA; Doutor em Energia e Meio Ambiente, UFBA. Av. Araújo Pinho, 215, apto. 602 – Canela. CEP 40.110-150. Salvador-BA. E-mail: edcohim@gmail.com

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, UEFS, 2000. Especialista em Construção Civil, FTC, 2006. Mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa, UFBA, 2010. Professor do Curso de Engenharia Civil da UNIFACS. Engenheiro da Embasa ocupando a função de Gerente da Unidade Regional de Pirajá.

<sup>3</sup> Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela UFBA - Universidade Federal da Bahia, 2007.

## INTRODUÇÃO

Este artigo analisa a importância da taxa de ocupação domiciliar no consumo *per capita* em um bairro de classe média baixa em Salvador e suas implicações para a demanda de água futura.

A água é o recurso menos substituível e mais essencial. A humanidade já se apropria de cerca de 90% do fluxo global disponível (superficial e recarga dos aquíferos) que é da ordem de 9.500 km<sup>3</sup> por ano. Entretanto, a água doce não é um recurso global, ela é distribuída de forma desigual por bacias hidrográficas, cujos limites apresentam características marcadamente regionais, Cohim (2011). E mesmo países de rico potencial hídrico como o Brasil, têm uma distribuição desigual da água através de seu território.

Ainda do ponto de vista da disponibilidade da água, um fator ainda pouco levado em conta pelos responsáveis por sua gestão é a mudança na distribuição espacial e temporal da precipitação decorrente do aquecimento global. Por exemplo, estudos apontam para reduções de cerca de 80% até 2050 nas vazões médias das bacias que abastecem Salvador (TANAJURA *et al.* 2009).

O abastecimento urbano é responsável no Brasil por 26% das retiradas de água (ANA, 2005). Além disso, as cidades representam demandas espacialmente concentradas que podem encontrar limites decorrentes tanto do excesso das demandas quanto pela escassez de água na proximidade, seja em quantidade, seja em qualidade. Os indicadores de sustentabilidade de uso da água nas regiões metropolitanas do Brasil, medidos pelo percentual de utilização das disponibilidades, apresentam-se como críticos ou muito críticos na maioria dos casos, o que mostra a realidade de escassez já vivenciada nessas áreas.

Em se tratando de abastecimento urbano, o consumo *per capita* é o principal indicador utilizado para a elaboração de projetos de abastecimento de água, bem como o planejamento de longo prazo para previsão dos volumes necessários para atendimento da demanda doméstica. Esta é considerada uma exigência que tem que ser atendida sem se considerar a possibilidade de racionalizá-la, característica do modelo de gestão pela oferta.

As políticas de saneamento e de recursos hídricos no Brasil e na maioria dos países do mundo têm utilizado prioritariamente esse modelo de gestão que pressupõe uma infinita disponibilidade de recursos naturais seja de água ou de energia Cohim *et al* (2009).

Entretanto, a água se torna mais escassa e, cada vez mais, objeto de conflito com outros setores usuários, sobretudo com a agricultura. Em face da redução das disponibilidades, tal modelo não é mais adequado. É necessária uma nova abordagem que considere as demandas passíveis de manejo, submetendo-as a projetos de racionalização.

Na definição dessas novas estratégias, as companhias de abastecimento de água deverão ter como fio condutor as características e as tendências da demanda de água, o que irá requerer um profundo conhecimento do comportamento dos usuários em relação ao consumo (CORBELLA e SAURÍ 2009).

No que concerne ao consumo *per capita* de água, a lista de fatores determinantes de sua magnitude varia de abrangência entre os diversos autores, havendo, entretanto, uma razoável coincidência entre eles. Para uma discussão desses fatores, ver, por exemplo, Matos (2007), Tsuttyia (2006), Cheung (2009), etc.. Esses fatores podem ser agrupados em quatro categorias.

- 1- **Relacionados à gestão** – Preço e estrutura tarifária; campanhas educacionais; restrições de fornecimento; índice de micromedição; campanhas de melhoria das instalações hidráulicas (retrofit).
- 2- **Relacionados ao ambiente** – Temperatura; precipitação; evapotranspiração.
- 3- **Relacionados à residência** – tipo de residência (apartamento ou casa); idade da construção; tamanho da casa e do lote; tecnologias dos aparelhos hidráulicos.
- 4- **Fatores sócio-demográficos** – Renda familiar; idade dos moradores; taxa de ocupação.

No Brasil, encontram-se vários estudos que buscam explicar o consumo *per capita* pela renda (CAMPOS e VON SPERLING, 1996; VON SPERLING *et al*, 2002; FERNANDES NETO *et al*, 2004; PEREIRA da SILVA *et al*, 2008; DIAS *et al*, 2010).

Dentre os aspectos demográficos, talvez o mais importante e menos estudado seja o que relaciona o consumo *per capita* com a taxa de ocupação, isto é, o número de moradores por unidade de consumo. Alguns poucos exemplos vêm da Europa e da Austrália: POST (2000); Martínez-Espiñera (2002); Stewart *et al* (2005); Domene e Saurí (2006); Parsons (2007); Bartczak (2007); Schleich e Hillebrand (2009); Arbués *et al* (2010). Esses autores concordam que a taxa de ocupação, ou seja, o número de moradores por domicílio é um fator determinante do consumo *per capita*. Contudo, pouco se tem estudado acerca da influência desse fator nos valores de consumo *per capita* no Brasil. Tal fato confere uma importância muito maior ao estudo mais detalhado da influência da taxa de ocupação visto que os dados demográficos indicam uma taxa de ocupação declinante ao longo dos últimos 40 anos, decorrência do envelhecimento da população e da queda de fecundidade, o que deverá ter um papel relevante nas políticas de gestão da demanda que deverão ser implantadas (**Figura 1a**). Tanto para o Brasil quanto para a Bahia, a cada dez anos a taxa de ocupação média cai 0,5 habitante por domicílio. Acrescente-se o processo de urbanização ainda em curso no Brasil que, em 2010, chegou a 84% e cuja previsão da Divisão de População da ONU é de que em 2050 atinja o percentual de 94%, conforme mostrado na **Figura 1b**.

## OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência da taxa de ocupação residencial no consumo *per capita* de água em casas populares, caracterizados como de baixa renda, situadas no subúrbio da cidade de Salvador, Bahia.

## METODOLOGIA

Este estudo utilizou como amostra 35.000 casas com padrão construtivo popular, situadas em bairros do subúrbio de Salvador cadastrados no Sistema Comercial da Embasa (Empresa Baiana de águas e Saneamento). Todos os imóveis têm seus consumos medidos individualmente há mais de dois anos.

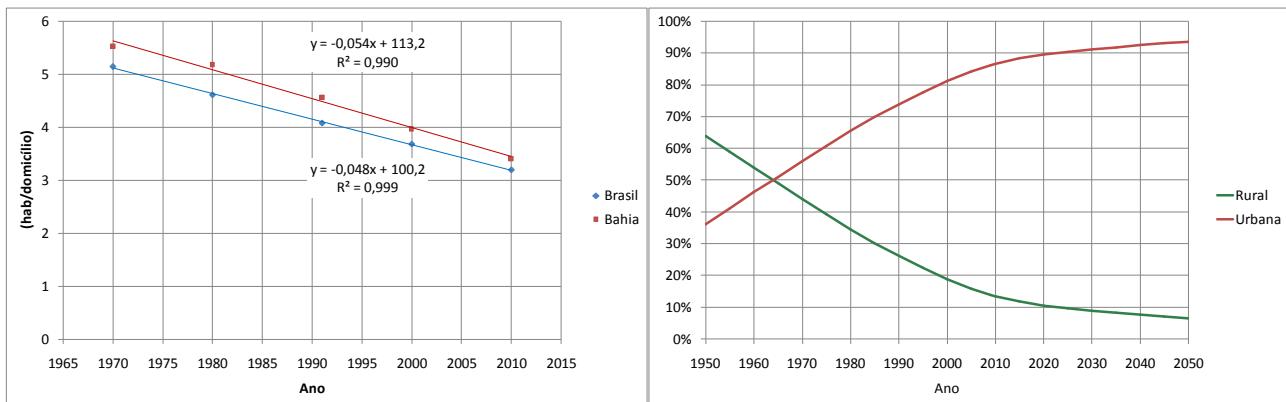


Figura 1: a) Evolução da taxa de ocupação por domicílio b) Urbanização no Brasil.

Os dados obtidos apresentam os consumos mensais medidos pela Embasa no período de doze meses consecutivos, com leituras dos hidrômetros e os respectivos números de moradores cadastrados no sistema comercial.

Foram eliminados da amostra todos os registros de ligações cortadas ou inativas, bem como todos os que apresentaram consumo igual a zero nos últimos seis meses.

Os dados da amostra depurada foram agrupados segundo o número de residentes em cada unidade de consumo, sendo desprezados aqueles relativos a taxas de ocupação cujo número de ocorrências foi inferior a 30.

O consumo *per capita* em litros por pessoa e por dia foi calculado através da **Equação 1**, considerando o mês médio com 30 dias.

$$q = \frac{CM \times 1000}{30 \times N} \quad \text{Equação (1)}$$

Onde:  $q$  é o consumo *per capita*, L/hab.dia ;

$CM$  é o consumo médio com base nos registros do hidrômetro da casa,  $m^3$ ;

$N$  é o número de moradores da casa;

A análise estatística constou do cálculo das estatísticas descritivas, análises gráficas, teste de correlação, testes de hipótese para diferença entre as médias e análise de regressão.

## RESULTADOS OBTIDOS

A **Figura 2** mostra a distribuição da freqüência relativa simples e acumulada da taxa de ocupação dos domicílios da amostra estudada. A média da amostra foi de 3,46 habitantes por domicílio, pouco maior que a media de Salvador no censo de 2010, IBGE (2011), igual a 3,21. Constatata-se uma predominância de residências com 4 ocupantes ou menos, que representam mais de 80% das casas. O consumo mensal médio por domicílio foi de 11,4 m<sup>3</sup> por mês, pouco superior ao volume mínimo da estrutura tarifária adotada pela companhia de saneamento (10m<sup>3</sup>), mas inferior ao de Salvador que, segundo os dados do SNIS (2009) para o ano de 2008 de foi de 14,1 m<sup>3</sup>.

O gráfico da **Figura 3** mostra a distribuição de freqüência do consumo mensal, destacando-se que mais de 50% das casas consomem menos de 10 m<sup>3</sup> por mês. Do ponto de vista da gestão da demanda, é importante evidenciar a expressividade do percentual de residências com consumos próximos ao volume mínimo. Esse resultado pode estar à classe econômica da amostra estudada, cujos representantes, visando controlar a despesa doméstica, buscam restringir o consumo ao limite mínimo usado para cobrança do serviço. Reforçando essa hipótese, existem indicações de que o volume mínimo pode atuar contra a política de conservação da água e estimular o uso exagerado, conforme demonstrado em estudo realizado no noroeste da Espanha Martinez-Espiñera (2002) e, também sugerido em estudo com dados agregados por estado no Brasil Campos *et al* (2006).

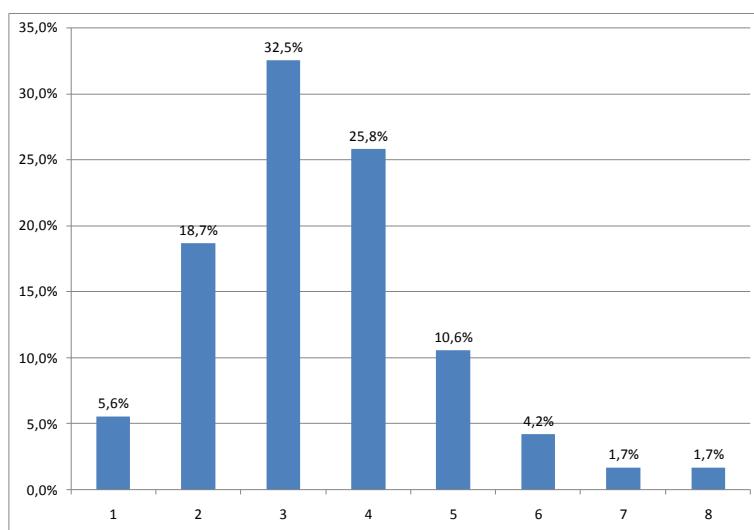


Figura 2 - Histograma da taxa de ocupação

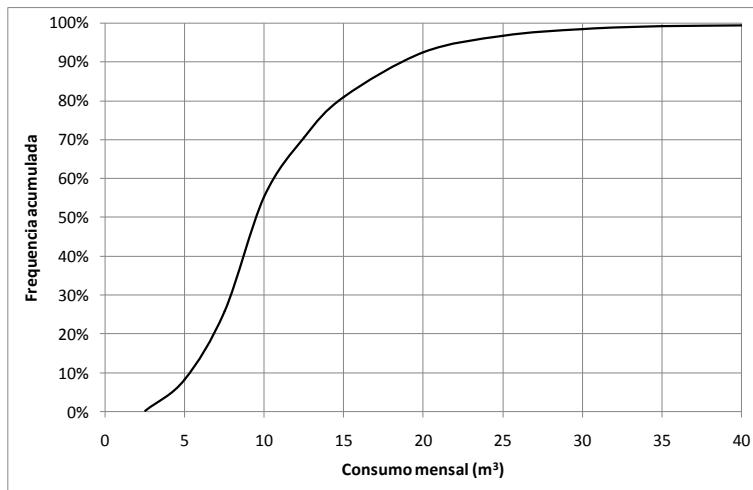


Figura 3 – Distribuição de frequência do consumo mensal

Quando analisado o consumo médio mensal para as diferentes taxas de ocupação, observou-se diferença significativa ( $\alpha=0,05$ ) entre as médias. O comportamento da variável pode ser observado no gráfico da **Figura 4**. É intuitivo que o consumo domiciliar cresça com o aumento do número de moradores. Entretanto, nota-se que esse aumento não se dá na mesma proporção. Por exemplo, um aumento de 100% na taxa de ocupação (aumento de 1 para 2 ocupantes), resulta em um aumento no consumo domiciliar de apenas 11%. Isso decorre do aumento da eficiência do uso da água em atividades de natureza indivisível como, por exemplo, limpeza da residência, cozinhar, etc., num efeito de economia de escala.

Esse resultado tem implicação no consumo *per capita* conforme mostrado a seguir.

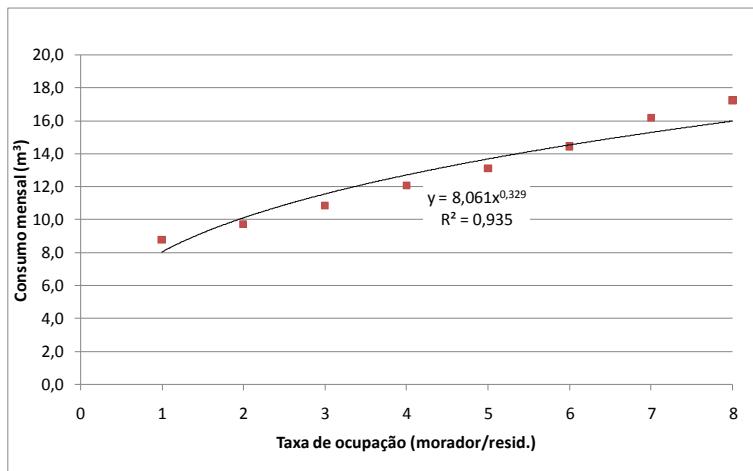


Figura 4 - Consumo residencial versus número de moradores

No que concerne ao consumo *per capita*, objetivo principal deste artigo, a média da amostra foi de 125,8 L/hab.dia, abaixo da média de Salvador para o ano de 2008, segundo dados do SNIS, de 154 L/hab.dia.

A análise das variáveis taxa de ocupação e consumo *per capita* para a amostra estudada encontrou um valor para o coeficiente de correlação igual -0,361, indicação de uma relação baixa, porém suficientemente forte face a complexidade dos fatores intervenientes.

Estudos de regressão linear múltipla realizados por diversos autores evidenciam a relação negativa entre taxa de ocupação e consumo *per capita*. A **Tabela 1** mostra de forma sumária o coeficiente encontrado por alguns pesquisadores. Ressalte-se que tais estudos refletem uma variação linear média do consumo *per capita* em relação à taxa de ocupação, conforme mostrado na Equação 2. Como mostrado à frente, essas variáveis não se relacionam de forma linear, mas segundo uma função potência.

$$B = \frac{q_2 - q_1}{t_2 - t_1}$$

Equação (2)

Onde,

B= coeficiente angular da reta

Tabela 1 - Coeficiente de regressão linear para  $q \times t$

Valor do coeficiente B	Local	Fonte
-0,436	Alemanha	Schleich e Hillenbrand, 2002
-0,22	EUA e Canadá	Cavanagh, 2002
-0,31	Suécia	Hoglund, 1999
-0,347	Polônia	Bartczak et al, 2007
-0,262	Espanha	Domene e Saurí, 2006
-0,075	Bahia	Moraes, 1995 *

\* Relacionado com logaritmo de q

O gráfico do consumo *per capita* médio em função da taxa de ocupação é apresentado na **Figura 5**. Observa-se a forte aderência dos pontos amostrais à curva ajustada, evidenciada pelo elevado do coeficiente de determinação,  $R^2=0,9836$ .

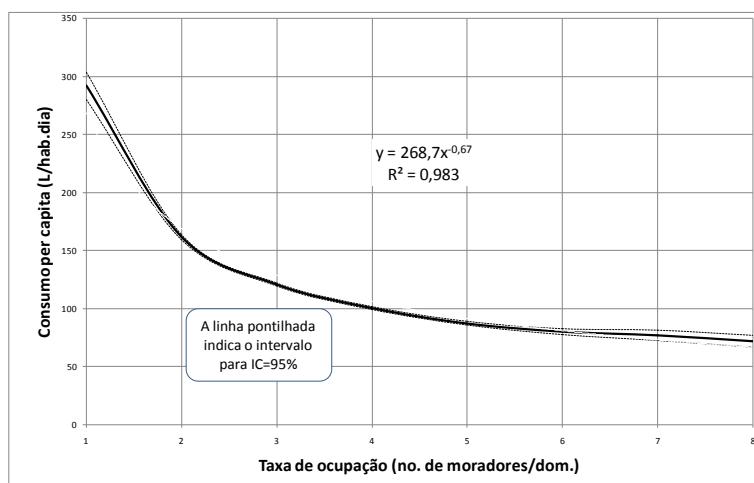


Figura 5 - Consumo per capita versus número de moradores

A equação da curva ajustada tem a forma geral mostrada na Equação 3:

$$q = a \cdot t^n$$

Equação (3)

Onde: q= consumo *per capita*, L/hab.dia

a= parâmetro da equação

t= taxa de ocupação, hab/domicílio

n= expoente de ajuste

Esse formato de equação foi encontrado em diversos estudos semelhantes, cujos resultados são summarizados na **Tabela 2**. Essas equações foram ajustadas pelos autores deste artigo a partir dos dados divulgados nos respectivos trabalhos.

Tabela 2 - Parâmetros da Equação 2

Local	a	n	R <sup>2</sup>	Fonte
Anglian Water	202,9	-0,370	0,9550	POST, 2000
Londres	232,9	-0,410	0,9550	Parsons et al, 2007
Zaragoza	182,0	-0,430	0,9970	Arbués et al, 2010
Yarra Valley	248,6	-0,360	1,0000	Stewart et al, 2005
Brisbane	299,9	-0,299	0,9693	Stewart et al, 2005

O consumo residencial é composto por: 1) uma parcela eminentemente individual (banho, higiene pessoal, etc.); 2) uma parcela que depende do número de consumidores, mas sem relação direta (preparo de refeições, lavagem de roupa e de pratos, etc.); e 3) uma parcela que independe do número de consumidores (lavagem de carro, irrigação de jardim, limpeza da calçada, etc.).

Quanto maior a parcela relativa aos usos com menor dependência do número de moradores, menor o valor do expoente da equação. Isso explica o valor do expoente encontrado neste trabalho, n=0,67. Na amostra estudada, existe um predomínio das parcelas 1 e 2 citadas no parágrafo anterior, o que torna o consumo *per capita* mais fortemente dependente do numero de consumidores.

Conforme já referido, os estudos demográficos indicam uma queda consistente no número médio de moradores por domicílio. Os censos demográficos e contagens de população do IBGE revelam que esse número tem decrescido a uma taxa média de 0,5 habitante por domicílio a cada 10 anos, conforme se observa no gráfico da **Figura 1**. Com base nos resultados obtidos, e para a amostra estudada, um cenário tendencial para o ano 2030 indicaria uma taxa de ocupação média de 2,4 habitantes por domicílio com um consumo *per capita* 30% superior ao atual.

Esse aumento no consumo *per capita* associado ao aumento das populações urbanas define um cenário de demandas futuras que excede a simples extrapolação com os valores atuais. Tal fato ganha maior relevância quando analisado em conjunto com cenários que apontam reduções significativas da oferta de água, consequência da alteração do regime pluviométrico decorrente das mudanças climáticas.

## **CONCLUSÃO**

Foi apresentado o estudo da influência da taxa de ocupação no consumo de água em casas de padrão popular em um bairro de Salvador, em que se conclui que o número de moradores por unidade representa um fator importante na formação do consumo.

O consumo domiciliar decresce com a redução da taxa de ocupação, embora não na mesma proporção, refletindo-se em consumos *per capita* cada vez maiores.

Com base nos resultados obtidos e na tendência demográfica de domicílios cada vez menores, uma extração simples indica um aumento em 30% no consumo *per capita* para o ano 2030, além do aumento decorrente do crescimento da população urbana, cuja proporção deverá ultrapassar 90%.

Esse crescimento da demanda terá que ser gerenciado em um cenário de provável redução nas disponibilidades de recursos hídricos, seja por causa dos efeitos do aquecimento global, seja devido aos conflitos de uso com a indústria e, principalmente, com a produção de alimentos, seja, ainda, decorrente da deterioração da qualidade dos mananciais pela poluição.

Têm-se, assim, duas tendências absolutamente irreconciliáveis. Por um lado, o crescimento da população urbana e o aumento do consumo *per capita* e, por outro, a perspectiva de redução da oferta de água. Apenas uma política de efetiva gestão da demanda poderá ser capaz de resolver essa equação antes que se estabeleça o caos nos sistemas de abastecimento urbano.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem à Empresa Baiana de Águas e Saneamento – EMBASA pelo fornecimento dos dados utilizados neste trabalho.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ARBUÉS, F.; GARCÍA-VALINAS, M.A.; MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA, R. “*Estimation of residential water demand: a state-of-the-art review*”. Journal of Socio-Economics, n. 32, p. 81-102, 2003.
2. ARBUÉS, F.; VILLANUA, I.; BARBERAN, R. “*Household size and residential water demand: an empirical approach*”. The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics, 54, pp. 61–80, 2010.
3. BARTCZAK, A.; KOPANSKA, A.; RACZKA J. “*Residential water demand in a transition economy: evidence from Poland*”. Warsaw Ecological Economics Center, Warsaw University, Warsaw, Poland, 2007.
4. CAMPOS, H.M.; VON SPERLING, M. “*Estimation of domestic wastewater characteristics in a developing country based on socio-economic variables*”. Water Science and Technology, vol.34, pp. 71-77, 1996.
5. CAMPOS, M. A. S.; RIBEIRO JUNIOR, L. U.; POTIER, A. C.; de LUCA, D. M. P.; ILHA, M. S. O. “*Avaliação da estrutura tarifária brasileira para residências unifamiliares - aspectos quantitativos.*” XI Encontro Nacional da Tecnologia no Ambiente Construído, 3327-3336, Florianópolis – SC, 23 a 25 de agosto, 2006.

6. CHEUNG, Peter B. et. al. “*Consumo de água. In: Uso racional das águas nas Edificações*”. Org. por GONÇALVES, Ricardo Franci. Projeto PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. cap. 2, p. 36-98.
7. COHIM, Eduardo et al. “*Perspectivas futuras: água, energia e nutrientes. In: Uso racional das águas nas Edificações*”. Org. por GONÇALVES, Ricardo Franci. Projeto PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2009. cap. 6, p. 36-98.
8. COHIM, Eduardo Henrique Borges Silva. “*Saneamento sustentável: enfoques de instrumentos para sua viabilização*”. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010.
9. CORBELLÀ, Hug March; SAURÍ, David Pujol. “*What lies behind domestic water use? A review essay on the drivers of domestic water consumption*”. Departament de Geografia, Universitat Autònoma de Barcelona, Boletín de la A.G.E. N.º 50 - 2009, págs. 297-314.
10. DIAS, D. M.; MARTINEZ, C.B.; LIBÂNIO, M. “*Avaliação do impacto da variação da renda no consumo domiciliar de água*”. Engenharia Sanitária e Ambiental v.15, n.2, p. 155-166, 2010.
11. DOMENE, Elena; SAURI, David. “*Urbanisation and Water Consumption: Influencing Factors in the Metropolitan Region of Barcelona*”. Urban Studies, Vol. 43, No. 9, 1605–1623, August 2006.
12. FERNANDES NETO, M.L.; NAGHETTINI, M.; VON SPERLING, M. “*Avaliação da relevância dos parâmetros intervenientes no consumo per capita de água para municípios de Minas Gerais*”. Engenharia Sanitária e Ambiental v.9, n.2, p. 100-107, 2004.
13. MARTÍNEZ-ESPIÑEIRA , Roberto.. Environmental and Resource Economics, n. 21, p. 161-187, 2002.
14. MATOS, Jennifer Conceição Carvalho Teixeira de. “*Proposição de Método para a Definição de Cotas per capita Mínimas de Água para Consumo Humano*”. [Distrito Federal] 2007.
15. MORAES, Luiz Roberto Santos. “*Fatores determinantes de consumo per capita de água em assentamentos humanos em áreas periurbanas: estudo de caso*”. 18º Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, Salvador – BA, 1995.
16. PARSONS, J.; REES, P.; SIM, P.; MCDONALD, A. “*MACRO Water: a Top-down, Policy-driven Model for Forecasting Domestic Water Demand*”. School of Geography, University of Leeds, Leeds, LS2 9JT, United Kingdom. April 2007.
17. PEREIRA DA SILVA, W.T.; MARIA DA SILVA, L.; CHICHORRO, J.F. “*Gestão de recursos hídricos: perspectivas do consumo per capita de água em Cuiabá*”. Engenharia Sanitária e Ambiental v.13, n.1, p. 8-14, 2008.
18. POST, “*Water efficiency in the home*”. Parliamentary Office of Science and Technology Note 135. London, 2000.
19. SCHLEICH, Joachim; HILLENBRAND, Thomas. “*Determinants of residential water demand in Germany*”. Ecological Economics 68 (2009) 1756 – 1769.
20. SNIS, Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. “*Série histórica 9*”. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, Ministério das Cidades, 2009.
21. STEWART, J.; TURNER, T.; GARDNER, T.; MCMASTER, J. “*Draft urban water use study of south eastern Queensland*”. November, 2005.
22. TANAJURA, C. A. S.; Genz, F.; Araújo, H. A. “*Mudanças climáticas e recursos hídricos na Bahia: Validação da modelagem do clima presente*”. In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2007, São Paulo. Anais.
23. TSUTYIA, Milton Tomoyuki, “*Abastecimento de Água*” – 3ª edição – São Paulo – Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006.
24. VON SPERLING, M.; SANTOS, A.S.P.; MELO, M.C.;LIBÂNIO, M. “*Investigação de fatores de influência no consumo per Capita de água em estados brasileiros e em cidades de Minas Gerais*”. VI Simpósio Ítalo Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, I-004, Vitória-ES, 2002.