

As bacias sanitárias e as perdas de água nos edifícios

Lúcia Helena de Oliveira

Universidade Federal de Goiás, Goiás, GO
luhe@cultura.com.br

Recebido em 11/02/2002; aceito em 16/06/2002

Resumo

Este artigo apresenta índices de perda de água por vazamentos provenientes de componentes de utilização e de sistemas de reservação de água de cinco edifícios residenciais multifamiliares de Goiânia. Para a obtenção desses índices foram utilizados dados de trabalhos teóricos e realizadas auditorias do consumo de água nos edifícios. São apresentadas as etapas das auditorias e os métodos utilizadas na detecção dos vazamentos. Os resultados obtidos apresentam elevados índices de vazamento e de perda de água detectados em bacias sanitárias com caixa de descarga. Ressaltam que os vazamentos em bacias sanitárias com caixa de descarga podem ser responsáveis por cerca de 30 % do desperdício de água em edifícios.

Palavras-chave: perda de água; desperdício de água; vazamento; bacia sanitária

Abstract

This paper presents water wastes indexes obtained from an investigation in outlets and water storage tanks of five apartment buildings in Goiânia. These indexes were gathered from theoretical studies and from a water consumption audit in buildings. The stages of the water audits and the methods used for leakage detection are also presented. The results indicate that high indexes of water leakage and loss were detected in water closet cisterns. It is highlighted that leaks in water closet cisterns can be the cause of approximately 30% of water waste in buildings.

Keywords: water loss; water wastes; leakage; water closet

Introdução

As bacias sanitárias são freqüentemente apontadas como as responsáveis pelo maior índice de consumo de água em edifícios, com valores variando de 32% a 40% (GRIGGS, SHOULER, 1994; SHOULER, THOMAS, 2000; LEAL, 2000).

Com o objetivo de melhorar a qualidade e reduzir o volume de água utilizado pelas bacias sanitárias, as indústrias de componentes hidráulicos e sanitários, incentivadas pelo Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade – PBQP e pelo Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA, têm como meta relacionada ao uso racional da água, diminuir o volume nominal de descarga de 12 litros para, aproximadamente, 6 litros até o final de 2002.

Considerando-se que o consumo de água da bacia sanitária é a água utilizada na descarga mais a água

desperdiçada através de perdas por vazamento, pergunta-se: qual é a participação das perdas de água das bacias sanitárias no consumo total de um edifício?

Para investigar as perdas de água em edifícios residenciais multifamiliares de Goiânia, realizou-se uma pesquisa com os seguintes objetivos:

- (a) determinar o índice de perda de água por vazamento em componentes de utilização e sistemas de reservação - reservatórios e alimentadores prediais;
- (b) verificar qual o componente de utilização com maior índice de vazamento;
- (c) verificar a influência das perdas de água por vazamentos no indicador de consumo dessa tipologia de edifício.

Índices de desperdício de água

Considera-se desperdício toda água que esteja disponível em um sistema hidráulico e seja perdida antes de ser utilizada para uma atividade fim, ou quando utilizada para uma atividade fim de forma excessiva.

Este artigo considera somente os índices de desperdícios relacionados às perdas de água por vazamentos. Para facilitar o entendimento, são apresentados a seguir os parâmetros que se constituem em importantes ferramentas utilizadas na análise da demanda e do consumo de água em edifícios.

Índice de perda – IP

É a relação entre o volume de água perdido por vazamento em um determinado período, e o volume total de água medido ou consumido pelo sistema no mesmo período, conforme apresenta a equação 1.

$$IP = \frac{V_p}{V_m} \cdot 100(\%) \quad (1)$$

onde:

V_p = volume de água perdido por vazamento em um período;

V_m = volume de água medido ou consumido no mesmo período em que ocorreu o V_p .

Um dos problemas verificados na determinação dos índices de perda é a quantificação dos volumes de água perdidos no sistema hidráulico antes da correção de vazamentos. Assim, adotou-se para as torneiras, que apresentam vazamentos visíveis, os valores determinados por Oliveira (1999) e indicados na Tabela 1.

Vazamento	Frequência (gotas/min)	Perda diária (L/dia)
Gotejamento lento	Até 40 gotas/min	06 a 10
Gotejamento médio	$40 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 80$	10 a 20
Gotejamento rápido	$80 < n^{\circ} \text{ gotas/min} \leq 120$	20 a 32
Gotejamento muito rápido	Impossível de contar	> 32
Filete $\phi \approx 2 \text{ mm}$	---	> 114
Filete $\phi \approx 4 \text{ mm}$	---	> 333

Tabela 1 - Valores médios de perda diária de água em função de vazamentos em torneiras

Com relação às perdas por vazamento em bacias sanitárias, em geral não-visíveis, existe uma variação muito grande de valores. Conforme o site da Internet DECA (2001) as perdas de água em bacias sanitárias são determinadas em função dos vazamentos

provenientes dos furos de lavagem, localizados na argola da bacia sanitária, conforme apresenta a Tabela 2.

Número de furos de lavagem	Correspondente de vazamento (L/min)	Perda diária (L/dia)
1 – 3	0,1	144
3 – 6	0,3	432
Mais furos	0,5	720

Tabela 2 - Perdas de água por vazamento em bacias sanitárias. DECA (5)

Malan (1980) apresenta um trabalho realizado em Pretória – África do Sul, onde 531 bacias sanitárias com caixa de descarga foram vistoriadas. Observou-se que a vazão de vazamento variou de 0,20 L/h a 150 L/h, com um média de 23,8 L/h, ou seja, uma perda diária média de 571 L/dia. Grisham e Fleming (1989) comentam que um vazamento em bacia sanitária pode atingir 45 L/h e, portanto, 1080 L/dia.

Segundo Vickers (1993), em média 20% das bacias sanitárias, quer sejam convencionais ou com volume de descarga reduzido, apresentam vazamento com perda de água superior a 189 L/dia, apesar do avanço da ciência dos materiais e, sobretudo, do plástico utilizado na produção de obturadores e de torneiras de bóia de caixas de descarga.

Diante de valores tão díspares, considera-se para efeito de cálculo, neste trabalho, o valor mínimo apresentado pelo site da DECA (2001), ou seja, uma perda diária de 144 L/dia, para todos os vazamentos detectados em bacias sanitárias, até que seja desenvolvida uma pesquisa para a determinação dos índices de perda de água em bacias sanitárias brasileiras. O índice de perda de água é determinado em função do tipo de vazamento, conforme apresentado a seguir:

(a) Índice de perda por vazamento visível – IP_v

$$IP_v = \frac{PD_{vv}}{CMD} \cdot 100(\%) \quad (2)$$

onde:

PD_{vv} = perda diária por vazamento visível;
 CMD = consumo médio diário.

(b) Índice de perda por vazamento não-visível – IP_{nv}

$$IP_{nv} = \frac{PD_{nv}}{CMD} \cdot 100(\%) \quad (3)$$

onde:

PD_{nv} = perda diária por vazamento não-visível;
 CMD = consumo médio diário.

Índice de vazamento - IV

É a relação entre o número de pontos de utilização com vazamentos e o número total de pontos de utilização do sistema, conforme a equação 4.

$$IV = \frac{\sum PuV}{\sum Pu} \cdot 100(\%) \quad (4)$$

onde:

PuV = ponto de utilização do sistema com vazamento;

Pu = ponto de utilização do sistema.

Metodologia da pesquisa

A pesquisa foi realizada através de uma pesquisa teórica e de uma investigação de campo. O levantamento de dados foi planejado em duas etapas. Na etapa inicial foram selecionados cinco edifícios residenciais multifamiliares com apartamentos de dois e três dormitórios e também levantadas as respectivas contas de água do período histórico, correspondente aos doze meses precedentes à data de início da pesquisa. Na segunda etapa foi realizada uma auditoria do consumo de água em cada um dos edifícios estudados, conforme descrito a seguir.

Levantamento do consumo de água no período histórico

Os valores de consumos mensais no período histórico foram obtidos das respectivas contas de água dos edifícios, referentes aos doze meses anteriores à data de início da pesquisa, no mínimo. Considerando-se que os volumes mensais de água apresentados nas contas não correspondem aos números de dias dos meses, em função das diferentes datas de leitura do hidrômetro, fez-se a correção desses valores. Isso é possível porque as contas de água apresentam as datas em que foram realizadas as leituras mensais nos hidrômetros.

Levantamento do número de agentes consumidores no período histórico

O número de habitantes, denominados agentes consumidores, em cada um dos meses do mesmo período histórico dos valores de consumo de água foi obtido através de entrevista com usuários de cada apartamento.

Determinação do indicador de consumo - IC

O consumo diário de água por habitante foi obtido através da Equação 5, obtendo-se um valor em L/pessoa/dia.

$$IC = \frac{\text{Consumo mensal de água}}{\text{n}^\circ \text{ de agentes consumidores} \times \text{n}^\circ \text{ de dias do mês}} \quad (5)$$

A importância de se trabalhar com indicador de consumo de água ao invés de valores de consumos mensais é que se pode evitar uma avaliação enganosa quando da variação de agentes consumidores.

Detecção de vazamentos

Realizou-se a detecção de vazamentos no alimentador predial, nos reservatórios e componentes de utilização, conforme descrito a seguir.

Alimentador predial

A detecção de vazamentos no alimentador predial foi realizada através do teste do hidrômetro, com o tempo mínimo de observação de trinta minutos, conforme apresentado por Oliveira (1999).

Reservatórios inferiores e superiores

A detecção de vazamentos nos reservatórios inferiores foi realizada desligando-se os sistemas de recalque, impedindo a saída de água para o reservatório superior. Em seguida, amarrava-se a torneira de bóia, o que impossibilitava a entrada de água da rede pública no reservatório inferior.

Após a verificação do nível da água no reservatório utilizando-se uma haste de madeira, esperou-se por um período mínimo de três horas. A seguir, verificou-se novamente o nível da água. Caso houvesse diferença de nível, ela era medida e multiplicada pela área interna do reservatório, obtendo-se o volume de perda durante o período do teste e, portanto, facilitando a determinação da perda diária de água.

Componentes de utilização

(a) Torneiras: a detecção de vazamentos visíveis nas torneiras de lavatórios, pias, tanques e de jardim foi realizada em cada componente de utilização, contando-se o número de gotas por minuto, com a utilização de um cronômetro. As perdas diárias foram estimadas através da Tabela 1. Para os chuveiros e duchas considerou-se o menor valor para as torneiras, ou seja, gotejamento lento.

(b) Bacias sanitárias: para detectar os vazamentos não-visíveis nas bacias sanitárias e bidês, utilizou-se procedimento semelhante ao teste de lavagem de parede de bacias sanitárias, recomendado pela NBR 9060 (ABNT, 1994) para verificação de um dos requisitos de desempenho desses componentes.

Desta forma, as paredes internas das bacias sanitárias e bidês foram secas com papel higiênico e, em seguida, foi traçada uma linha utilizando-se uma

caneta marca-texto de cor contrastante com a cor da louça sanitária. A linha foi feita abaixo dos pontos de saída de água da argola, ao longo de todo o perímetro da superfície interna das bacias sanitárias e bidês. Em seguida, esperava-se de um a dois minutos.

Quando da existência de vazamentos, estes surgiam dos furos das argolas em direção ao fecho hídrico, limpando a linha traçada previamente com caneta marca-texto. O número de vazamentos foi determinado contando-se os escoamentos provenientes dos furos de lavagem que limpavam a linha. As perdas diárias foram estimadas considerando-se, para todos os casos, o valor apresentado na Tabela 2 para um a três furos de lavagem, conforme explicado no item 2.1.

Em alguns casos, não havia necessidade de se realizar o teste, pois o vazamento era tanto, que provocava ondulações na superfície do fecho hídrico da bacia sanitária.

Ressalta-se que o tempo mínimo considerado entre o acionamento de uma descarga e a realização do teste nas bacias sanitárias foi de uma hora. Adotou-se este procedimento para que não se confundisse vazamento com retardo de escoamento, decorrente de má instalação da bacia sanitária.

Assim, após a detecção dos vazamentos visíveis e não-visíveis em todos os edifícios, determinaram-se os valores das perdas de água em função dos vazamentos detectados e calcularam-se os novos valores de indicador de consumo estimados para os respectivos edifícios em condições normais de operação, ou seja, sem perdas de água por vazamentos.

Auditoria do consumo de água

As características físicas e funcionais dos cinco edifícios residenciais multifamiliares estudados são apresentadas na Tabela 3. A auditoria dos edifícios ocorreu sempre no período vespertino, quando a maioria dos moradores estava ausentes e, desta forma, as bacias sanitárias sem serem acionadas há algumas horas. Ressalta-se que realizou-se detecção de vazamentos em 453 bacias sanitárias.

Indicador de consumo de água - IC

A Tabela 4 ilustra os valores médios de indicadores de consumo de água do período histórico, que foram utilizados como referência na análise do impacto de redução do consumo após a subtração dos valores das perdas de água.

Perda de água por vazamento visível e não-visível

Foram detectados vazamentos visíveis somente em componentes de utilização tais como: torneiras, chuveiros, bidês, duchas higiênicas e, também, em algumas bacias sanitárias, onde o vazamento foi detectado através de ondas na água do poço. Os vazamentos não-visíveis foram detectados em reservatórios enterrados e bacias sanitárias. A tabela 5 ilustra as perdas de água por vazamento visível e não-visível nos edifícios.

A detecção de vazamentos indicou que as maiores perdas por vazamento estão nos componentes de utilização, principalmente nas bacias sanitárias com caixa de descarga, conforme as figuras 1 e 2.

Índice de vazamento

A Tabela 6 apresenta os componentes de utilização e respectivos números de pontos de vazamentos e o índice de vazamento dos componentes de utilização – IV(C) nos edifícios e, também, o índice de vazamento das bacias sanitárias – IV(BS).

Observa-se, através da Tabela 6, que em todos os edifícios as bacias sanitárias apresentaram o maior número de pontos de vazamentos, exceto no edifício 5, que teve os lavatórios como maior contribuição para esse índice.

A Figura 3 ilustra os índices de vazamento dos componentes de utilização – IV(C), determinados conforme a Equação 4, e os índices de bacias sanitárias com vazamento IV(BS), determinados através da relação de bacias sanitárias com vazamento e o número total de bacias sanitárias de cada edifício. Verifica-se que em todos os edifícios com bacias sanitárias com caixa de descarga o índice de vazamento desses componentes é significativo.

A patologia que deu origem ao maior número de vazamentos nas bacias sanitárias foi o ressecamento do obturador ou *flapper*, que por sua vez causou a sua deformação permitindo a passagem da água.

Ressalta-se que após a descarga em uma bacia sanitária com válvula de descarga, o escoamento em suas paredes deve ser interrompido no máximo em cinco minutos. Caso este tempo seja maior é porque o tubo de ligação não está nivelado com a entrada da bacia, retardando a saída de água da argola, ou a bacia está com vazamento.

No caso de bacia sanitária com caixa de descarga, a reposição do fecho hídrico ocorre durante o período de enchimento da caixa de descarga. Desta forma, se após esse tempo ainda houver escoamento nas paredes da bacia é porque se tem aí um vazamento.

Características do edifício	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3	Edifício 4	Edifício 5
Número de apartamentos	64	64	36	8	28
Nº de hab./apto.*	3,4	3,7	2,1	3,4	3,6
Nº de banheiros/apto.	3	3	2	3	3
Nº de dormitórios/apto. **	3	3	2	3	3
Área do apto.	109 m ²	109 m ²	69 m ²	212 m ²	180 m ²
Nº de bacias sanitárias	159	140	66	26	62
Dispositivo de descarga da BS	caixa de descarga	caixa de descarga	caixa de descarga	válvula de descarga	válvula de descarga
Tempo de operação	10 anos	10 anos	7 anos	17 anos	34 anos

*Foram considerados somente os empregados residentes.

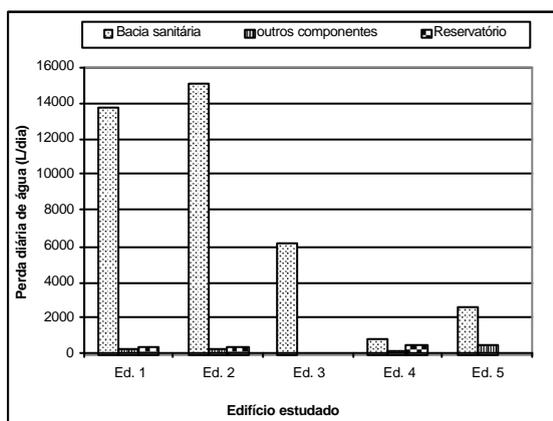
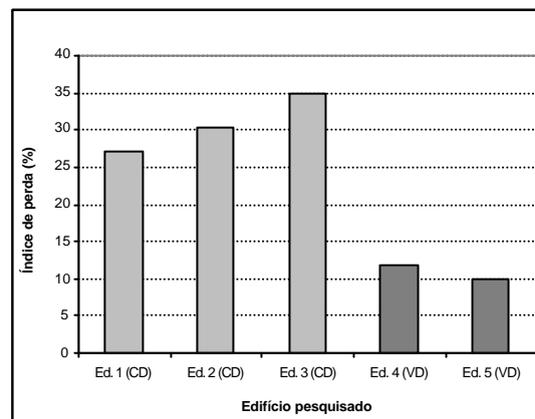
**Não estão considerados os dormitórios de empregados.

Tabela 3 - Características físicas e funcionais dos edifícios estudados

Edifício	Indicador de consumo no período histórico (L/pes/dia)
Edifício 1	232
Edifício 2	218
Edifício 3	241
Edifício 4	264
Edifício 5	277

Tabela 4 - Indicadores de consumo do período histórico

Perda de água	Ed. 1	Ed. 2	Ed. 3	Ed. 4	Ed. 5
PDVv (L/dia)	235	245	8	146	370
PDnv (L/dia)	14040	15480	6192	1354	2592
Perda total (L/dia)	14275	15725	6200	1500	2962
IPv (%)	0,5	0,5	0,04	2	1,4
IPnv (%)	27,9	31,0	34,9	18,6	9,9

Tabela 5 - Perdas de água por vazamentos visíveis e não-visíveis**Figura 1** - Distribuição das perdas de água por vazamento nos edifícios**Figura 2** - Índice de perda de água por vazamentos em bacias sanitárias com caixa de descarga (CD) e com válvula de descarga (VD)

Componente de utilização	Edifício 1	Edifício 2	Edifício 3	Edifício 4	Edifício 5
Lavatório	12	9	---	4	11
Bacia sanitária	95	105	43	6	6
Chuveiro	1	---	---	---	4
Bidê	---	---	---	---	3
Pia	7	---	---	---	---
Tanque	---	---	1	1	1
Total com vazamento	115	114	44	11	25
Total do edifício	658	632	326	113	280
IV(C)	17,5 %	18 %	13,5 %	9,7 %	8,9 %
IV(BS)	59,7 %	75,0 %	65,1 %	23,0 %	9,7 %

Tabela 6 - Componentes de utilização com vazamentos e índice de vazamento

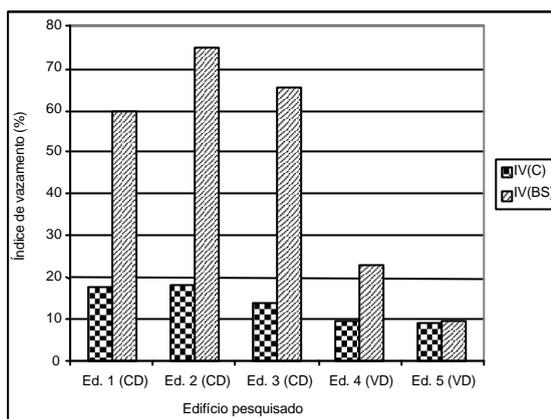


Figura 3 - Índices de vazamento (IV) dos componentes de utilização (C) e somente de bacias sanitárias dos edifícios (BS)

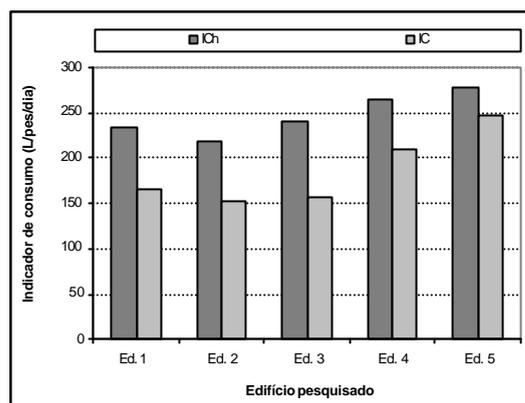


Figura 4 - Valores de indicadores de consumo de água no período histórico (ICh) e o valor esperado após a correção de vazamentos (IC)

Indicadores de consumo esperados após a correção de vazamento

Após a correção de vazamentos espera-se que os valores de indicadores de consumo - IC sejam reduzidos aos valores apresentados na Tabela 7 e no Figura 4. O referido gráfico ilustra os valores médios de indicadores de consumo no período histórico - ICh e do indicador de consumo esperado - IC para essa tipologia de edifício.

Edifício	Indicador de consumo no período histórico (L/pes/dia)	Indicador de consumo esperado após a correção de vazamentos (L/pes/dia)
Ed. 1	232	166
Ed. 2	218	152
Ed. 3	241	157
Ed. 4	264	209
Ed. 5	277	246

Tabela 7 - Valores de indicadores de consumo de água no período histórico (ICh) e o valor esperado após a correção de vazamentos (IC)

Observa-se, através do Gráfico 4, que o valor médio do indicador de consumo esperado após a correção de vazamento para os edifícios residenciais multifamiliares com caixa de descarga é menor do que os que dispõem de válvulas de descarga.

No entanto, considerando-se que os índices de vazamento nos edifícios com caixa de descarga são bem maiores do que naqueles com válvula de descarga, conforme Gráfico 3, e ainda, que as manutenções naqueles sistemas são deficientes, pode-se verificar que o valor do indicador de consumo dos edifícios com caixa de descarga com vazamento é, aproximadamente, igual ao dos edifícios com válvula de descarga em condições normais de operação, ou seja, sem vazamento.

Considerações Finais

Embora não tenha sido estudada uma amostra que represente estatisticamente essa tipologia de edifício, nota-se que é fator determinante para a manutenção do consumo de água em níveis mínimos desejáveis, a melhoria da qualidade das caixas de descarga, pois elas podem possibilitar menor consumo de água no edifício quando comparadas com as válvulas de descarga, somente se em boas condições de operação. A pesquisa também ressalta os seguintes aspectos:

- as bacias sanitárias com caixa de descarga apresentaram maior índice de vazamento do que as dotadas de válvula de descarga. Foi observado que os obturadores, também denominados comportas ou *flappers*, são os maiores responsáveis pelo desperdício de água nas bacias sanitárias com caixa de descarga;
- o índice médio de perda de água por vazamento nos edifícios com bacia sanitária com caixa de descarga foi de 30,7% e para os edifícios com válvula de descarga foi de 10,9%;
- é necessário que todos os fabricantes de bacias sanitárias e dispositivos de descarga forneçam garantia de estanqueidade de, no mínimo dez anos;
- o desenvolvimento de pesquisa que determine o volume de perda por vazamento para as bacias sanitárias brasileiras com caixa de descarga e válvula de descarga contribuiria para uma determinação mais precisa dos índices de perda de água nesses componentes;
- a população, geralmente de 5 a 7 habitantes, utilizada para esta tipologia de edifício quando do cálculo do consumo diário de água, está superestimada, verificando-se nos quatro edifícios

de três dormitórios uma média de 3,5 pessoas por apartamento.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9060**: Bacia sanitária: verificação do funcionamento. Rio de Janeiro, 1994.

DECA. Site institucional da fabrica. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 10 fev. 2001.

GRIGGS J.C.; SHOULER, Martin. An examination of water conservation measures. In: CIB W62 SEMINAR. 1994, England. **Proceedings...** England: CIB, 1994. 11p.

GRISHAM, Alice; FLEMING, William M. Long-term options for municipal water conservation. **Journal AWWA**, v.81, p.34-42, Mar. 1989.

LEAL, Ubiratan. Ataque em duas frentes. **Téchne**, São Paulo, v.48, p.43-44, set./out. 2000.

MALAN, G.J. Towards urban water conservation in South Africa. In: CIB W62 SEMINAR, 1980, South Africa. **Proceedings...** South Africa, CIB, 1980, 7p.

OLIVEIRA, Lúcia H. de. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional da água em edifícios**. 1999. 344 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SHOULER, Martin; THOMAS, Fiona. Water efficient housing in the UK. In: CIB W62 INTERNATIONAL SYMPOSIUM, 26. 2000, Rio de Janeiro. **Proceedings...** Rio de Janeiro: CIB, 2000, 10p.

VICKERS, Amy. The energy policy act: assessing the impact on utilities. **Journal AWWA**, v.85, p.56-62, Aug. 1993.