



## AS BACIAS SANITÁRIAS COM SISTEMA DE DESCARGA DUAL E A REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA EM EDIFÍCIO RESIDENCIAL MULTIFAMILIAR

**Cintia Uchida (1); Lúcia Helena de Oliveira (2)**

(1) Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Brasil – e-mail: cur@terra.com.br

(2) Escola de Engenharia Civil – Universidade Federal de Goiás, Brasil – e-mail: luhe@eec.ufg.br

### RESUMO

**Proposta:** O estudo do consumo de água em bacias sanitárias tem propiciado o desenvolvimento de novas tecnologias de sistemas de descarga cada vez mais econômicos. A substituição de bacias sanitárias convencionais por modelos economizadores tem se mostrado eficiente na redução do consumo doméstico de água. O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho das bacias sanitárias de volume de descarga reduzido, de 6 litros e dual (3L / 6L), em edifícios multifamiliares. **Método de pesquisa/Abordagens:** Monitoramento do consumo de água dos sistemas de descarga estudados, por meio de hidrômetros instalados em bacias sanitárias e de hidrômetros medidores do consumo doméstico total. **Resultados:** O consumo de água na bacia sanitária VDR (6 L) foi de 19% em relação ao consumo doméstico total. Já o consumo de água observado na bacia sanitária VDR dual (3L / 6L) foi de 15% em relação ao consumo doméstico total. O sistema VDR dual economizou cerca de 19% em relação ao sistema VDR de 6 litros. **Contribuições/Originalidade:** obtenção de dados nacionais quanto ao estudo de tecnologias economizadoras de água, contribuindo com o desenvolvimento da construção sustentável quanto à conservação de água.

Palavras-chave: bacia sanitária VDR; sistema de descarga dual; conservação de água.

### ABSTRACT

**Propose:** Toilet water consumption researches have brought the development of new flushing system technologies, and the more they are accomplished, the more they are able to save water. The replacement of standard toilets to the water efficient models could result in significant reduction of the domestic water use. The objective of this study is to assess the performance of the low flow toilets with the 6 litres and the dual (3L / 6L) technology systems while in residential applications. **Methods:** Monitoring of water consumption from the researched flushing systems, gathered through watermeters installed on the inlet pipe of the toilets and through watermeter data from the overall domestic water use. **Findings:** The 6 litres toilet system was responsible for 19% of the total domestic water use, while dual (3L / 6L) flush toilet system was responsible for 15% of the total domestic water use. The dual flush system was able to save about 19% more water than the 6 litre flush system. **Originality/value:** National data gathering related to water efficient technology studies, assisting the development of the sustainable buildings with regard to water conservation topics.

Keywords: low flow toilet; dual flush system; water conservation.

# 1 INTRODUÇÃO

Países que têm enfrentado problemas de disponibilidade de água para o abastecimento estão trabalhando com programas de conservação e uso racional da água. Estes, quando são voltados ao setor residencial e comercial, se concentram na substituição dos equipamentos convencionais por economizadores, ação da qual tem apresentado resultados positivos por não estar atrelada aos hábitos do usuário. A substituição de bacias sanitárias convencionais por modelos economizadores, em particular, tem se mostrado eficiente na redução do consumo doméstico de água.

A utilização sustentável da água, quando relacionada aos sistemas de saneamento, conduziria à redução da quantidade de água potável usada em descargas e à redução do volume total de esgoto gerado. Dessa forma, o desenvolvimento de bacias sanitárias economizadoras é fundamental não só para sustentabilidade quanto à conservação da água, mas também dos sistemas de saneamento.

De acordo com a American Water Works Association – AWWA (1999a), o consumo de água de bacias sanitárias em residências corresponde a 26,7% do consumo total. Um estudo realizado na Austrália mostrou que, no interior de residências unifamiliares, o consumo de água correspondente à bacia sanitária foi de 21% (LOH; COGHLAN, 2003). Uma pesquisa conduzida em 1999 indicou valores mais altos como, por exemplo, na Suíça e nos Estados Unidos de 40%, na Suécia de 27% e no México de 35% (DE OREO *et al. apud* SABESP, 1999). No entanto, esses valores variam de local para local, devido às condições climáticas, aspectos culturais, sociais, entre outros.

Considerando-se o conceito de construção sustentável quanto à conservação de água, a contribuição dos sistemas prediais hidráulicos sanitários neste contexto é muito importante. Conforme apresentado, sendo a bacia sanitária um dos componentes que mais consome água, é necessário que se pesquise o seu desempenho de modo a contribuir com a conservação de água relacionada aos sistemas prediais, atendendo eficientemente às necessidades do usuário.

## 1.1 O consumo doméstico de água e as bacias sanitárias

O estudo da caracterização do consumo de água em pontos de utilização é importante por ser eficiente em demonstrar os equipamentos sanitários de maior consumo, permitindo não só a priorização de tecnologias economizadoras a serem desenvolvidas como também de ações a serem implementadas em edificações.

De acordo com Environment Canada (2005), a porcentagem média de volume de água consumido na bacia sanitária em 2001 no Canadá foi de 30% e a média diária de consumo de água *per capita* foi de 335 L/pessoa.dia. Na Inglaterra, em 1997-1998, este mesmo valor foi de 25%. O consumo de água diário *per capita* se mantém estável desde 1995 em 150 L/pessoa.dia (NATIONAL STATISTICS, 1997-1998).

Nos Estados Unidos, uma pesquisa conduzida pela American Water Works Association – AWWA (1999b) apresenta o consumo doméstico de água típico de residências unifamiliares sem equipamentos economizadores, em que o consumo diário *per capita* é de 280 L/pessoa.dia sendo a bacia sanitária responsável por 28% deste valor, considerando somente o uso interno na residência. Com a utilização de equipamentos economizadores, o uso interno diário *per capita* de água passou de 280 L/pessoa.dia para 196 L/pessoa.dia e o consumo de água da bacia sanitária reduziu para 19%. Observa-se por este resultado que as tecnologias economizadoras de bacia sanitária encontram-se avançadas em relação aos outros equipamentos sanitários, resultado este já esperado, pois a bacia sanitária é freqüentemente referenciada como o equipamento de maior consumo de água em habitações. Por esta razão é que esse equipamento foi o que mais avançou tecnologicamente em termos de redução volume de água consumido.

Estudos relacionados ao consumo de água pela bacia sanitária realmente indicam que esta seja responsável por boa parcela da água consumida no interior das residências, mas os avanços

tecnológicos já alcançados conduzem à observação de uma tendência à diminuição percentual do seu consumo de água.

## **1.2 As bacias sanitárias: classificação e desempenho**

### *1.2.1 Classificação*

O sistema bacia sanitária é basicamente composto pela bacia em si, pelo mecanismo de descarga e pelo ramal de descarga. Com o emprego de diferentes mecanismos de descarga obtêm-se diferentes sistemas de bacia sanitária, que também podem variar de acordo com o formato da própria bacia, com a forma de conexão entre a bacia e o ramal de descarga. Além disso, a bacia também cumpre a função de desconector do sistema de esgoto, já que seu fecho hídrico veda a passagem dos gases para o ambiente (ROCHA, 1990).

Segundo a antiga norma de aparelhos sanitários de material cerâmico, NBR 6452 (ABNT, 1997), as bacias sanitárias são classificadas, em função do volume de descarga:

- bacia sanitária com volume de descarga reduzido – VDR – até 6 litros;
- bacia sanitária de baixo consumo – de 6 a 9 litros;
- bacia sanitária convencional – de 9 a 12 litros.

Esta norma foi substituída pela NBR 15097 (ABNT, 2004), em que esta diferenciação das bacias sanitárias pelo seu volume de descarga não existe. De acordo com esta norma, todas as bacias sanitárias devem apresentar volume de descarga de 6,8 litros. Quanto ao sistema de descarga, as bacias podem ser de ação sifônica, predominantes no Brasil, ou por arraste. De qualquer forma, independente das possíveis variações, o sistema bacia sanitária deve apresentar desempenho que atenda às necessidades do usuário.

### *1.2.2 Desempenho*

O uso de bacias sanitárias com caixa acoplada tem aumentado muito devido à preferência do usuário aos sistemas com medição individualizada de água. Por causa disso, estas bacias têm passado por grandes mudanças nos últimos anos, seja para adequação às exigências de consumo reduzido de água ou para melhorar o seu desempenho em relação às bacias convencionais.

Segundo a NBR 15097 (ABNT, 2004), uma bacia sanitária VDR deve apresentar um volume de descarga de 6,8 litros, podendo variar  $\pm 0,3$  litros. A norma ainda especifica requisitos que garantam uma boa limpeza do poço da bacia sanitária, sem deixar manchas, remoção e transportes eficientes de sólidos, reposição satisfatória do fecho hídrico e não ocorrência de respingos durante o processo de descarga.

A norma de desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos, CE 02.136.01 (ABNT, 2004), que ainda se encontra em fase de aprovação, apresenta uma seção (Parte 6) que trata especificamente dos sistemas hidrossanitários. Nesta seção, o requisito de desempenho “uso racional da água” diz que as instalações hidrossanitárias devem privilegiar a adoção de soluções que minimizem o consumo de água em equipamentos domésticos, reduzindo, dessa forma, a demanda da água da rede pública de abastecimento e o volume de esgoto conduzido para tratamento, sem com isso aumentar a probabilidade de ocorrência de doenças ou reduzir a satisfação do usuário representada pelas condições estabelecidas.

Isso significa que o consumo reduzido de água em bacias sanitárias é um requisito importante de desempenho. Ressalta-se ainda que, de acordo com esta mesma norma, a satisfação do usuário quanto aos equipamentos domésticos economizadores também é um requisito de desempenho.

Em 2002, no Brasil, foi realizada uma pesquisa em um conjunto habitacional de Pindamonhangaba, no estado de São Paulo, sobre avaliação do desempenho de bacias sanitárias VDR quanto à remoção e ao transporte de sólidos, sendo que parte desta pesquisa consistiu na avaliação de desempenho das mesmas em campo. No quesito volume de descarga, o autor sugeriu o valor de 6,8 litros, pelo menos inicialmente, até que a evolução natural do desempenho das bacias sanitárias permitisse a utilização de um volume de seis litros. Por este motivo, a NBR 15097 (ABNT, 2004) estabeleceu como padrão o volume de descarga de 6,8 litros para bacias sanitárias de volume nominal de seis litros. Os dados provenientes de medições e dos questionários realizados com os moradores mostraram que em cerca de 50% das residências ocorreu aumento do número de descargas duplas quando da substituição da bacia convencional pela economizadora. Porém os resultados obtidos com a medição indicaram que a utilização de bacias economizadoras gerou uma redução no consumo de 18% a 62% nos dias úteis e de 31% a 56% nos finais de semana e feriados. Foram também observados problemas como entupimento, lavagem de paredes e remoção dos sólidos do poço da bacia, de tal forma que o consumo de água aumentou com a instalação das bacias economizadoras (OLIVEIRA JUNIOR, 2002).

Em Tucson, Estados Unidos, realizou-se um programa de substituição de bacias sanitárias no período de 1991-1992. Aproximadamente após sete anos, foi realizada uma avaliação do desempenho das bacias sanitárias VDR em 170 residências participantes do programa. Os dados obtidos com o *data logger* demonstrou que o volume médio de descarga de todas as bacias substituídas foi de 7,5 litros. Observou-se a necessidade de acionamento duplo de descarga em 10,9% das bacias sanitárias VDR, sendo que em bacias sanitárias convencionais, este valor foi de 6,6%. Este resultado ressalta o fato de que o acionamento duplo da descarga não é um problema exclusivo de bacias sanitárias economizadoras, mas sim de alguns modelos de bacia sanitária VDR, que requerem mais descargas duplas do que outros. Um terceiro problema identificado foi a ocorrência de vazamento pela comporta (*flapper*) em 12% das moradias com bacias sanitárias de tecnologia VDR. Aparentemente, este problema foi mais frequente nas bacias sanitárias economizadoras do que nas convencionais (HENDERSON; WOODARD, 2000).

A cidade de Durham, no Canadá, conduziu em 2001 uma pesquisa de monitoramento do volume de descarga de bacias sanitárias substituídas em programas de conservação de água durante o período de 1996 a 2000. Em um grupo de oito bacias sanitárias monitoradas nesta pesquisa, foram observadas variações de volumes de 2,6 litros a 13,5 litros, apresentando uma média de 4,8 litros. Esta é uma variação significativa para bacias sanitárias com volume de descarga de 6 litros. Como resultado, a ineficiência de muitas das bacias sanitárias economizadoras fez com que o usuário desenvolvesse hábitos inadequados quanto à utilização desta tecnologia, como segurar o botão de acionamento de descarga até que toda a água do tanque fosse descarregada. Esta ação resultava, por exemplo, em uma descarga de 10 litros em uma bacia VDR, como foi observado em uma das residências participantes (CMHC, 2001).

Percebe-se, assim, a importância da verificação do desempenho no requisito economia de água em bacias sanitárias VDR em campo, já que a operação eficiente das mesmas está relacionada aos hábitos do usuário que, por sua vez, influencia diretamente o resultado quanto à economia de água.

## 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho de bacias sanitárias VDR com caixa de descarga acoplada, com volume nominal de descarga de 6 litros e com sistema dual de descarga com volumes nominais (3 L / 6 L), em edifícios multifamiliares, no que diz respeito ao volume de água consumido pelas bacias em relação ao consumo doméstico total.

### 3 METODOLOGIA

#### 3.1 Mecanismos de descarga estudados

Nesta pesquisa foram abordadas duas tecnologias de bacia sanitária VDR com caixa acoplada: a de volume de descarga nominal de seis litros e a de sistema dual de descarga com volumes nominais de três litros e seis litros. Ambas operam por gravidade e são constituídas por duas partes principais: a bacia e o reservatório, onde se localiza o mecanismo de descarga.

O mecanismo de descarga das bacias sanitárias VDR de seis litros funciona como qualquer outro, ou seja, pela operação básica de encher a bacia sanitária com água suficiente para descarregar os dejetos para o esgoto, restituir o fecho hídrico e o volume de água na caixa acoplada.

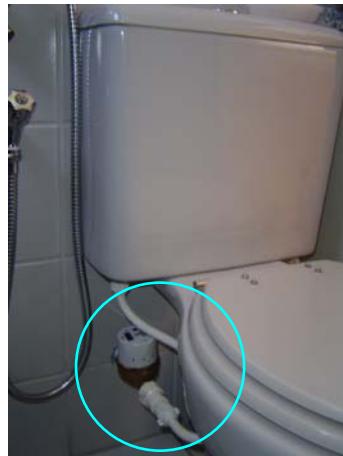
O sistema de descarga dual apresenta duas opções de descarga, uma nominal de três litros, para resíduos líquidos, e outra nominal de seis litros, para remoção de sólidos. O mecanismo dual abordado nesta pesquisa pode ser utilizado na substituição de qualquer mecanismo de descarga de bacia sanitária com caixa acoplada de tecnologia VDR com botão de acionamento de descarga na tampa do reservatório, como pode ser observado na Figura 1, enquanto outros existentes no mercado requerem a substituição da bacia sanitária por inteiro.



**Figura 1 - Mecanismo de descarga Dual Flux, (a) montado em laboratório e (b) instalado em bacia sanitária de tecnologia VDR (DECA, 2004).**

#### 3.2 Método de coleta de dados nas bacias sanitárias estudadas

A pesquisa está sendo realizada em oito unidades habitacionais com sistema de medição individualizada de um edifício multifamiliar, em que as bacias sanitárias existentes são do tipo VDR com volume nominal de descarga de seis litros. Todos os apartamentos possuem dois banheiros, sendo que em um deles instalou-se um hidrômetro no ponto de alimentação de água da bacia sanitária, para que fosse medido o volume de água consumido somente pela descarga da mesma, como pode ser observado na Figura 2. O hidrômetro utilizado foi o *Scampy*, da marca *Hydrometer*, que é um modelo velocimétrico, de vazão nominal de  $1,5\text{m}^3/\text{h}$  e vazão mínima de  $15\text{ L/h}$ . O consumo total residencial de cada apartamento também foi mensalmente monitorado por um hidrômetro da marca LAO, de vazão nominal de  $1,5\text{ m}^3/\text{h}$  e vazão mínima de  $30\text{ L/h}$ .



**Figura 2 – Hidrômetro instalado no ponto de água da bacia sanitária de um dos apartamentos do edifício residencial multifamiliar.**

Na primeira etapa deste trabalho, foram coletados dados do consumo de água de cada uma das unidades habitacionais por um período de seis meses. Durante o último mês desta etapa, monitorou-se o consumo de água das bacias sanitárias de tecnologia VDR de seis litros isoladamente, dotadas do sistema de descarga originalmente instalado nas habitações participantes.

Finalizada a primeira etapa, realizou-se a substituição do sistema de descarga existente na bacia sanitária de um dos dois banheiros de cada apartamento pelo sistema de descarga dual (3L / 6L). Iniciou-se então a segunda etapa da pesquisa, em que foram coletados dados de consumo de água das unidades habitacionais no período de seis meses, sendo que durante o primeiro mês deste semestre, monitorou-se o consumo da bacia sanitária com o mecanismo de descarga dual isoladamente.

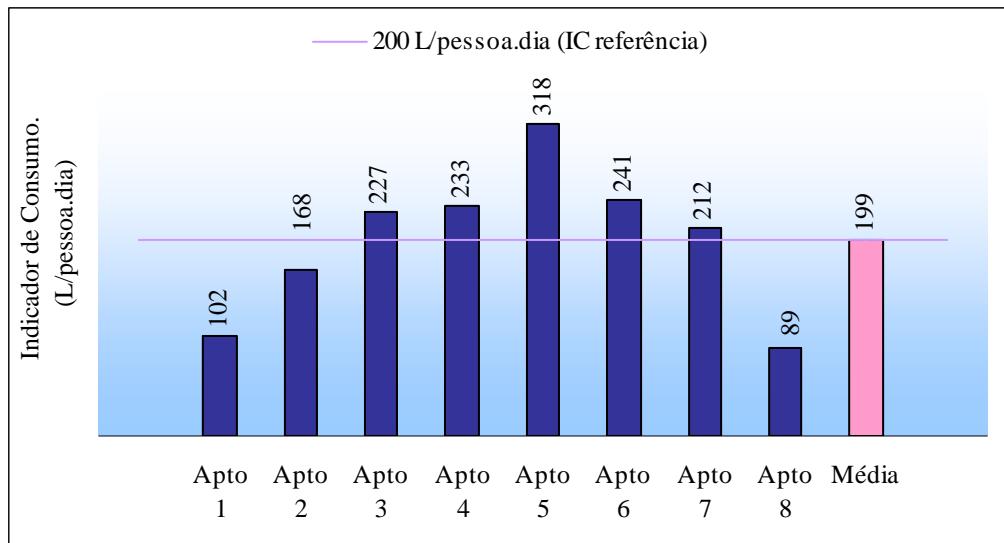
A avaliação do desempenho, quanto ao consumo de água, de cada sistema de descarga estudado foi realizada pela interpretação dos dados de consumo de água durante a pesquisa. Um dos parâmetros utilizados foi a determinação do indicador de consumo (IC). Este é um dado importante por constituir-se de um valor de referência, tanto para a análise do consumo de água pelo usuário, quanto para o impacto de redução do consumo de água após a substituição do sistema de descarga de seis litros pelo dual (3L / 6L).

Denomina-se indicador de consumo a relação entre o volume de água consumido em um determinado período e o número de agentes consumidores desse mesmo período. Um valor de IC referencial para residências é de 200 L/pessoa.dia, que é um valor médio estimado de consumo diário *per capita*, usado como parâmetro de projeto para dimensionamento do sistema predial de água fria de apartamentos, especificamente.

#### **4 ANÁLISE DE RESULTADOS**

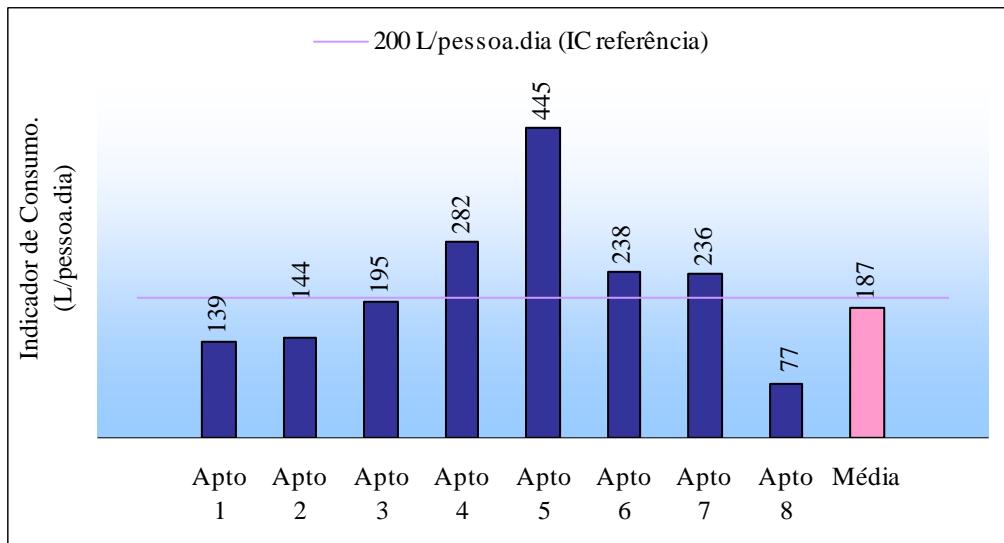
Neste item serão apresentados os resultados da primeira e da segunda etapa da pesquisa, relativos ao desempenho da bacia sanitária de volume de descarga reduzido (VDR) de seis litros e dual (3L / 6L). Faz parte destes resultados o indicador de consumo (IC) de cada unidade habitacional, o consumo de água das bacias sanitárias isoladamente, bem como a sua participação no consumo residencial total.

Os Gráficos 1 e 2 apresentam os valores médios do IC dos usuários dos apartamentos participantes durante os seis primeiros meses da pesquisa, de fevereiro de 2005 a julho de 2005, e durante os últimos seis meses da pesquisa, de setembro de 2005 a fevereiro de 2006, respectivamente. Tanto para a estimativa da média de cada apartamento, como para a estimativa do valor médio de todos os apartamentos, desconsideraram-se os valores inferiores ou superiores ao intervalo determinado pelo valor do  $IC \pm$  duas vezes o desvio padrão da amostra considerada.



**Gráfico 1 – Indicador de consumo médio das unidades habitacionais participantes da primeira etapa da pesquisa, fevereiro de 2005 a julho de 2005, em comparação com o IC de referência.**

Dentre todos os valores de IC registrados na primeira etapa, observou-se uma variação de 54 L/pessoa.dia até 403 L/pessoa.dia. No entanto, o valor médio do IC observado no Gráfico 1, de 199 L/pessoa.dia, está muito próximo ao de referência de 200 L/pessoa.dia.



**Gráfico 2 – Indicador de consumo médio das unidades habitacionais participantes da segunda etapa da pesquisa, setembro de 2005 a fevereiro de 2006, em comparação com o IC de referência.**

Dentre todos os valores de IC registrados na segunda etapa, observou-se uma variação de 41 L/pessoa.dia até 575 L/pessoa.dia. O valor médio do IC observado no Gráfico 2 foi de 187 L/pessoa.dia, valor este 6% menor que o encontrado durante a primeira etapa da pesquisa, de 199 L/pessoa.dia.

A Tabela 1 apresenta os resultados do consumo de água das bacias sanitárias em relação ao consumo doméstico total de ambas as etapas. Deve-se atentar para o fato de que somente uma das duas bacias sanitárias em cada apartamento teve o seu consumo de água medido. Para extração deste resultado para o consumo da bacia sanitária em relação ao consumo doméstico total, duplicou-se a porcentagem

obtida pelas bacias monitoradas, já que em algumas residências, o consumo de água foi medido na bacia mais solicitada e em outras, na menos solicitada. Também neste caso, para o cálculo da porcentagem média, os valores superiores ou inferiores ao valor médio inicial  $\pm$  duas vezes o desvio padrão foram descartados.

**Tabela 1 – Percentual de consumo de água da bacia sanitária em relação ao consumo doméstico total.**

Apartamento	Consumo da BS em relação ao consumo total durante a 1 <sup>a</sup> etapa	Consumo da BS em relação ao consumo total durante a 2 <sup>a</sup> etapa
1	23,3%	17,6%
2	23,4%	19,8%
3	19,6%	15,2%
4	17,2%	12,6%
5	19,4%	21,2%
6	11,4%	8,4%
7	18,8%	9,6%
8	27,2%	25%
<b>Média</b>	<b>19,0%</b>	<b>14,9%</b>

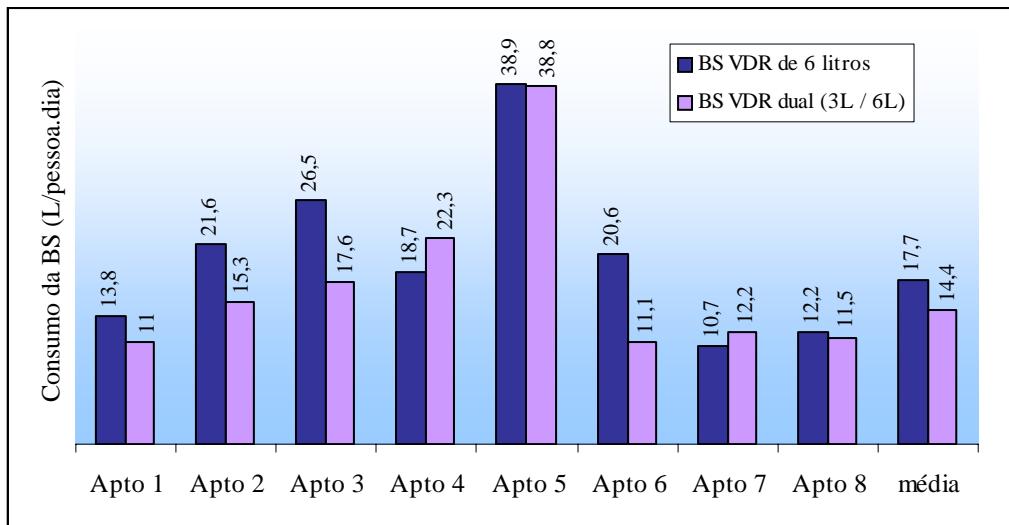
Apesar de a segunda etapa ter apresentado resultados de IC e de porcentagem do consumo de água da bacia sanitária, em relação ao consumo total, menores do que os obtidos na primeira etapa da pesquisa, esses valores por si só não são capazes de confirmar um melhor desempenho do mecanismo dual quanto à redução do consumo de água, pois estes valores podem variar consideravelmente de acordo com a utilização dos outros aparelhos sanitários existentes nos apartamentos. No entanto, deve-se atentar ao fato de que durante os meses de setembro a dezembro de 2005 houve um aumento considerável da temperatura, aumentando também o número de banhos diários, como pode ser observado na Tabela 2. Esperava-se, portanto, o aumento do IC médio durante a segunda etapa, o que não ocorreu. Este fato sim poderia indicar a contribuição do mecanismo dual de descarga em economizar água.

**Tabela 2 – Número médio de banhos por usuário durante a primeira e a segunda etapa, obtido por meio de entrevistas com os moradores.**

Apartamento	Nº de Banhos (1 <sup>a</sup> etapa)	Nº de Banhos (2 <sup>a</sup> etapa)
1	1	1-2
2	1	1
3	1	1
4	2	3
5	2	3-4
6	2	3
7	2	2*
8	1	2

\* Segundo informação do entrevistado não houve aumento do número de banhos, mas sim da quantidade de água utilizada por sua filha pequena, que brincou com água mais freqüentemente.

O Gráfico 3 ilustra o resultado do consumo de água da bacia sanitária monitorada por hidrômetro, de forma independente do consumo doméstico total, de ambas as etapas da pesquisa.



**Gráfico 3 – Consumo de água das bacias sanitárias participantes da pesquisa em ambas as etapas da pesquisa, em L/pessoa.dia.**

Analizando os valores médios de consumo de água pelas bacias sanitárias monitoradas, observa-se que o sistema dual de descarga resultou em um consumo de água 19% menor do que o de seis litros. Como este dado refere-se ao consumo de água da bacia sanitária isoladamente, ou seja, não possui relação nenhuma com a utilização de outros aparelhos sanitários, o seu resultado evidencia o desempenho superior do sistema dual em economizar água.

## 5 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **CE 02.136.01**: Desempenho de edifícios habitacionais até cinco pavimentos – Parte 6: Sistemas hidrossanitários. Rio de Janeiro, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6452**: Aparelho sanitário de material cerâmico - especificação. Rio de Janeiro, 1997.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15097**: Aparelho sanitário de material cerâmico. Rio de Janeiro, 2004.
- AWWA – American Water Works Association. Conservation Info. [1999a]. Disponível em: <<http://www.awwa.org/Advocacy/learn/conserve/resources/ConservationInfo.cfm>>. Acesso em: 30 set. 2004.
- AWWA – American Water Works Association. Stats on tap. [1999b]. Disponível em: <<http://www.awwa.org/Advocacy/pressroom/statswp5.cfm>>. Acesso em: 13 set. 2005.
- CMHC - Canada Mortgage & Housing Corporation. Six Litre Toilet Monitoring Program. Canadá, 2001. Disponível em: <<http://www.cmhc-schl.gc.ca/publications/en/rh-pr/tech/01-144-e.html>> Acesso em 14 jun. 2004.
- DECA. Página oficial do fabricante. Disponível em: <<http://www.deca.com.br>>. Acesso em: 17 dez. 2004.
- ENVIRONMENT CANADA. How do we use it. 2005. Disponível em:<<http://www.ec.gc.ca/water/en/info/facts/e Domestic.htm>>. Acesso em: 12 set. 2005.
- HENDERSON, Jim; WOODART, Gary. Function of Aging Low-Consumption Toilets in Tucson: A Follow-up with Rebate Program Participants. Issue Paper #22, oct. 2000. Water Resources Research Center, University of Arizona. 25p. Disponível em: <[http://www.cuwcc.org/products\\_tech.lasso](http://www.cuwcc.org/products_tech.lasso)>. Acesso em: 17 jan. 2006.

LOH, Michael; COGHLAN, Peter. Domestic Water Use Study. **Water Corporation**, Perth, Austrália, 36p, mar. 2003. Disponível em: <[http://www.watercorporation.com.au/publications/12/Domestic\\_water\\_use\\_study.pdf](http://www.watercorporation.com.au/publications/12/Domestic_water_use_study.pdf)>. Acesso em 30 et. 2004.

NATIONAL STATISTICS. Domestic water use, 1997-98: Social Trends 31. Canadá, 1997-1998. Disponível em: <<http://www.statistics.gov.uk/STATBASE/ssdataset.asp?vlnk=3653>>. Acesso em: 12 set. 2005.

OLIVEIRA JÚNIOR, Osvaldo Barbosa de. **Avaliação do desempenho funcional de bacias sanitárias de volume de descarga reduzida com relação à remoção de transporte de sólidos**. Campinas, 2002. 281p. Dissertação (mestrado). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Universidade Estadual de Campinas.

ROCHA, Adilson L. **Estudo para identificação e avaliação de parâmetros de projeto de bacias sanitárias de ação sifônica tendo em vista a redução do consumo de água**. São Paulo, 1990. 182p. Dissertação (mestrado). Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. Distribuição de Água no Consumo Doméstico [ca. 1999]. Disponível em: <[http://www.Sabesp.com.br/pura/noticias\\_dados/dados\\_distribuicao\\_agua1.htm](http://www.Sabesp.com.br/pura/noticias_dados/dados_distribuicao_agua1.htm)>. Acesso em: 16 dez. 2004.

## **6 AGRADECIMENTOS**

Os autores gostariam de agradecer a CAPES, a SANEAGO – Saneamento de Goiás, ao Laboratório de Sistemas Prediais da EP-USP pelo empréstimo de hidrômetros, aos condôminos que nos possibilitaram a investigação em seus apartamentos e ao Curso de Mestrado em Engenharia Civil (CMEC) da Universidade Federal de Goiás.