

SAMIR TANIOS HAMZO

**AVALIAÇÃO DA ECONOMIA DE ÁGUA OBTIDA PELO USO
DE DISPOSITIVO SELETIVO DE DESCARGA EM BACIAS
SANITÁRIAS COM CAIXA ACOPLADA**

Dissertação apresentada ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo - IPT, para obtenção do título de Mestre em Habitação: Planejamento e Tecnologia.
Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

São Paulo

2005

Ficha Catalográfica
Elaborada pelo Centro de Informação Tecnológica do IPT

H232a Hamzo, Samir Tanios

Avaliação da economia de água obtida pelo uso de dispositivo seletivo de descarga em bacias sanitárias com caixa acoplada. / Samir Tanios Hamzo. São Paulo, 2005.

79p

Dissertação (Mestrado em Habitação: Planejamento e Tecnologia) - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. Área de concentração: Tecnologia em Construção de Edifícios.

Orientador: Prof. Dr. Douglas Barreto

1. Economia de água 2. Dispositivo seletivo de descarga 3. Bacia sanitária
4. Edificações 5. Tese I. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.
Centro de Aperfeiçoamento Tecnológico II. Título

Aos meus filhos **Omar** e **Ryad**,
flechas que lanço ao futuro.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Grande Geômetra, que ao propor as dificuldades, inspira e encoraja em medidas justas;

Aos Meus Pais, que tudo me dão de forma incondicional;

Ao Prof. Dr. Douglas Barreto, pela atenta e dedicada orientação;

Aos Técnicos do Laboratório de Instalações Prediais do IPT, na pessoa do Jurandir Rodrigues, colaborador e companheiro na busca de soluções;

Ao Prof. Dr. Gil da Costa Marques, Diretor do IFUSP, pelo apoio constante;

Aos Técnicos do IFUSP: da Manutenção Predial, na pessoa do Gilberto Silva de Oliveira e da Oficina Mecânica Central, na pessoa do Marcos Santos de Souza, pelo entusiasmo e participação criativa ;

Ao colega Eng. Arnaldo Camargo Barbosa Jr, da Duratex S.A.(Deca) pela pronta colaboração na cessão de material;

Aos meus verdadeiros amigos, pela convivência leal e pelas constantes manifestações de estímulo.

RESUMO

Este trabalho de pesquisa aborda o problema da redução do consumo de água potável nas edificações concentrando-se especificamente na aplicação de tecnologia, por meio da utilização de dispositivo seletivo de descarga.

Devido à dificuldade de aquisição deste tipo dispositivo no Brasil, foi obtido um modelo importado, criando-se, ao mesmo tempo, um protótipo que viabiliza a avaliação da redução de consumo.

Da comparação entre os consumos verificados nas bacias equipadas com os dispositivos seletivos de descarga e com o dispositivo de descarga única, tanto em ensaios de laboratório como em medições de campo, obteve-se uma redução média de 44,2% do consumo de água.

Pode-se, assim, concluir pela eficácia da utilização dos dispositivos seletivos, tanto em instalações de novas bacias sanitárias como em adaptações nas bacias antigas.

Palavras-Chave: Economia de água, Dispositivo seletivo de descarga, Bacia sanitária.

ABSTRACT

This work deals with the problem of reduction of water consumption in buildings from a technological standpoint. This study is made by the use of dual flush devices.

Concerning the difficulties in finding such devices in Brazil, an imported model was studied and a prototype was built. This made possible the evaluation of the consumption rates of such devices.

A comparison is made between these devices associated with single flush devices by means of laboratories testing as well as field measurements. It was observed an average reduction of 44.2% concerning water consumption.

The result leads to the conclusion that dual flush devices are effective to be applied in both new and installed toilets.

Keywords: Water conservation, Dual flush devices, Toilets.

Lista de Ilustrações

Figura 1	Planta do local de realização das medições de campo, com a indicação dos locais de instalação dos equipamentos de monitoramento.....	42
Foto 1	O dispositivo de descarga simples e seus componentes.....	26
Foto 2	A bancada de ensaios preliminares com o conjunto montado.	27
Foto 3	O Interior da caixa acoplada e o tubo extravasor seccionado...	28
Foto 4	O protótipo P1 antes da adaptação ao tubo extravasor.....	29
Foto 5	O protótipo P2 ao lado de um dispositivo de descarga simples.....	30
Foto 6	O protótipo P3 montado fora da caixa acoplada.....	31
Foto 7	A caixa acoplada com a tampa acrílica e os botões acionadores de P3.....	32
Foto 8	O dispositivo dual D, montado fora da caixa acoplada.....	33
Foto 9	Instalação do hidrômetro e do abrigo para o “ <i>data logger</i> ” no banheiro masculino.....	41
Foto 10	Detalhe do “ <i>data logger</i> ” no interior do abrigo.....	43
Gráfico 1	Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo S por intervalos de volume.....	49
Gráfico 2	Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo S por intervalos de volume.....	50
Gráfico 3	Percentual do uso de B3 (Masc.) e dispositivo S por intervalos de volume	51
Gráfico 4	Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo S por intervalos de volume.....	52
Gráfico 5	Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo S por intervalos de volume	53

Gráfico 6	Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo D por intervalos de volume.....	57
Gráfico 7	Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo D por intervalos de volume.....	58
Gráfico 8	Percentual do uso de B3 (Masc.) e dispositivo D por intervalos de volume	59
Gráfico 9	Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo D por intervalos de volume.....	60
Gráfico 10	Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo D por intervalos de volume	61
Gráfico 11	Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.....	64
Gráfico 12	Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.....	65
Gráfico 13	Percentual do uso de B3 (Masc.) e dispositivo P3 por intervalos de volume	66
Gráfico 14	Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.....	67
Gráfico 15	Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo P3 por intervalos de volume	68

Lista de Tabelas

Tabela 1	Vantagens e desvantagens da bacia sanitária com caixa acoplada.....	18
Tabela 2	Vantagens e desvantagens da bacia sanitária convencional...	19
Tabela 3	Desvantagens na substituição de bacias sanitárias e de caixas acopladas.....	20
Tabela 4	Exigências para cada requisito segundo a NBR 15097.....	36
Tabela 5	Resumo dos resultados obtidos em Laboratório.....	37
Tabela 6	Volumes médios de descarga de cada dispositivo apurados em laboratório.....	39
Tabela 7	Características das Campanhas de Medição de Campo.....	40
Tabela 8	Resumo dos resultados da Campanha de Medição A.....	46
Tabela 9	Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo S.....	47
Tabela 10	Resumo dos resultados da Campanha de Medição B.....	54
Tabela 11	Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo D.....	55
Tabela 12	Resumo dos resultados da Campanha de Medição C.....	62
Tabela 13	Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo P3.....	63
Tabela 14	Uso relativo das bacias por tipos de descarga.....	72
Tabela 15	Consumos médios e percentuais de redução por dispositivo seletivo e por bacia.....	73

Lista de Abreviaturas e Siglas

PNCDA	Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água
DTA	Documentos Técnicos de Apoio
PBQP-H	Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ULF	<i>Ultra Low Flush</i>
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
RMSP	Região Metropolitana de São Paulo
WEAP	<i>Water Efficient Appliances and Plumbing Group</i>
INPI	Instituto Nacional de Propriedade Industrial
LIP	Laboratório de Instalações Prediais
IPT	Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo
IFUSP	Instituto de Física da USP
LPF	Litros por Fluxo

Sumário

Resumo

Abstract

Lista de ilustrações

Lista de tabelas

Lista de abreviaturas e siglas

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 OBJETIVOS.....	5
3 REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES.....	6
3.1 Ações socioculturais.....	7
3.1.1 Campanhas de redução do consumo de água e comportamento de não conservação	7
3.2 Ações econômico-financeiras.....	10
3.3 Ações tecnológicas.....	13
3.3.1 Bacias sanitárias.....	16
4 DISPOSITIVO SELETIVO DE DESCARGA	21
4.1 Utilização e experiências em outros países.....	21
4.2 Disponibilidade e uso no Brasil.....	24
4.2.1 Desenvolvimento do protótipo.....	25
4.2.2 Dispositivo dual de descarga.....	32
5 AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DO CONSUMO.....	34
5.1 Procedimento adotado.....	34
5.2 Ensaio em laboratório.....	35
5.2.1 Resultados.....	37
5.3 Medições de campo.....	39

5.3.1	Descrição do local.....	40
5.3.2	Equipamentos utilizados.....	43
5.3.3	Resultados.....	44
5.3.3.1	Campanha de medição A.....	45
5.3.3.2	Campanha de medição B.....	53
5.3.3.3	Campanha de medição C.....	61
5.3.4	Análise dos resultados.....	68
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES	74
	REFERÊNCIAS	77

1 INTRODUÇÃO

Com a crescente transformação do meio-ambiente, devido a um conjunto de fatores dentre os quais o aumento populacional, as mudanças de hábitos e a alta industrialização que afetam os mananciais, a conseqüente escassez de água faz com que haja uma maior preocupação com a redução de consumo, além da necessidade de desenvolvimento de tecnologias que busquem a reutilização e a reciclagem através de tratamento das águas servidas.

A indisponibilidade de água potável tem sido tema de discussão de abrangência global, exigindo da sociedade e dos governos a necessidade estratégica de uma resposta para a disponibilização de meios para redução do consumo de água.

Os grandes centros urbanos, pela demanda de consumo que atingiram, recebem água de mananciais cada vez mais distantes a custos cada vez maiores, ao mesmo tempo em que os investimentos em campanhas educativas voltadas às questões ambientais, de conservação e de economia de água passaram a ser crescentes.

A crise de energia, no que se refere ao petróleo, no início da década de 70, provocou uma reflexão maior sobre a disponibilidade de recursos naturais nos Estados Unidos, que já começava a enfrentar também sérias crises de abastecimento de água devido às secas e ao aumento de consumo.

No Brasil, as discussões entre entidades ligadas ao problema da conservação e uso racional da água denunciavam no início da década de 80, a necessidade da criação de políticas em nível federal, enquanto se intensificavam pesquisas e se iniciavam parcerias com o setor privado para o desenvolvimento de aparelhos hidráulico-sanitários que consumissem menos água.

Somente na década de 90, a partir de iniciativas governamentais para a instituição de programas voltados à conservação dos recursos naturais, a redução do consumo de água ganhou maior importância, em concordância com o que ocorria em outras regiões do mundo.

Em abril de 1997, foi instituído o Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água – PNCDA¹, coordenado pela Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano da Presidência da República, que organizou as políticas de uso racional da água, definindo ações específicas em caráter tecnológico, normativo, econômico e institucional.

Com a participação de entidades governamentais e ligadas ao ensino, à pesquisa e à indústria, o Programa recebeu subsídios importantes, consubstanciados nos Documentos Técnicos de Apoio (DTA) para o desencadeamento de mudanças significativas no que se referem às tecnologias que envolvem os sistemas prediais.

As bacias sanitárias, pelo fato de serem responsáveis por aproximadamente 30% do volume diário consumido em um domicílio, segundo Oliveira², foram os principais alvos de investimento de esforços e recursos na pesquisa de formas mais econômicas de funcionamento.

Em outubro de 1998, o Programa Setorial da Qualidade de Louças Sanitárias para Sistemas Prediais, vinculado ao Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat³ (PBQP-H), fixou objetivos de qualidade evolutiva relativos ao desempenho das louças sanitárias, no atendimento às diretrizes institucionais para o uso racional da água e à garantia de atendimento às normas técnicas.

¹ Histórico disponível em www.pncda.gov.br

² Oliveira, L.H. Metodologia para implantação de programa de uso racional de água em edifícios. 1999.

³ Vinculados na época ao então Ministério do Planejamento e Orçamento e atualmente ao Ministério das Cidades.

Um desses objetivos de desempenho foi: *“que as bacias sanitárias comercializadas despejassem o volume máximo de 6,8 litros, com variação máxima de 5%”*⁴.

Estes números foram obtidos a partir de ensaios de laboratório e estudos de campo como estratégia do PBQP-H, realizados entre 2000 e 2001 em um conjunto habitacional na cidade de Pindamonhangaba, Estado de São Paulo.

As bacias sanitárias foram, aos poucos, sendo redesenhadas e aperfeiçoadas, adequando-se às limitações de volume de descarga e se apresentando como aparelhos que consumissem menor volume de água, à medida que diminuía os prazos fixados para que as indústrias de louças sanitárias fabricassem exclusivamente esses modelos.

As indústrias participantes deste Programa deram então maior importância ao desenvolvimento de novos produtos, atingindo as metas de redução do volume de descarga para 9 litros e 6,8 litros respectivamente nos finais dos anos de 2002 e 2003, sob o conceito de utilização racional da água, de acordo com a tendência mundial para as questões ambientais e valendo-se destes apelos por razões de cunho mercadológico e de qualidade.

Entretanto, os milhares de conjuntos de bacia sanitária - caixa acoplada que foram fabricados, comercializados e instalados anteriormente às datas estabelecidas pelo Programa, continuam a consumir volumes maiores de água, até que sejam substituídas pelos modelos atuais disponíveis no mercado.

As substituições podem ser motivadas por quebras, reformas nos banheiros ou atitudes de conservação espontânea por parte dos usuários ou por programas governamentais de incentivo.

⁴ Texto disponível em www.cidades.gov.br/pbqp-h/psqs

Atualmente os consumidores que desejarem substituir seus conjuntos por modelos atuais podem ser desestimulados devido ao custo relativamente elevado, em torno de R\$ 200,00⁵ o conjunto, para o padrão popular de louça branca.

Além da redução do volume de descarga pela diminuição da capacidade da caixa acoplada, uma outra forma de se estimular a economia de água, sem que haja a necessidade da troca do conjunto, é a adaptação nas caixas acopladas já instaladas de um dispositivo de descarga que permita a seleção do volume de água a ser despejado em função do tipo de detrito a ser carreado, eliminando-se dispêndio excessivo com substituição de todo o sistema.

⁵ Preço composto por materiais e mão-de-obra para instalação, segundo a Revista Construção Mercado. Nº 41 de dezembro de 2004, p. 58 e 216.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é a avaliação da economia de água decorrente da instalação de dispositivos seletivos de descarga (“meia” e “completa”) adaptados em caixas acopladas de bacias sanitárias.

Para tanto, a metodologia utilizada se apóia em ensaios de laboratório e medições de campo, realizados com dispositivos de descarga única e seletiva, cujos resultados permitem uma comparação direta dos consumos em cada situação, fornecendo subsídios importantes para justificar a adoção do sistema seletivo de descarga como meta a ser perseguida pelos planos de conservação e uso racional de água em curso no Brasil.

Os ensaios de laboratório têm como base a Norma Brasileira ABNT NBR 15097⁶, e as medições de campo limitam-se ao monitoramento de consumo de água em bacias sanitárias dotadas de dispositivos de descarga únicos, que originalmente equipavam as caixas acopladas e de dois tipos de dispositivos seletivos de descarga, adaptados às caixas existentes.

As medições foram feitas em quatro bacias sanitárias instaladas em dois banheiros no *Campus* da Universidade de São Paulo (USP) em São Paulo, durante um período de onze meses.

Dessa forma, como objetivo também é possível a verificação do desempenho dos dispositivos seletivos em bacias não projetadas especificamente para esta condição.

⁶ ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Aparelho sanitário de Material Cerâmico – Requisitos e Métodos de Ensaio. NBR 15097. 2004.

3 REDUÇÃO DO CONSUMO DE ÁGUA NAS EDIFICAÇÕES

Foi realizada uma revisão bibliográfica de forma a se levantar as diversas possibilidades que envolvem a redução do consumo de água nas edificações.

Estas possibilidades foram assim agrupadas pelas características das ações a elas relacionadas:

- socioculturais,
- econômico-financeiras e
- tecnológicas.

No que diz respeito às ações socioculturais, são abordados os aspectos das campanhas relacionadas com o uso racional da água, a sensibilização da população e ao comportamento de não conservação de indivíduos.

Os aspectos econômico-financeiros referem-se às medidas de incentivos e desincentivos econômicos, por meio da diferenciação dos preços das tarifas, planos de reembolso e seus efeitos em algumas cidades dos Estados Unidos.

Para as ações tecnológicas, é abordada a necessidade de eliminação de vazamentos, assim como alguns aspectos relativos à medição individualizada em condomínios.

Da disponibilidade de equipamentos e aparelhos economizadores de água no Brasil, destaca-se em item específico as bacias sanitárias, suas características, vantagens e desvantagens na manutenção e na substituição por modelos mais econômicos.

3.1 Ações socioculturais

3.1.1 Campanhas de redução de consumo de água e comportamento de não conservação

As campanhas para redução de consumo de água nos grandes centros urbanos têm sido cada vez mais intensas. A partir de justificativas como escassez, poucas chuvas e desperdícios, as campanhas se multiplicaram, recomendando medidas de economia que se concentram na verificação e na eliminação de vazamentos nas instalações domiciliares e nas mudanças de hábitos para utilização da água na higiene pessoal, asseio e limpeza.

A grande intensidade das veiculações das mensagens alusivas ao combate ao desperdício de água, somente em determinada época do ano, faz com que a população assimile que a escassez e a necessidade de economia somente ocorram nesses períodos mais críticos.

Como o consumo de água é diretamente influenciado pelos hábitos dos consumidores de uma determinada localidade, é fundamental a mudança de comportamento individual para que sejam obtidos resultados na redução de consumo de água. Ao se buscar razões que expliquem a resistência do usuário a mudanças, são várias as justificativas encontradas.

Ao organizar os “Subsídios às Campanhas de Educação Pública Voltadas à Economia de Água”, Cardia⁷ mostra que, a partir de uma ampla revisão bibliográfica, há uma tendência atual para comportamentos mais individualistas e menos motivados.

⁷ Cardia, N. et alii. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; B2. 1998.

A autora sustenta que os indivíduos não se submetem a restringir conforto ou saúde apenas para economizar água e que os padrões de consumo atuais são decorrentes da facilidade de crédito, que tem desestimulado a poupança e aumentado os obstáculos à conservação.

Isto aponta para estratégias de conservação que dependam cada vez menos de mudanças de hábitos e, por outro lado, mais da decisão relativa à aquisição de componentes poupadores.

Mantém-se, entretanto a opinião de que as campanhas devem ter caráter permanente e devem se concentrar principalmente em crianças e jovens por meio de uma intensa educação continuada, alterando a característica emergencial a que estão sujeitas atualmente.

Uma hipótese que explicaria comportamentos de não conservação refere-se ao fato de que as publicações didáticas do ensino de geografia, nos níveis fundamental e médio (ou *ginasial* e *colegial*), principalmente na década de 70, conterem informações de que o Brasil teria infinita abundância de água e sendo uma das nações com maior disponibilidade de recursos hídricos do planeta.

O enfoque destas citações, como por exemplo, as de Azevedo⁸, se voltavam a enaltecer o país como um local único no mundo, em franco progresso, de alto potencial de crescimento industrial e agrícola. Os rios eram descritos apenas como cenários de passagens históricas e também como divisas interestaduais.

As bacias hidrográficas eram destacadas como muito favoráveis ao transporte fluvial e à construção de barragens para aproveitamento hidrelétrico. Na época, multiplicavam-se os projetos e as obras de construção de usinas hidroelétricas.

Os aspectos quantitativos, em detrimento dos qualitativos, colocavam a água como um bem de fácil acesso, com consumo e descarte livres, omitindo sua importância ambiental e econômica.

⁸ Azevedo, A..O Brasil e suas regiões. 1971 e Geografia do Brasil. 1976.

Os alunos da época, crianças e adolescentes, reforçavam este aprendizado ao presenciarem adultos praticando atos de não conservação, normalmente em locais de grande visibilidade, como por exemplo, varrição de passeios e lavagem de automóveis, com mangueiras.

Os indivíduos refletem o meio social onde vivem, a partir da observação de condutas de outros bem como de ocasiões em que estas são recompensadas, desprezadas ou punidas, formando uma idéia de como determinado comportamento é desempenhado, para que, em ocasiões futuras, esta informação codificada sirva como guia de ação.

Isto quer dizer que, ao presenciar atitudes de não conservação por parte de adultos, as crianças, ao não perceberem qualquer tipo de coerção, entendem tal situação como normal e reforçam suas condutas individuais como corretas, perpetuando-as, dessa forma, como explica Bandura⁹, que denomina este processo de aprendizagem como vicária¹⁰.

Felizmente, a educação recebida nas escolas nos dias atuais dá maior importância às questões ambientais, fazendo com que, por meio de uma comunicação persuasiva e da modelagem social, a sensibilização às campanhas de uso racional da água seja facilitada.

⁹ Bandura, A. Behavior theory and the model of man. American Psychologist Association. (Presidential Address). 1974.

¹⁰ Segundo o *Webster's Dictionary*, *vicarious*: *Felt or enjoyed through imagined participation in the experience of another.*

A amplitude das ações de conservação não pode estar restrita simplesmente a campanhas educativas. Recomenda, ainda, Cardia¹¹ que as campanhas informativas e educacionais devam ser inseridas em programas mais amplos de conservação de água, de maneira integrada e sinérgica com outras estratégias igualmente relevantes, como incentivos econômicos, regulamentação técnica, auditorias de consumo, pesquisa e desenvolvimento de equipamentos e controles de perdas nos sistema de abastecimento público.

3.2 Ações econômico-financeiras

Das dificuldades na obtenção de resultados imediatos em função única da mudança de hábitos, ganham maior importância as medidas de caráter econômico, cujas implantações devem estar associadas a medidas socioculturais e tecnológicas.

Estas medidas podem ser de desincentivo financeiro, como por exemplo, por meio de aumento das tarifas aos que mais consomem e diminuição de tarifas aos que menos consomem.

Deve-se, todavia destacar, que esta solução deve ser meticulosamente estudada devido às peculiaridades de consumo em função da renda familiar. O conhecimento destas peculiaridades permitiria o conhecimento das demandas residenciais de água potável e orientariam as mudanças na estruturação de preços da água conforme apontam André e Pelin¹².

A simples adoção de medidas práticas em se aumentar os preços das tarifas, sem que sejam levadas em conta estas peculiaridades traz o risco de se penalizar os mais pobres e não restringiria o consumo por parte dos que tendem a desperdiçar, segundo Black (apud Cardia¹³).

¹¹ Cardia, N. et alii. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; B2. 1998.

¹² André, P.T.A. e Pelin, E.R..Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; B1. 1998.

¹³ Ver nota (11).

Uma outra forma de se incentivar a conservação e o uso racional da água seria a criação de programas de reembolso e bonificações aos consumidores que adotarem equipamentos de alta eficiência, já amplamente praticados em alguns países como Estados Unidos e Austrália, onde são denominados “rebates”.

Estes programas, na maioria dos casos, referem-se à instalação de bacias sanitárias de baixo consumo e de dispositivos seletivos de descarga em caixas acopladas.

Nos Estados Unidos, em muitos casos, os programas são de âmbito municipal, dependendo das autoridades locais o estabelecimento dos valores e das políticas de reembolsar os consumidores que substituïrem suas antigas bacias sanitárias por modelos mais econômicos.

Nas cidades de *Folsom* e *Sacramento*, Estado da Califórnia, os valores pagos atingiram US\$ 125,00¹⁴ para aqueles consumidores que efetuaram a substituição de suas bacias sanitárias antigas, que utilizam em média onze litros de água, por modelos “*Ultra Low Flush*” (ULF) que utilizam aproximadamente seis litros de água por descarga.

Em *New York*, a Municipalidade ofereceu para cada unidade habitacional, US\$240,00 para a primeira bacia sanitária antiga substituída por modelo eficiente do tipo ULF e US\$ 150,00 para a segunda bacia. O resultado deste programa, entre 1993 e 1997, atingiu a marca de cerca de 1,3 milhão de bacias substituídas¹⁵.

Como resultado, o consumo diário de água “*per capita*” baixou de 738 litros em 1991 para 620 litros em 1997, mesmo com a população em crescimento.

¹⁴ Segundo o Californian Urban Water Conservation Council. Disponível em www.h2ouse.org

¹⁵ Segundo o Environmental Protection Agency. Disponível em www.epa.gov/owm/water-efficiency/utilityconservation.pdf

Entretanto, o sucesso deste programa desencadeou um outro problema de ordem ambiental: o descarte do enorme volume de bacias antigas, que foi resolvido com o lançamento das peças ao mar para favorecer, ainda que artificialmente, um “*habitat*” para a formação de corais.

No Brasil, desconhece-se a existência de qualquer programa de bonificação ou reembolso para substituição de aparelhos sanitários que reduzam o consumo de água.

Apenas recentemente, foi implantado pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP) o Programa de Incentivo à Redução do Consumo de Água, que fixa como meta mensal para cada imóvel o correspondente a 80% da média de consumo entre os meses de abril e setembro de 2003. Se no mesmo período, para o ano de 2004, for atingida a meta, é concedido um desconto de 20% no valor da conta do mês em referência.

Aparentemente, não há sentido em uma empresa concessionária que fornece a água estimular a queda de consumo, mas o ganho que pode advir desta situação em caso de escassez de oferta seria tão somente a imagem de eficiência que a concessionária transmitiria ao público consumidor.

Cita-se o caso da SABESP que, segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) do Ministério das Cidades, indica que o consumo médio diário “*per capita*” de água diminuiu de 257,2 l/hab/dia para 160,8 l/hab/dia entre 1996 e 2001, com ligeiro aumento para 165,7 l/hab/dia em 2002.

Ainda não há publicação de resultados das pesquisas referentes aos anos de 2003 e 2004, por parte do SNIS. Ressalta-se, entretanto, que no mesmo período, a tarifa média foi aumentada em 67,86% (de R\$ 0,84/m³ para R\$ 1,41/m³), o que pode significar um estímulo à economia de água.

Para efeito de comparação, em Singapura, onde a disponibilidade "*per capita*" de água doce é bastante crítica, em torno de 211 vezes¹⁶ menor que no Brasil, o custo da água é de cerca de R\$ 3,22/m³ para consumo doméstico de até 40 m³/mês¹⁷.

Esta diferença na disponibilidade de água justifica o empenho das concessionárias em reduzir perdas a montante dos hidrômetros, reportadas pelo Banco Mundial, que no caso do Brasil cita a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), área de atuação da SABESP, com 40% da água potável não tarifada em 1992¹⁸, enquanto que para o caso de Singapura, o número é de apenas 6% em 1994¹⁹.

3.3 Ações tecnológicas

Nas décadas de 70 e 80, devido à inexistência ou à intermitência de políticas, programas e campanhas educativas que conduzissem a um menor consumo de água potável nas instalações prediais, ainda que voltados apenas à diminuição do desperdício, a indústria brasileira não desenvolveu sistemas economizadores de água.

Atualmente, além das bacias sanitárias econômicas, o mercado nacional oferece dispositivos e aparelhos que provocam a redução de consumo, tais como aeradores, pulverizadores, temporizadores e sensores eletrônicos para torneiras.

Há muita discussão acerca da real eficiência e do impacto na economia de água, além do que, para os consumidores, fica dificultada a avaliação da viabilidade econômica na instalação destes aparelhos, devido ao desconhecimento sobre o tempo de retorno do investimento de cada componente.

¹⁶ Em 1990, Segundo dados do Banco Mundial. Disponível em www-wds.worldbank.org

¹⁷ Em julho de 2004, segundo o Public Utilities Board (Singapura), disponível em www.pub.gov.sg

¹⁸ The Word Bank. Water Resources and Environment. Water Conservation: Urban Utilities. 2003.

¹⁹ idem.

Assim, abordam-se as medidas mais importantes para que haja a redução de consumo a partir de intervenções nas instalações hidráulicas prediais, ou seja, aquelas existentes à jusante do hidrômetro. No caso das instalações (tubulações e conexões) propriamente ditas, a correção dos vazamentos é a principal medida tecnológica que o consumidor considera, ao perceber o aumento dos valores medidos e conseqüentemente tarifados.

De uma forma geral, as instalações hidráulicas mais antigas, pelas características dos materiais empregados, sofrem desgastes e necessitam de inspeção e manutenção constantes para identificar e corrigir estes vazamentos.

No caso dos condomínios verticais, tem sido comum a discussão acerca da medição individual do consumo de água. No Município de São Paulo, por exemplo, a Lei 12.638²⁰ obriga, desde 1998, a previsão de instalação de medição individualizada nas novas unidades habitacionais dos edifícios de apartamentos, exemplo seguido pela Prefeitura de Recife que sancionou a Lei Municipal nº 16.759, tornando obrigatória a medição individualizada nos novos condomínios.

Segundo Coelho e Maynard²¹, o Município de Recife já contava em 1996 com mais de 1.500 condomínios verticais com medição individualizada. A redução de consumo nos edifícios que aderiram à medição individualizada foi de 25%.

É uma tendência natural a disseminação destas leis para o âmbito federal e esta tendência, ao se fixar como parte da solução do problema do desperdício de água potável, poderá provocar mudanças no comportamento do consumidor, que passaria a adquirir maior consciência no uso da água, sendo estimulado à conservação ao assimilar os resultados das suas ações ao impacto gerado na conta mensal.

²⁰ Publicada em 15 de maio de 1998. Texto disponível em www.leismunicipais.com.br.

²¹ Coelho, A.C.; Maynard, J.C.B.. Experiência de medição individualizada de apartamento em edifícios antigos. Rio de Janeiro. 1999.

Além disso, fica facilitada a detecção de vazamentos internos às unidades habitacionais, quando percebido pelo próprio consumidor qualquer aumento de consumo aparentemente injustificado.

O impacto de redução do consumo de água verificado por Yamada et alii²², num conjunto habitacional em Guarulhos, integrante da RMSP, beirou os 17%, comparando-se edifícios com medição individualizada com os que possuem medição coletiva.

Para o caso dos pontos de consumo onde são instalados os aparelhos hidráulico-sanitários, observando-se a distribuição do consumo de água nos domicílios, destaca-se a maior concentração nos aparelhos domésticos destinados à higiene pessoal, em especial a bacia sanitária e o chuveiro.

Segundo Gonçalves²³, apenas estes dois aparelhos são responsáveis por 67% do consumo domiciliar em países selecionados. Para o caso específico da RMSP, Oliveira (apud André e Pelin)²⁴ atribui o consumo para estes dois aparelhos como sendo 57% e 59%, respectivamente para casas e apartamentos.

Evidentemente, as medidas mais prementes no sentido de desenvolvimento tecnológico para redução de consumo de água devem convergir para estes aparelhos domésticos.

No caso do chuveiro, a possibilidade de redução encontra-se tanto nos hábitos de uso por parte dos consumidores como na vazão característica no ponto de consumo.

²² Yamada, E.S. et alii. Os impactos do sistema individualizado de medição de água. São Paulo. 2001.

²³ Gonçalves, P.M.. Bases metodológicas para a racionalização de uso de água e energia no abastecimento público de água em São Paulo. 1995.

²⁴ Oliveira (1997) apud André, P.T.A. e Pelin, E.R.. Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documento Técnico de Apoio; B1. 1998.p.27.

Para o primeiro caso, o tempo de funcionamento do chuveiro depende da vontade do consumidor, podendo ele reduzir a duração do banho e fechar o registro nos intervalos em que esteja se ensaboando, por exemplo.

Ainda para os chuveiros, com aplicação de tecnologia, há a possibilidade de se instalar um restritor de vazão, que estrangula progressivamente a seção transversal da tubulação, limitando a vazão ou ainda um registro com temporizador.

Em se tratando de chuveiros elétricos, os benefícios destas medidas de economia de água trariam também redução do consumo de energia elétrica, pelo fato de uma menor massa de água necessitar de aquecimento.

3.3.1 Bacias sanitárias

A bacia sanitária é um recipiente que recebe detritos fisiológicos humanos e que utiliza dispositivos de descarga para despejar água em seu interior, com volume e velocidade adequados à lavagem e ao transporte dos detritos até a tubulação de esgoto.

Segundo Oliveira (apud André e Pelin)²⁵, dentre os aparelhos sanitários domésticos, a bacia sanitária é apontada como responsável por cerca de 30% do consumo domiciliar em apartamentos da RMSP.

Dessa forma, fica evidente sua priorização como o aparelho sanitário de maior necessidade de substituição por modelos economizadores.

De acordo com recomendações e esforços de órgãos do governo já citados anteriormente, com a criação dos planos relacionados ao combate ao desperdício e ao uso racional da água, conjuntamente à indústria de louças sanitárias, houve o desenvolvimento de bacias sanitárias com caixas acopladas com capacidade de seis litros que vem sendo comercializadas a partir do ano 2000.

²⁵ Ver (12)

As bacias sanitárias com caixas acopladas receberam então maior impulso no desenvolvimento de sua eficiência e por serem consideradas como mais vantajosas com relação às bacias convencionais, do ponto de vista da indústria da construção, pela facilidade de instalação e manutenção, principalmente no período de abrangência da garantia a que estão sujeitas as obras.

As bacias sanitárias convencionais dependem da utilização de válvula de descarga independente, embutida na parede, tem recebido menor intensidade de desenvolvimento e aperfeiçoamento, devido à menor procura que tem recebido no mercado consumidor.

Há muitas outras discussões acerca das vantagens e desvantagens entre os dois tipos de bacias sanitárias, sendo importante destacar que a escolha deve levar em conta a situação em que cada um dos tipos será utilizado, visando o menor custo e o maior benefício possíveis em termos de desempenho, de manutenção e principalmente do consumo de água de cada um dos sistemas.

Assim, considerando-se o caso de instalações sanitárias novas, efetuadas durante a construção dos edifícios, ou ainda em reformas que atinjam a substituição das louças sanitárias e suas tubulações, para edifícios de acesso restrito a um pequeno número de pessoas, com finalidade habitacional ou comercial, há vantagens na escolha da bacia sanitária com caixa acoplada.

Porém, este modelo de bacia quando instalado em edifícios com acesso de grande público usuário, que normalmente não dispõem de monitoramento do uso por razões justificáveis, sofre algumas desvantagens.

Em qualquer caso, as contínuas inspeção e manutenção dos sistemas prediais acarretam numa considerável redução de consumo de água, o que não invalida a necessidade de aperfeiçoamentos tecnológicos que sejam adaptáveis aos aparelhos existentes.

A Tabela 1 demonstra, sob alguns aspectos, as vantagens e desvantagens decorrentes do uso da bacia sanitária com caixa acoplada.

Tabela 1: Vantagens e desvantagens da bacia sanitária com caixa acoplada.

ASPECTO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MANUTENÇÃO	facilidade de limpeza desde que efetuada sem prejuízo aos mecanismos internos à caixa.	vulnerabilidade para ações de vandalismo, sendo comuns mutilações, com tampas e peças furtadas ou quebradas.
	sistemas de admissão e de descarga relativamente simples, não exigindo grandes conhecimentos para compreensão do funcionamento e substituição dos componentes dos mecanismos, predominantemente plásticos.	facilidade de acesso e manipulação dos componentes internos à caixa acoplada, que resulta em falhas de funcionamento como a comporta de descarga travando em posição aberta ou bóias desreguladas freqüentemente, permitindo o desperdício da água.
	conseqüente menor custo de manutenção.	degradação rápida do material plástico dos mecanismos de admissão e descarga, em comparação com metais.
CONSUMO	o consumo de água em cada operação de descarga não depende da vazão no ponto de consumo.	a ligeira ultrapassagem do nível de extravasão faz com que esta se dê em volume muito reduzido, de forma imperceptível, que pode durar por longos períodos até ser percebida.
	o volume de descarga é conhecido.	*
SEGURANÇA	*	o reservatório pode ser utilizado como depósito de drogas ou outros objetos.
DIMENSIONAL	*	o conjunto ocupa um espaço maior.

Para que algumas das desvantagens relativas às bacias sanitárias com caixas acopladas sejam eliminadas, são possíveis as seguintes adaptações e modificações, que podem ser adotadas pelos fabricantes com custos relativamente baixos:

- A impossibilidade de acesso ao interior da caixa acoplada seria solucionada com desenvolvimento de um sistema de abertura e fechamento da tampa da caixa acoplada por meio de travas laterais acionadas por chave especial;
- Uma alternativa para evitar-se o desperdício a partir da situação de extravasão sutil seria a eliminação do tubo extravasor. Dessa forma, a caixa acoplada ao transbordar denunciaria rapidamente a necessidade de regulagem da bóia ou outros reparos. O risco dessa operação de eliminação do dispositivo de segurança poderia trazer, na hipótese de ausência prolongada de usuários, além da inundação no próprio banheiro e seus arredores, eventual infiltração para andares inferiores;

- Opcionalmente, mantendo-se o tubo extravasor e, no interior dele, colocando-se pequenas pastilhas que desprenderiam um corante quando em contato com a água, tornaria evidente a necessidade de ajuste ou manutenção do sistema ao colorir a água do poço da bacia sanitária. O risco de ineficácia para este caso ficaria na confusão, por parte do usuário, do aviso de extravasão com desinfetantes coloridos.

As bacias convencionais, com válvulas de descarga embutidas na parede, principalmente quando utilizadas em banheiros públicos, com maior número de usuários oferecem tanto vantagens como desvantagens na utilização deste modelo, que também podem ser consideradas para o uso residencial, conforme mostra a Tabela 2.

Tabela 2: Vantagens e desvantagens da bacia sanitária convencional.

ASPECTO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
MANUTENÇÃO	o acesso ao mecanismo de descarga depende do uso de ferramentas.	*
	a válvula de descarga exige um maior conhecimento sobre seu funcionamento para a realização de substituição de peças e de regulagens, evitando-se soluções provisórias.	*
	maior durabilidade dos componentes do sistema de descarga, quando comparados a materiais plásticos.	*
CONSUMO	*	o usuário não consegue avaliar o volume de água que está sendo despejado, não compreendendo como necessária uma melhor regulagem no tempo de retorno do botão disparador da descarga.
	*	o consumo de água é diretamente dependente da vazão no ponto de consumo.

Cabe ressaltar que os consumidores podem adotar soluções individuais ao perceberem que intervenções relacionadas à bacia sanitária possam resultar em redução do consumo em seus domicílios.

Essas intervenções podem ser de simples substituição das bacias convencionais por bacias com caixa acoplada ou ainda de substituição apenas das caixas acopladas de maior volume por caixas de menor capacidade, mantendo-se as mesmas bacias sanitárias. A adoção destas medidas traz as desvantagens descritas na Tabela 3.

Tabela 3: Desvantagens na substituição de bacias sanitárias e de caixas acopladas.

ASPECTO	DESVANTAGENS NA SUBSTITUIÇÃO	
	Bacia convencional por caixa acoplada	Caixa acoplada de grande volume por menor
ESTÉTICO	pelas diferenças nos padrões de cores, formatos e dimensões entre a nova peça e as demais louças do banheiro.	pelas diferenças nos padrões de cores, formatos e dimensões entre a nova peça e a bacia sanitária mantida e entre as demais louças existentes no banheiro, como pias e bidês.
	pela necessidade de se reconstituir o revestimento de azulejos sobre a nova tubulação de abastecimento de água da caixa acoplada e de onde foi retirada a válvula de descarga antiga.	*
	pela necessidade de se reconstituir o piso, no caso de os formatos das bases ou os eixos de saída das bacias não serem idênticos.	*
FUNCIONAL	pelas diferentes distâncias existentes entre os dois tipos de bacias e a parede, resultando na diminuição do espaço livre no banheiro.	pelo fato de os conjuntos resultantes não terem desempenho satisfatório no que se refere à limpeza da bacia, o transporte de sólidos, sifonagem etc.
	pela eventual necessidade do reposicionamento do tubo de esgoto sob a bacia.	*
SANITÁRIO E AMBIENTAL	pelo descarte das peças substituídas que provocaria impactos ainda não calculados, pelo fato de não serem conhecidas destinações adequadas aos grandes volumes de louça.	pelo descarte das peças substituídas que provocaria impactos ainda não calculados, pelo fato de não serem conhecidas destinações adequadas aos grandes volumes de louça.

4 DISPOSITIVO SELETIVO DE DESCARGA

O dispositivo seletivo de descarga, instalado em uma caixa acoplada de bacia sanitária, é aquele que permite a seleção do volume de água a ser despejado em função do tipo de detrito a ser carregado, diferente dos dispositivos atuais que descarregam o volume total da água contida na caixa acoplada da bacia.

Apesar de ser intuitiva a redução no consumo de água quando da instalação de dispositivos seletivos de descarga, a simples adoção desta tecnologia esbarra em outras questões menos simplificadas, que envolvem aspectos socioculturais.

4.1 Utilização e experiências em outros países

Na Austrália, um dos países com menor pluviosidade do mundo, com mais de 70% de sua superfície composta de desertos ou semidesertos, há diversos programas de educação ambiental, sem que seja primordial o emprego de medidas de incentivo financeiro aos usuários que utilizam sistemas economizadores de água em suas residências, especialmente os dispositivos seletivos de descarga.

Para Cummings e Bonollo²⁶, a sensibilização das populações das grandes cidades australianas demandou menor esforço por parte das autoridades devido à grande aceitação para as questões relativas à necessidade de conservação e uso racional da água.

Esta cultura formou-se a partir da experiência adquirida nos periódicos racionamentos a que a população estava sujeita, devido aos longos períodos de estiagem.

²⁶ Cummings, S.; Bonollo, E.. Dual flush technology in Australian W.C. design. CIB W62 Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings. Edinburgh. 1999.

Disponíveis no mercado australiano antes mesmo dos anos 80, os primeiros dispositivos seletivos de descarga tiveram sua aceitação comprometida por parte dos usuários, ao causarem complicações de caráter operacional que, para selecionar o tipo de descarga (parcial ou total), exigiam tempos de acionamento diferentes num mesmo botão acionador.

Em 1986, a partir da iniciativa do “*Water Efficient Appliances and Plumbing Group*” (WEAP) foi realizado na cidade de *Brisbane*²⁷ um estudo para se determinar o menor volume de descarga e o potencial de economia de alguns dispositivos (simples e seletivos) desenvolvidos pela *Caroma Industries Ltd.*, fabricante local de bacias sanitárias.

Como conclusão estes estudos apontaram uma redução de consumo de 59,7% para o caso de utilização de dispositivos seletivos que ofereciam opções de 6 ou de 3 litros de volume de descarga quando comparadas às descargas instaladas em caixas acopladas com capacidade de 11 litros de água.

Houve uma especial preocupação com o sistema de descarga, que sofreu simplificação em seu mecanismo com a incorporação de dois botões acionadores, visando a eliminação dos problemas anteriormente verificados junto aos usuários .

Os resultados deste estudo levaram à recomendação, por parte do “*Standing Committee Plumbing and Drainage*”, para que fossem implementadas caixas acopladas com o sistema seletivo para descargas de 6 ou 3 litros, até janeiro de 1993.

No Reino Unido, em 1981, em substituição à determinação que fixava o volume máximo de descarga simples em 9 litros, o “*Water Byelaws*”, estabeleceu que as descargas das caixas acopladas seriam do tipo seletiva.

²⁷“Investigation of reduced flushing volumes in sewer systems”. Department of Water Supply & Sewerage, Brisbane City Council. Technical Dimensions, 1988. Brisbane, Australia.

Em 1993, as instalações de novos sistemas seletivos foram proibidas ao mesmo tempo em que fora diminuído o volume máximo para descargas simples para 7,5 litros. Curiosamente, em julho de 1999, o “*Water Supply Regulation*” voltou a permitir as caixas acopladas com dispositivos seletivos, sem permitir, entretanto, a substituição de sistemas existentes de descarga simples.

No estudo realizado nas cidades de *Lancing* e *Littlehampton*, Inglaterra, Keating e Lawson²⁸ concluíram que há economia de 27% do volume de água pelo uso dos dispositivos seletivos de descarga em substituição aos dispositivos de descarga única, porém sugerem que a proibição da utilização do dispositivo seletivo de descarga no Reino Unido em 1993 se deu pelo fato de que os usuários não teriam compreendido adequadamente as duas diferentes operações de acionamento do dispositivo, para o despejo dos volumes total ou parcial da água contida nas caixas acopladas.

O usuário que acionava indevidamente a descarga do volume parcial de água, tendo a intenção de remover detritos sólidos, provocava um segundo acionamento da descarga parcial, visando a limpeza da bacia sanitária. Até que o dispositivo fosse adequadamente utilizado, os diversos acionamentos resultavam num consumo ainda maior de água.

Em diversos outros países há disponibilidade de dispositivos seletivos de descarga, como Estados Unidos, Singapura, Malásia, Alemanha, Suécia e França.

²⁸ Keating, T.; Lawson, R.. The water efficiency of retrofit dual flush toilets. Southern Water and Environment Agency report. 2000. Disponível em www.watersave.uk.net.

4.2 Disponibilidade e uso no Brasil

No Brasil, há pelo menos três fabricantes²⁹ que desenvolveram ou importaram tecnologia para produzir os dispositivos seletivos para uso em bacias sanitárias com caixas acopladas, sendo que apenas uma empresa tem exibido seu aparelho em feiras e exposições do ramo da construção civil, enquanto as demais não declaram formalmente que dispõem destes dispositivos.

Até o presente momento, não há informações sobre quando serão comercializados diretamente aos consumidores, sobre os custos de aquisição e de instalação, sobre o funcionamento ao adaptá-los a caixas acopladas antigas (de 9 a 12 litros) ou atuais (com 6,8 litros) e principalmente sobre o impacto que assim poderiam provocar no consumo de água.

Uma hipótese pela atual indisponibilidade do produto para venda pode estar apoiada no fato de que os dispositivos ainda não tenham seus desempenhos conhecidos, quando adaptados em qualquer bacia sanitária.

Outras possibilidades residem na incerteza da aceitação do produto por parte dos consumidores, como ocorreu em outros países, ou em oportunidades de mercados mais favoráveis ao lançamento.

Ressalta-se que foi encontrado no Instituto Nacional de Propriedade Industrial (INPI), um único Depósito de Pedido Nacional de Patente, de 28/11/2000 denominado *“Kit de transformação de caixa de descarga sanitária normal, para dual econômica, com funcionamento hidrostático”*. Porém, não são conhecidos dados referentes à sua existência, construção, adaptabilidade, desempenho e custo de aquisição.

²⁹ Ao longo do período que compreendeu a pesquisa, manifestaram-se como fabricantes do produto as empresas Deca, Hervy e Celite, ainda que não oficialmente.

Sem que fosse levado em consideração o que eventualmente se tornaria disponível no mercado brasileiro, a partir do início deste trabalho de pesquisa, foi desenvolvido um protótipo de dispositivo seletivo de descarga para adaptação em caixas acopladas, condição mínima para avaliação da redução do consumo de água.

Ao mesmo tempo, buscou-se dentre as empresas que haviam declarado possuir tais dispositivos, a obtenção de amostras para estudo e utilização. No entanto, dentre estas empresas, apenas uma forneceu seis conjuntos³⁰.

4.2.1 Desenvolvimento do protótipo

Os sistemas de descarga disponíveis nas bacias sanitárias com caixa acoplada não permitem o controle do volume despejado, somente sendo possível que a partir do acionamento, todo o volume contido na caixa acoplada seja utilizado na operação de descarga.

Para que seja possível o despejo de apenas uma parcela deste volume de água reservada na caixa acoplada, é necessário que se tenha controle do tempo em que fica aberta a comporta de descarga ou que se limite o volume reservado à descarga parcial.

Considerando-se somente o volume parcial a ser despejado, no que se referem à montagem e ao funcionamento do dispositivo, o desenvolvimento do protótipo apoiou-se nos seguintes requisitos:

- Que os materiais utilizados na construção fossem de fácil aquisição no mercado e de baixo custo;
- Que a montagem fosse simples;
- Que não ocorresse intervenção nociva ao funcionamento do dispositivo de descarga do volume total da caixa acoplada e
- Que as descargas de volumes parciais fossem suficientes à ocorrência de sifonagem no poço da bacia sanitária.

³⁰ Duratex S.A. (Deca)

Para as experiências preliminares aos ensaios de laboratório, com caráter empírico, foi utilizada uma bacia sanitária da marca Deca, nova, com caixa acoplada de capacidade operacional de nove litros, dotada de um dispositivo de descarga simples, que originalmente equipa o conjunto. A Foto 1 mostra o dispositivo e seus componentes.

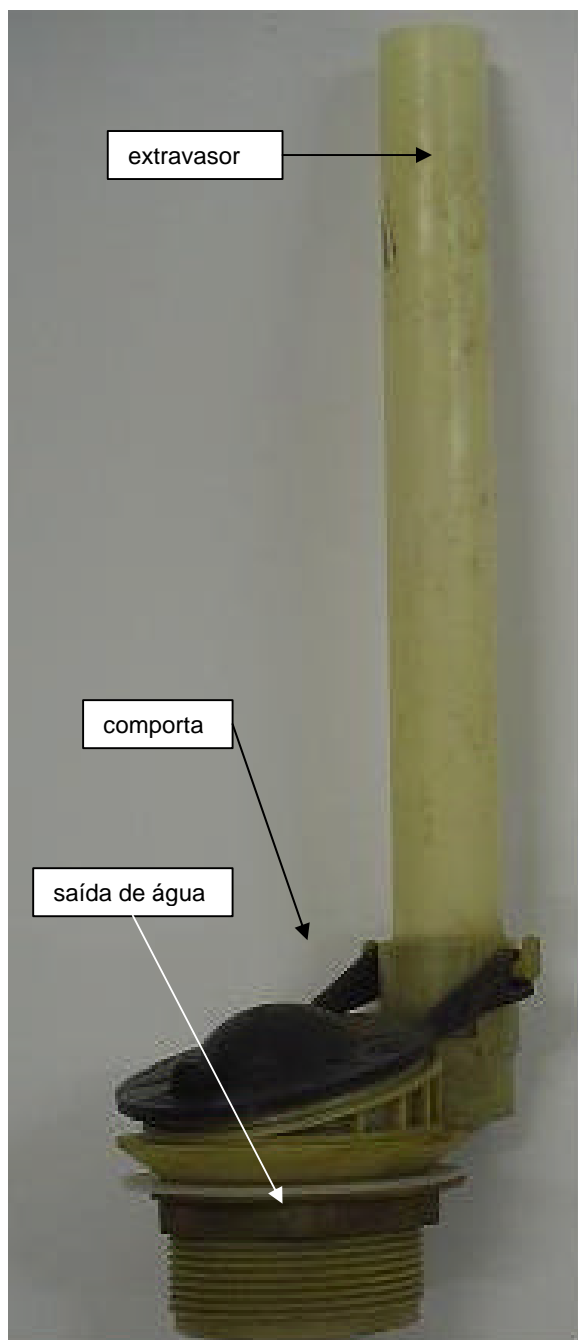


Foto 1: O dispositivo de descarga simples e seus componentes.

A bacia completa foi montada sobre uma bancada de madeira e para se verificar, grosso modo, como ocorria a remoção do líquido do poço da bacia, foi utilizada água com adição de corante.



Foto 2: A bancada de ensaios preliminares, com o conjunto montado.

Assim, assumindo-se que o volume destinado à descarga parcial seria controlado, foi simplesmente cortado, em altura média, o tubo extravasor da torre de saída de água original instalada no interior da caixa acoplada, de forma a permitir que ali fosse conectado qualquer dispositivo que viesse a ser desenvolvido e que somente a água reservada acima da altura desse dispositivo de descarga fosse despejada, conforme mostra a Foto 3.



Foto 3: O interior da caixa acoplada e o tubo extravasor seccionado.

Com esta simples experimentação, verificou-se que havia possibilidade de utilização deste princípio para levar a quantidade reduzida de água para o interior da bacia através do tubo extravasor, com velocidade e vazão suficientes para carreamento de líquidos depositados no poço.

O primeiro protótipo, denominado P1, surgiu da fabricação e montagem de uma válvula semelhante à de retenção do tipo portinhola, a partir da utilização de uma bucha de redução em PVC para instalação de água fria, com DN 50 x 32 mm e adaptando-se no interior dela uma portinhola também confeccionada em PVC, basculante em torno de um eixo metálico. A Foto 4 mostra a peça resultante.

Apesar de atender aos requisitos estabelecidos, no que diz respeito aos materiais e à montagem, as condições de funcionamento não se mostraram satisfatórias, pois o rápido retorno da portinhola, interrompia o fluxo de água muito antes do escoamento do volume necessário à sifonagem do poço da bacia.



Foto 4: O protótipo P1 antes da adaptação ao tubo extravasor.

Mantendo-se a portinhola na posição vertical por tempo suficiente ao escoamento do volume parcial de descarga, a ocorrência da sifonagem foi atingida apenas com a utilização de uma caixa acoplada de capacidade de 12 litros.

A segunda versão de protótipo, denominada P2, utilizou um dispositivo de descarga do tipo direto, utilizada em caixas plásticas de sobrepor em paredes.

Este dispositivo foi diretamente conectado ao tubo extravasor da torre de saída de água original, também aproveitada, com uso de uma bucha em PVC especialmente fabricada para esta finalidade, como mostrado na Foto 5.

Visando a melhoria das condições de escoamento da água, as aberturas laterais da válvula foram aumentadas

Com isso, eliminou-se a dificuldade relativa ao tempo de retorno da válvula, mas ainda persistia a dificuldade de provocar-se a sifonagem no poço da bacia quando utilizada uma caixa acoplada de 6 litros.

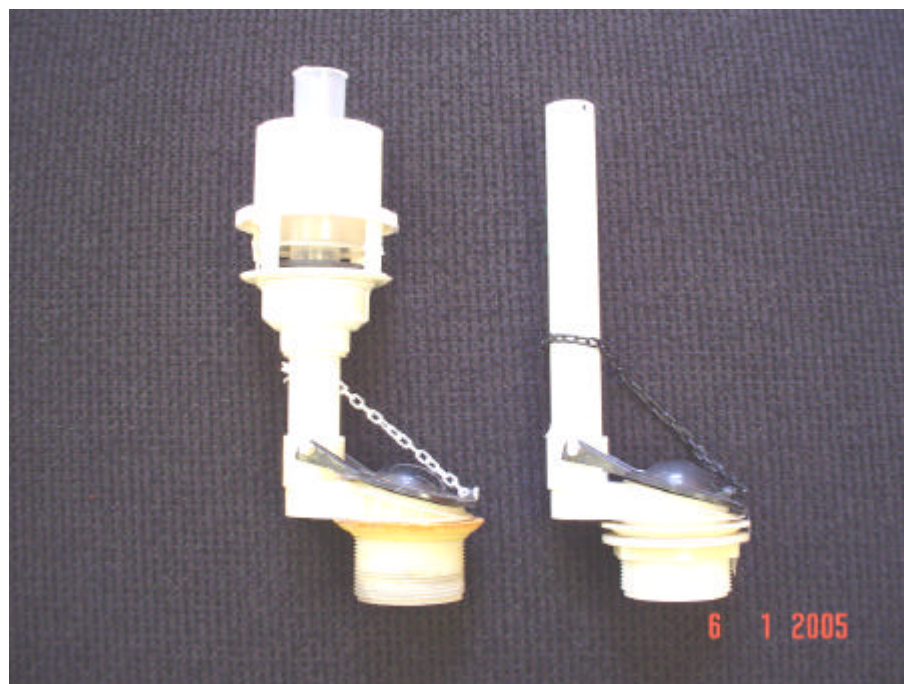


Foto 5: O protótipo P2 ao lado de um dispositivo de descarga simples.

Assim, chegou-se à terceira versão de protótipo, denominada P3, que utiliza materiais (tubos e conexões) em PVC para instalações de água fria, devidamente recortados e encaixados de forma a se diminuir perdas de carga e reduzir as dimensões finais do dispositivo.

O protótipo aproveita o dispositivo original de descarga para o despejo do volume total e o tubo extravasor. O sistema de descarga por meio de comporta de borracha foi reproduzido para o despejo do volume parcial, utilizando-se materiais aproveitados de outro dispositivo.

Ao serem identificadas condições de funcionamento que provocavam o sifonamento no poço da bacia, passou-se a desenvolver o sistema de acionamento que fosse adequado.

O acionamento adotado para a comporta superior, destinada à descarga parcial, é idêntico ao original mantido para a descarga do volume total, feito por meio de haste e corrente plástica.

Para fixação do protótipo na caixa acoplada, utilizou-se um flange em PVC que recebia o encaixe do dispositivo sem que fosse necessária a desmontagem da caixa acoplada para a retirada do mesmo. A Foto 6 mostra o protótipo P3 montado fora da caixa acoplada.



Foto 6: O protótipo P3 montado fora da caixa acoplada.

Houve a preocupação em se manter dois botões de descarga distintos, de forma a diminuir a possibilidade de ocorrência de interpretação equivocada por parte do usuário, sobre qual volume de água se está utilizando na operação de descarga.

Além disso, pelo fato de a tampa original da caixa acoplada, fabricada em cerâmica, não permitindo que fossem efetuados novos furos para a adaptação dos botões de acionamento, foi utilizada uma tampa de acrílico em substituição à original.

O dispositivo, ao atender integralmente os requisitos fixados inicialmente, foi considerado pronto para ser submetido aos ensaios de laboratório e medições de campo. A Foto 7 mostra a caixa acoplada com a tampa acrílica e os botões acionadores.

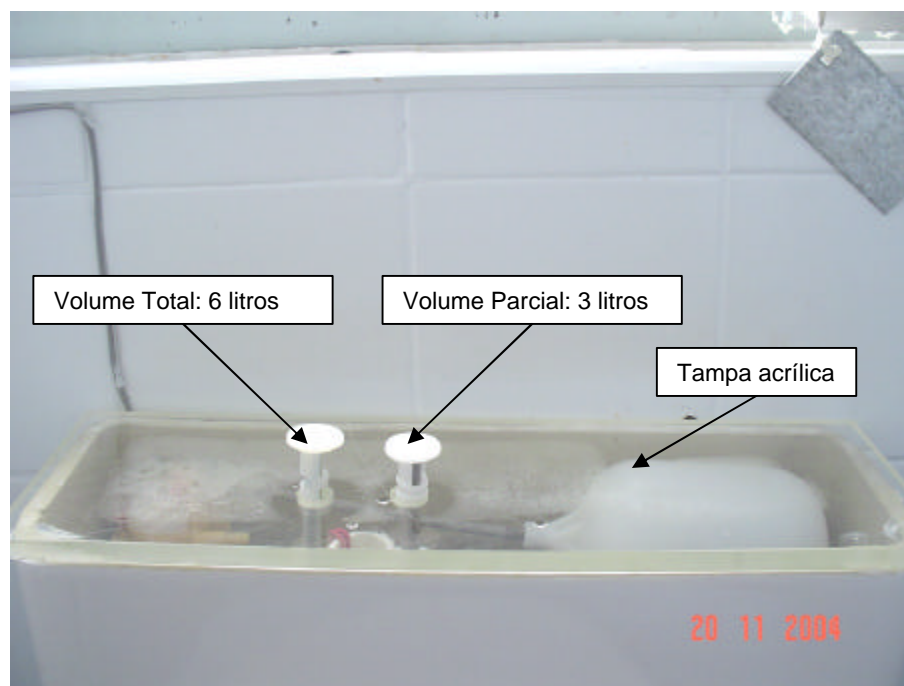


Foto 7: A caixa acoplada com a tampa acrílica e os botões acionadores de P3.

4.2.2 Dispositivo dual de descarga

Este dispositivo seletivo, doravante denominado D, é fabricado na França e importado por uma empresa brasileira³¹, que não o comercializa ao público consumidor.

Não se conhecem dados relativos ao tipo de caixa em que podem ser instalados, tampouco sobre sua adaptabilidade em caixas acopladas das bacias sanitárias fabricadas no Brasil.

Trata-se de um dispositivo praticamente todo construído em material plástico, dotado de uma válvula de descarga do tipo direto, semelhante à utilizada em caixas plásticas elevadas, para fixação em paredes.

³¹ Fabricado pela Wirquin, gentilmente cedido pela Deca.

O volume de água despejado depende diretamente do tempo em que fica aberta a válvula, que é elevada em duas alturas diferentes com relação ao fundo da caixa acoplada por meio de um único cabo metálico flexível.

O acionamento de cada tipo de descarga se dá por meio de dois botões alojados dentro de um mesmo receptáculo, que acionam a válvula de descarga por meio de um cabo metálico. A Foto 8 mostra o dispositivo dual, montado fora da caixa acoplada.



Foto 8: O dispositivo dual D, montado fora da caixa acoplada.

5 AVALIAÇÃO DA REDUÇÃO DE CONSUMO

5.1 Procedimento adotado

Para se avaliar a redução do consumo de água, estabeleceu-se a comparação entre os consumos decorrentes do uso dos diferentes dispositivos de descarga, simples e seletivos, instalados em um mesmo conjunto de bacia sanitária com caixa acoplada. A comparação foi feita em duas situações distintas: em laboratório e em uso real, em campo.

Os ensaios em laboratório forneceram informações importantes que serviram como parâmetros de desempenho e de consumo de água dos dispositivos, principalmente os seletivos, dos quais não se conhecem dados relativos ao consumo, ao próprio desempenho e à adaptabilidade nas caixas acopladas existentes.

Nesse caso, a avaliação da redução do consumo de água se deu pela comparação entre a média dos volumes parciais de cada dispositivo relativas aos volumes totais dos mesmos dispositivos.

Estes subsídios foram fundamentais à execução das medições de campo, que retrataram as condições de uso real das bacias sanitárias, envolvendo, além de informações sobre o consumo, aspectos relativos aos hábitos e procedimentos dos usuários a partir dos acionamentos dos dispositivos de descarga.

Assim, a partir da obtenção dos volumes médios de água consumida durante as medições de campo foi possível a avaliação da redução do consumo, em percentuais.

5.2 Ensaio em laboratório

Foi montada na bancada do Laboratório de Instalações Prediais (LIP) do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), uma bacia sanitária com caixa acoplada, nova, marca Celite, modelo *Azaléia* 6 LPF, que recebeu a instalação de cada um dos três diferentes dispositivos de descarga para realização dos ensaios:

- Dispositivo Simples, original, de descarga única (denominado “S”);
- Dispositivo Seletivo, fornecido por um fabricante (denominado “D”) e
- Dispositivo Seletivo, construído em protótipo (denominado “P3”).

Mesmo que a bacia sanitária com caixa acoplada utilizada no laboratório, estando equipada com seu dispositivo simples (original, de descarga única), atenda as exigências estabelecidas na Norma Brasileira ABNT NBR 15097, os dados relativos a esse desempenho não são fornecidos pelos fabricantes, o que justificou a realização dos ensaios para a obtenção das informações necessárias para o desenvolvimento deste trabalho de pesquisa.

Com a substituição do dispositivo de descarga simples pelos dispositivos seletivos nesta mesma bacia, além de se conhecer as condições de funcionamento e desempenho da bacia pelo uso das descargas parciais, também foi possível a verificação de eventual alteração nos desempenhos da bacia com o uso das descargas totais, comparadas ao dispositivo “S”.

Para cada dispositivo, foram efetuados os ensaios descritos na Norma Brasileira ABNT NBR 15097, cujas exigências de cada requisito específico encontram-se transcritas na Tabela 4.

Tabela 4: Exigências para cada requisito segundo a NBR 15097.

REQUISITOS ESPECÍFICOS	EXIGÊNCIAS DA NBR 15097
Volume de água por descarga	deve estar compreendido entre 5,8 e 7,1 litros
Reposição do fecho hídrico	sua altura deve ser maior ou igual a 50 mm
Remoção de Esferas	a média do número de esferas removidas deve ser maior ou igual a 80
Lavagem de Parede	a média da soma dos comprimentos dos segmentos remanescentes deve ser menor ou igual a 50 mm e a média dos comprimentos dos maiores segmentos igual ou inferior a 12 mm
Remoção de Grânulos	a média do número de grânulos restantes visíveis no poço deve ser no máximo 125
Respingos de Água	a média do número de respingos igual ou maior que 5 mm deve ser no máximo 8
Transporte de Sólidos (esferas)	a distância média transportada por esfera deve ser maior ou igual a 10,0 m
Remoção de Mídia Composta	o número de mídias removidas na primeira descarga deve ser no mínimo 22 e totalmente removidas na segunda

No ambiente do Laboratório, também foi possível a identificação de algumas dificuldades na adaptação dos dispositivos seletivos de descarga na caixa acoplada.

No caso do dispositivo D, a vedação da parte inferior da torre de saída de água recebeu a aplicação de massa de vedação, visando eliminar vazamentos decorrentes da rigidez do material plástico do dispositivo, que não se ajustava à imperfeição da louça da caixa acoplada. Seu botão bipartido de acionamento encaixou-se perfeitamente à tampa de louça da caixa acoplada.

O dispositivo P3 não apresentou qualquer problema relativo à adaptação na caixa acoplada, sendo necessária apenas uma rotação em torno do seu eixo vertical, visando um melhor posicionamento no interior da caixa acoplada de forma a permitir a movimentação livre da haste e da bóia.

Para facilitar as constantes operações de colocação e retirada do dispositivo P3 do interior da caixa acoplada, foi instalado um flange DN 50 em PVC, na saída da caixa acoplada, eliminando a necessidade de retirada da caixa acoplada da bacia para substituição ou ajustes no dispositivo de descarga.

Com isso, diminuem-se as possibilidades de quebra e de desgaste dos parafusos plásticos, além do tempo de montagem e de desmontagem do conjunto.

Estas informações foram de grande importância à aplicação dos dispositivos seletivos nas campanhas de medições em campo.

5.2.1 Resultados

Os resultados obtidos nos ensaios em Laboratório estão apresentados resumidamente na Tabela 5.

Tabela 5: Resumo dos resultados obtidos em Laboratório.

REQUISITOS	Unidades	TIPOS DE DESCARGA									
		DISPOSITIVO S		DISPOSITIVO D				DISPOSITIVO P3			
		Total	Conformidade	Total	Conformidade	Parcial	Conformidade	Total	Conformidade	Parcial	Conformidade
Volume de água por descarga	litros	6,9	sim	7,1	sim	3,7	não	6	sim	3	não
Reposição do fecho hídrico	mm	60	sim	57	sim	57	sim	60	sim	60	sim
Remoção de Esferas	esfera	100	sim	100	sim	60	não	100	sim	62	não
Lavagem de Parede	mm	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim
Remoção de Grânulos	grânulo	4	sim	17	sim	150	não	20	sim	200	não
Respingos de Água	respingo	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim	0	sim
Transporte de Sólidos (esferas)	m	18,0	sim	18,0	sim	4,9	não	17,9	sim	2,7	não
Remoção de Mídia Composta	mídia	28 + 0	sim	28 + 0	sim	23 + 1	não	28 + 0	sim	21 + 2	não

Tendo-se em vista que a Norma Brasileira ABNT NBR 15097 não prevê a utilização de dispositivos seletivos de descarga para realização dos ensaios de funcionamento, não há parâmetros fixados que classifiquem o desempenho destes dispositivos.

Entretanto, a realização dos ensaios de laboratório não só permitiu o conhecimento do desempenho da bacia com o despejo do volume parcial de descarga, como também as eventuais alterações de desempenho pelo despejo do volume total.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram pouca alteração de desempenho da bacia com o despejo do volume total da caixa acoplada, pelo uso dos dispositivos seletivos D e P3 quando comparados com o dispositivo simples de descarga única S:

- Para o requisito “Remoção de grânulos”, restaram respectivamente, para D e P3, os números médios de 16,6 e 20,3 grânulos visíveis no poço, enquanto o limite máximo fixado na Norma é de 150 grânulos.
- No requisito “Transporte de sólidos”, utilizando-se o volume total de água da caixa acoplada por meio do dispositivo P3, atingiu-se a distância média transportada de 17,88 metros enquanto a Norma fixa o limite mínimo de 10 metros.

Com relação ao uso dos volumes parciais de água dos dispositivos seletivos e considerando-se a inexistência de parâmetros específicos para avaliar o funcionamento, comparam-se os resultados obtidos com as exigências estabelecidas na Norma até aqui utilizada:

- Para o requisito “Remoção de esferas”, o dispositivo D e o protótipo P3 alcançaram respectivamente a média aproximada de 60 e 62 esferas removidas. A Norma estabelece que este número deve ser de, no mínimo, 80 esferas removidas.
- Para o Requisito “Remoção de grânulos”, tanto para o dispositivo D quanto para o protótipo P3 o limite de 125 grânulos visíveis no poço foi ultrapassado, restando números próximos a 150 e 200 grânulos, respectivamente.

- Na “Remoção de Mídia Composta” os resultados não atingiram os requisitos da Norma, embora tenham sido removidas 23 e 21 mídias removidas na primeira descarga, somente mais 1 e 2 mídias foram removidas na segunda descarga, ambas de volumes parciais, respectivamente para D e P3. A Norma fixa o número mínimo de 22 mídias removidas na primeira e as 6 restantes na segunda descarga.

Os volumes de consumo médios, máximos e mínimos, assim como os desvios obtidos entre os acionamentos para cada tipo de dispositivo (S, D e P3) e de descarga (meia e completa), são mostrados na Tabela 6.

Tabela 6: Volumes médios de descarga de cada dispositivo apurados em laboratório.

PARÂMETROS	DISPOSITIVOS				
	S	D		P3	
tipo de descarga	completa	completa	meia	completa	meia
número de eventos	30	31	31	32	32
volume médio (litros)	6,9	6,9	3,9	6,0	3,2
desvio padrão	0,15	0,22	0,14	0,06	0,23
volume máximo (litros)	7,1	7,2	4,1	6,3	3,7
volume mínimo (litros)	6,6	6,3	3,6	5,9	2,7

5.3 Medições de campo

Para a obtenção de dados reais da economia de água decorrente do uso dos dispositivos seletivos, foram planejadas três campanhas (A, B e C) de medição de consumo de água em um mesmo conjunto de quatro bacias sanitárias com caixas acopladas (B1, B2, B3 e B4), instaladas em banheiros públicos.

Em cada uma das campanhas, foi utilizado, simultaneamente, o mesmo tipo de dispositivo nas quatro bacias (S, D e P3).

Previamente à instalação dos equipamentos de medição e à substituição dos dispositivos utilizados, o público usuário foi informado de cada etapa das campanhas, visando esclarecê-lo sobre a correta utilização de cada dispositivo de descarga, por meio da demonstração do acionamento.

Os propósitos do monitoramento foram divulgados como sendo relativos apenas à obtenção de dados sobre o consumo. Devido às características de utilização do edifício onde se encontram os banheiros, as medições nas campanhas B e C sofreram redução do número de registros, em função da variação do número de usuários tendo-se em vista a ocorrência de greve e de férias coletivas.

A Tabela 7 demonstra as características de cada campanha realizada em campo.

Tabela 7: Características das Campanhas de Medição de Campo.

CAMPANHA DE MEDIÇÃO	DURAÇÃO (Semanas)	NÚMERO DE REGISTROS VÁLIDOS POR TIPO DE DISPOSITIVO		
		DISPOSITIVO S	DISPOSITIVO D	DISPOSITIVO P3
A	14	2403	*	*
B	18	*	2825	*
C	12	*	*	1515

5.3.1 Descrição do local

O local definido para realização das medições de campo pertence ao Instituto de Física da USP (IFUSP), tratando-se de dois banheiros, um feminino e um masculino, existentes no 2º pavimento do Edifício Principal – Ala 1. Em cada um, há a instalação de duas bacias sanitárias com caixas acopladas, marca Celite, modelo *Azaléa* de 6 Litros Por Fluxo (LPF), sendo que no banheiro masculino não há mictórios, fato que obriga todos os usuários a utilizarem as bacias sanitárias.

Ressalta-se que as bacias existentes nesses banheiros são do mesmo tipo daquela utilizada nos ensaios em Laboratório.

O público usuário é constituído de servidores públicos de ambos os sexos, com funções administrativas.

O local recebeu cartazes com instruções de uso, na tentativa de se evitar ao máximo os registros de dados inconsistentes a partir de acionamentos desnecessários, sendo recomendada apenas a utilização normal das descargas das bacias.

A Foto 9 mostra o banheiro masculino com as instalações dos aparelhos de coleta e registro de dados e a Figura 1 apresenta a planta completa do local, com indicação dos posicionamentos das bacias sanitárias e do equipamento “*data logger*” utilizado.

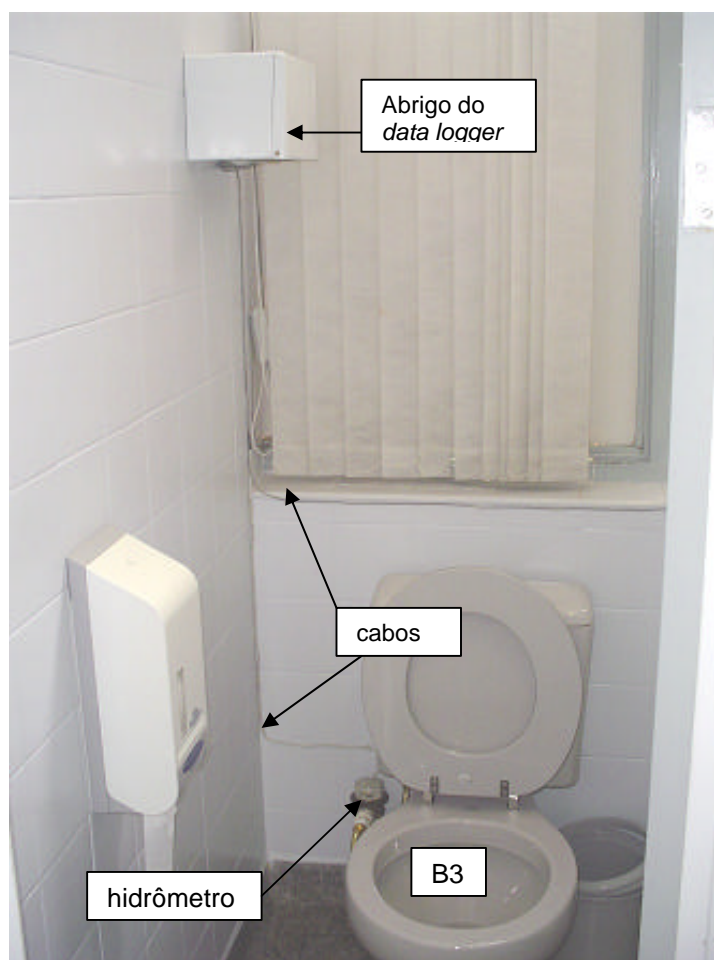
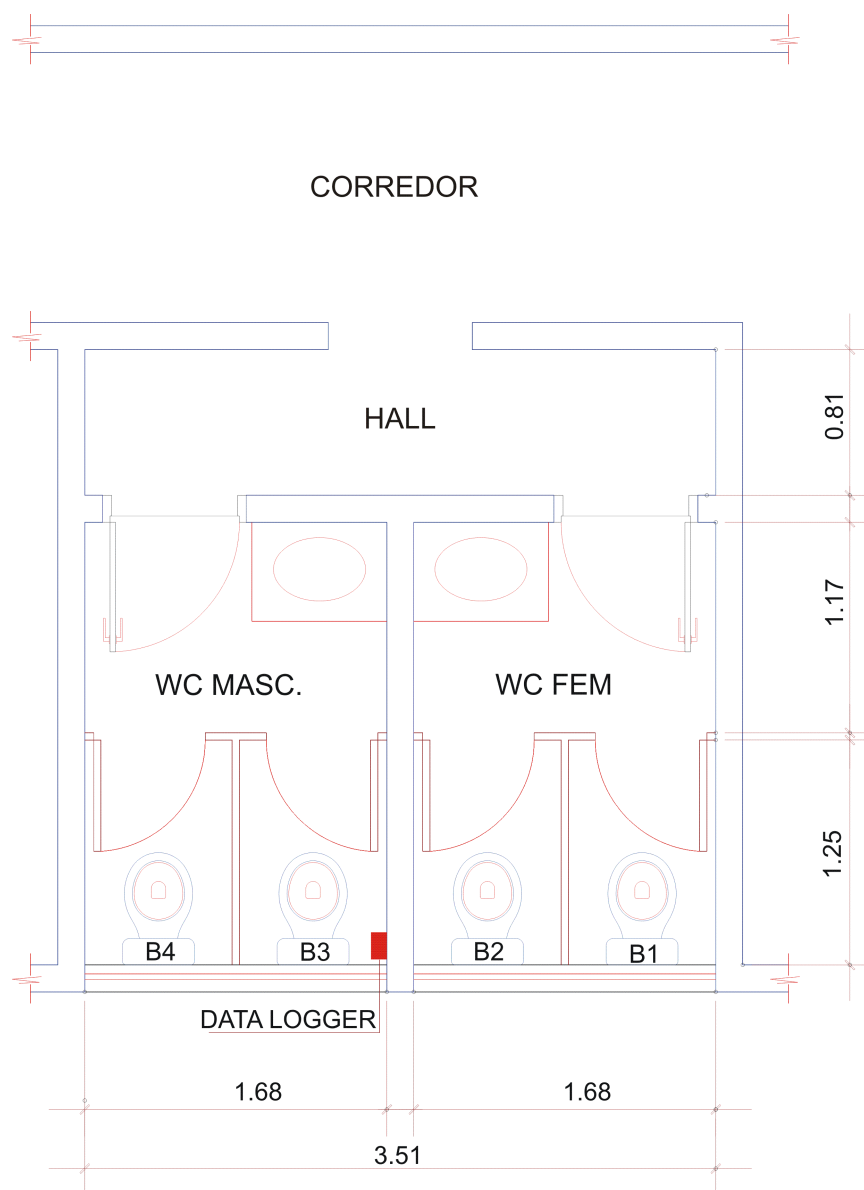


Foto 9: Instalação do hidrômetro e do abrigo para o “*data logger*” no banheiro masculino.



INSTITUTO DE FÍSICA DA USP
EDIFÍCIO PRINCIPAL
2º PAVIMENTO

Figura 1: Planta do local de realização das medições de campo, com a indicação dos locais de instalação dos equipamentos de monitoramento.

5.3.2 Equipamentos utilizados

O monitoramento do consumo de água nas bacias sanitárias foi feito a partir da instalação de hidrômetros dotados de contadores magnéticos, conectados nas entradas das caixas acopladas que transmitem o número total de pulsos gerados no hidrômetro por meio de cabos ao equipamento “*data logger*”, marca *Technolog*, com 4 canais e 32 Kbytes de capacidade de armazenamento de dados.

O aparelho foi abrigado no interior de um toalheiro metálico, fixado à parede, com a intenção de não permitir o acesso nem o manuseio das conexões e, ao mesmo tempo, não despertar a curiosidade dos usuários, já que este tipo de utensílio é bastante comum em banheiros públicos. A Foto 10 ilustra o arranjo executado.



Foto 10: Detalhe do “*data logger*” no interior do abrigo.

Este aparelho é configurado para registrar cronologicamente os dados a cada minuto, independentemente do acionamento das descargas. Isto faz com que a capacidade de armazenamento do “*data logger*” permita a aquisição de dados num período de aproximadamente três dias.

Os dados são transferidos para um microcomputador com a utilização de um *software* próprio (*Technolog GP2*) para ambiente DOS (*Disk Operational System*) e convertidos em formato compatível à utilização de planilha eletrônica *Excel*, especificamente desenvolvida para esta finalidade.

Os registros de pulsos são colhidos pelo equipamento independentemente da ocorrência de descargas e são sempre relacionados a uma data (dia, hora, minuto e segundo). Após a coleta, estes dados são convertidos e ordenados para que se obtenha as informações de vazão e volume por operação de descarga, sendo eliminados os registros em que não há ocorrência de descargas.

5.3.3 Resultados

No período de 44 semanas (de março de 2004 a fevereiro de 2005) o consumo de água foi monitorado nas quatro bacias sanitárias, totalizando 7349 registros para os três tipos de dispositivos de descarga instalados nas caixas acopladas.

Desse número de descargas, foi estabelecido um critério para eliminação dos dados espúrios e inconsistentes, de maneira que os registros interpretados como vazamentos, descargas de volumes muito pequenos (inferiores a um litro) e dados espúrios decorrentes da desconexão do cabo do “*data logger*” foram descartados, restando 6743 registros válidos, o que significou um aproveitamento médio de 91% de todos os dados coletados.

A partir da análise dos volumes consumidos nas descargas durante as três campanhas, estabeleceu-se um critério que identificou o tipo de descarga ocorrido, a partir do estabelecimento de intervalos de volumes em cada bacia sanitária com cada tipo de dispositivo de descarga, considerando os volumes típicos (descarga “completa” e “meia” descarga) verificados nos ensaios de laboratório.

Ainda que as capacidades de volume das caixas acopladas sejam praticamente idênticas, e que em cada campanha os mesmos dispositivos de descarga estavam nelas instalados, há variação do volume consumido nas descargas, por exemplo, pelas diferentes regulagens de altura de bóias nas quatro bacias, provocadas por operações de manutenção ou por ação de curiosos.

Além disso, foi considerada a possibilidade da variação da pressão na rede hidráulica, decorrente da variação do nível da água do reservatório elevado, que pode fazer com que haja variação de parte do volume de água de abastecimento da caixa acoplada atinja o poço da bacia enquanto a comporta da descarga esteja aberta, registrando maior volume consumido de descarga.

Buscando a identificação dos tipos de descarga praticados pelos usuários, foram adotados intervalos de volumes consumidos por descarga para cada bacia sanitária. Assim, para o dispositivo simples (S), as descargas foram identificadas como sendo dos tipos “completa” e “dupla” e para os dispositivos seletivos (D e P3) como “meia”, “completa” e “dupla”.

5.3.3.1 Campanha de Medição A

A primeira campanha de medição ocorreu nas bacias sanitárias com os dispositivos de descarga simples “S”, nas suas características originais de fabricação.

O objetivo nesta campanha foi a obtenção de resultados que servissem como referência para comparação e avaliação da redução de consumo, relativamente aos resultados das Campanhas de Medição B e C, situações onde foram utilizados os dispositivos seletivos.

Desses resultados, destacam-se como mais importantes os dados relativos aos volumes médios por descarga. Os resultados da Campanha de Medição A estão apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Resumo dos resultados da Campanha de Medição A.

Bacia com dispositivo S	Registros Totais (Descargas)	Registros Válidos (Descargas)	% de Aproveitamento	Volume consumido (litros)	nº dias de medição	Vol. médio por descarga (litros)	descargas por dia (média)	Consumo médio por dia (litros)
B1 (fem.)	677	588	87	5.000	62	8,5	9,5	80,6
B2 (fem.)	1.242	1.194	96	10.526	61	8,8	19,6	172,6
B3 (masc.)	479	423	88	3.403	61	8,0	6,9	55,8
B4 (masc.)	239	198	83	1.549	61	7,8	3,2	25,4
Totais	2.637	2.403	91	20.478	61*	8,5*	9,8*	83,9*

* Valores médios para as quatro bacias

Para se verificar a distribuição dos volumes de descarga utilizados durante a campanha, foram estabelecidos intervalos de volume de um litro até o limite de 24 litros, de forma a abranger todos os registros de descargas.

A distribuição percentual desses registros por intervalos de volumes consumidos e por bacia sanitária é apresentada na Tabela 9, de onde se originaram as informações para a construção de gráficos que identificam as modas que caracterizaram os eventos.

Tabela 9: Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo S.

INTERVALOS DE VOLUMES (litros)	PERCENTUAIS DE DESCARGAS - DISPOSITIVO S									
	B1		B2		B3		B4		Total	
	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.
1-2	0,2	0,2	0,0	0,0	3,3	3,3	4,0	4,0	1,0	1,0
2-3	0,7	0,9	0,0	0,0	0,2	3,5	0,5	4,5	0,2	1,2
3-4	0,5	1,4	0,0	0,0	0,7	4,3	1,0	5,6	0,3	1,5
4-5	2,7	4,1	0,0	0,0	0,0	4,3	0,5	6,1	0,7	2,2
5-6	0,0	4,1	0,0	0,0	0,2	4,5	0,0	6,1	0,0	2,3
6-7	0,3	4,4	0,0	0,0	0,0	4,5	1,0	7,1	0,2	2,5
7-8	80,6	85,0	37,3	37,3	39,5	44,0	82,3	89,4	52,0	54,4
8-9	0,7	85,7	50,4	87,7	49,9	93,9	1,5	90,9	34,1	88,6
9-10	1,4	87,1	3,5	91,2	2,6	96,5	1,0	91,9	2,6	91,2
10-11	1,0	88,1	0,5	91,7	0,7	97,2	1,0	92,9	0,7	91,9
11-12	1,4	89,5	0,8	92,5	0,2	97,4	0,5	93,4	0,8	92,7
12-13	0,5	90,0	0,5	93,0	0,0	97,4	0,5	93,9	0,4	93,1
13-14	1,4	91,3	0,6	93,6	0,0	97,4	1,5	95,5	0,7	93,8
14-15	2,6	93,9	0,2	93,7	0,0	97,4	2,0	97,5	0,9	94,7
15-16	3,6	97,4	2,3	96,1	0,9	98,3	1,5	99,0	2,3	97,0
16-17	0,2	97,6	2,3	98,4	0,7	99,1	1,0	100,0	1,4	98,5
17-18	0,3	98,0	0,6	99,0	0,2	99,3	0,0	100,0	0,4	98,9
18-19	0,9	98,8	0,3	99,3	0,2	99,5	0,0	100,0	0,4	99,3
19-20	0,2	99,0	0,2	99,5	0,2	99,8	0,0	100,0	0,2	99,5
20-21	0,2	99,1	0,1	99,6	0,0	99,8	0,0	100,0	0,1	99,5
21-22	0,3	99,5	0,0	99,6	0,0	99,8	0,0	100,0	0,1	99,6
22-23	0,5	100,0	0,1	99,7	0,0	99,8	0,0	100,0	0,2	99,8
23-24	0,0	100,0	0,3	100,0	0,2	100,0	0,0	100,0	0,2	100,0

Para a caracterização das descargas foram estabelecidas faixas que contemplam os intervalos de volume, levando-se em conta os dados obtidos em laboratório, quando se verificaram os volumes médio, mínimo e máximo de cada tipo de descarga, como mostrado na Tabela 6 (vide 5.2.1).

Dessa forma, para o dispositivo de descarga “S”, tendo-se o volume mínimo de 6,6 litros e o volume máximo de 7,1 litros, encontrados nas medições de laboratório, foi estabelecido o intervalo compreendido entre 6 e 8 litros para identificar as descargas do tipo “completa”.

Observando-se a Tabela 9, nota-se que para o intervalo de volumes de 6 a 7 litros o uso relativo é muito pequeno para as quatro bacias sanitárias, ao mesmo tempo em que há grandes concentrações de uso no intervalo de 7 a 8 litros para as bacias B1 e B4 e no intervalo de 7 e 9 litros, para as bacias B2 e B3.

Assim, estabeleceu-se o critério de que para a descarga ser considerada como “completa”, seu volume deve estar compreendido no intervalo de 7 a 9 litros para a campanha de medição A, deslocando o intervalo de volume obtido em laboratório (de 6 a 8 litros), mantendo-se, entretanto, a amplitude de 2 litros.

Os volumes contidos no intervalo de 14 a 18 litros foram considerados para caracterizar as descargas do tipo “dupla”.

Os demais registros, por acionamentos insuficientes ou por combinações de descargas não foram identificados.

Para melhor analisar a distribuição dos registros em cada bacia sanitária, os Gráficos 1 a 4 ilustram os usos relativos. O Gráfico 1 mostra a distribuição para a bacia sanitária B1.

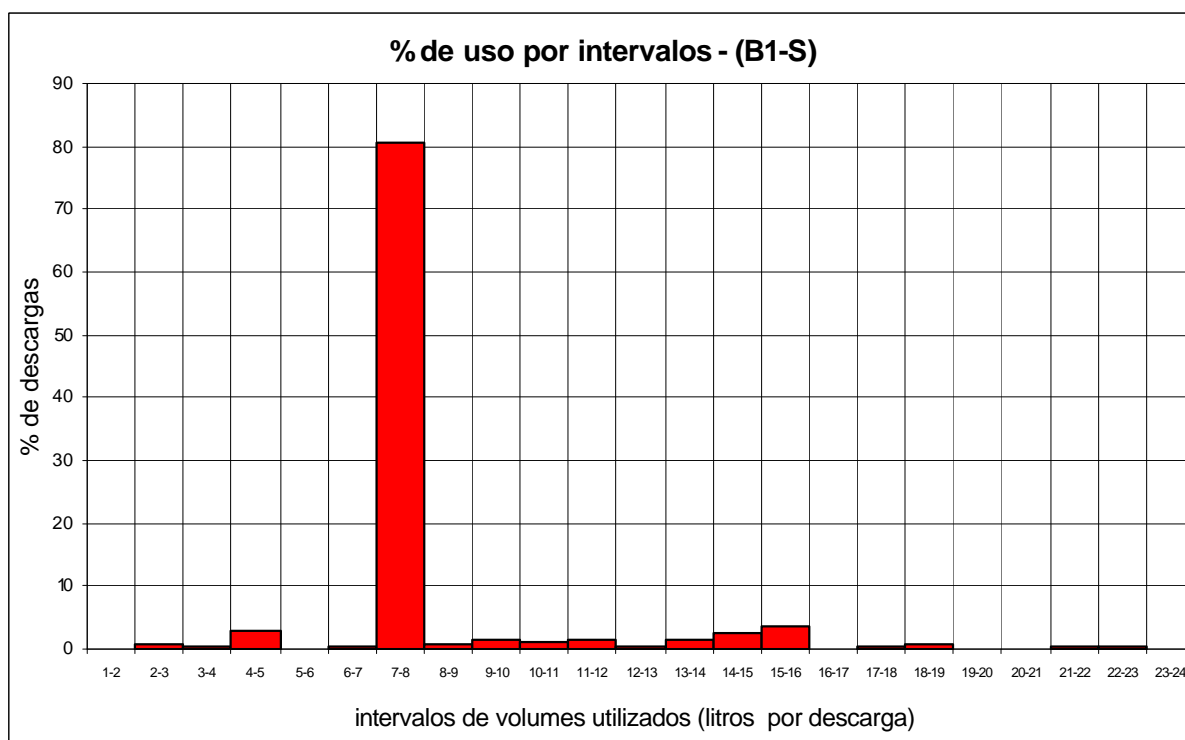


Gráfico 1: Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo S por intervalos de volume.

É possível notar a alta utilização (81,3%) para o intervalo de volume compreendido entre 7 e 9 litros, referente às descargas do tipo “completa”, com uma moda bem definida.

Nota-se também a moda que caracteriza os eventos de descargas do tipo “dupla” (6,7%), entre 14 e 18 litros, sendo mais frequentes as descargas contidas no intervalo de 15 a 16 litros.

Para a bacia sanitária B2, instalada no mesmo banheiro feminino, 87,7% das descargas caracterizaram-se como tipo “completa”, contidas no intervalo de volumes de 7 a 9 litros. O Gráfico 2 mostra a distribuição dos registros na bacia B2.

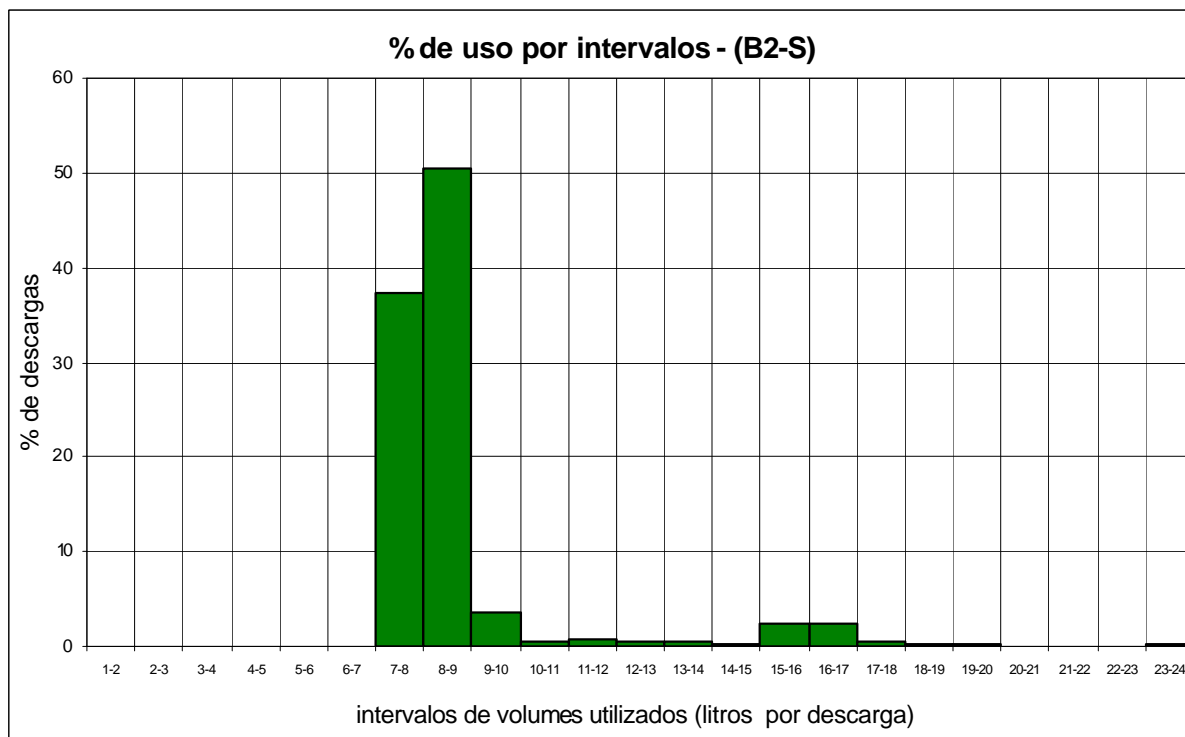


Gráfico 2: Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo S por intervalos de volume.

Para o intervalo de 14 a 18 litros, ocorreram 5,4% das descargas, identificadas como do tipo “dupla”.

Na bacia B3 verifica-se que para o intervalo de 7 a 9 litros, 89,4% das descargas referem-se ao tipo “completa” e 1,8% às descargas do tipo “dupla”. O Gráfico 3 mostra a distribuição.

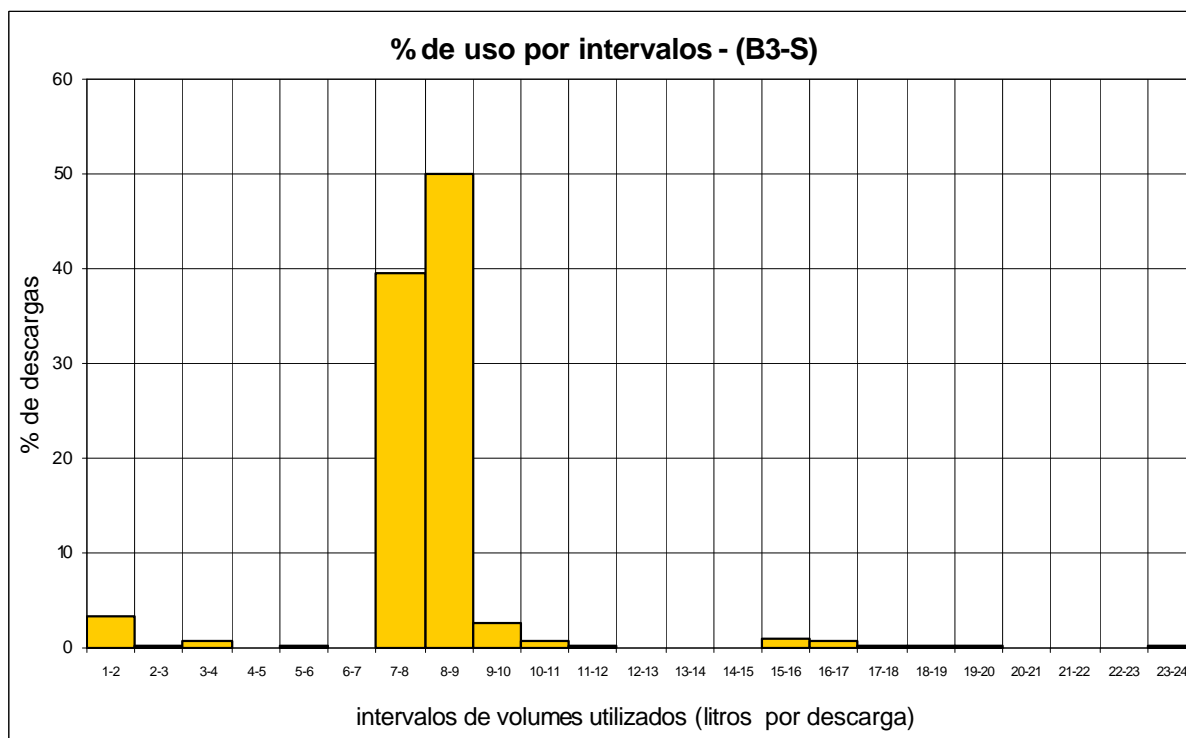


Gráfico 3: Percentual do uso de B3 (Masc.) e dispositivo S por intervalos de volume.

A bacia B4, instalada no mesmo banheiro masculino que B3, teve alta utilização registrada no intervalo de volumes entre 7 e 8 litros, com 82,3% do total de registros, sendo que para o intervalo de 7 a 9 litros, definido para caracterizar as descargas “completas”, a utilização atingiu 83,8%, conforme mostra o Gráfico 4.

No que se referem às descargas do tipo “dupla”, contidas no intervalo de 14 a 18 litros, atingiu-se o uso relativo de 4,5%. Destaca-se que não há registro de utilização com volume superior a 17 litros.

Os demais registros de descarga, distribuídos entre os demais intervalos de volume, ainda que não identificados, somaram apenas 11,7% do total.

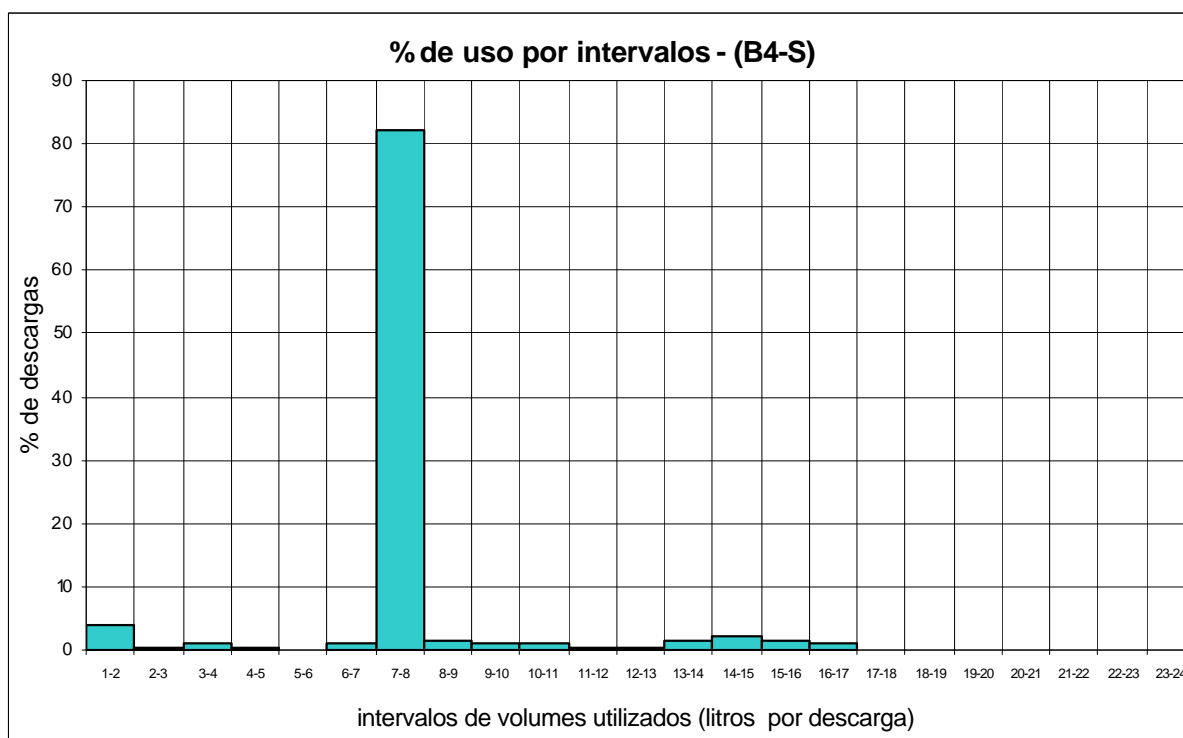


Gráfico 4: Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo S por intervalos de volume.

Agrupando-se as bacias por gênero, as médias de utilização de 84,5% e 86,6% para as descargas do tipo “completa”, respectivamente para os banheiros feminino e masculino, são próximas, como se verifica no Gráfico 5.

Para as descargas do tipo “dupla”, a maior incidência ocorre no banheiro feminino, com média de 6,1% contra 2,9% registrados no banheiro masculino.

Para o conjunto das quatro bacias, de B1 a B4, a utilização para o intervalo de 7 a 9 litros, onde se localizam as descargas do tipo “completa”, foi de 86,1% e para as descargas do tipo “dupla”, a utilização atingiu 5,0% % do total de registros para as quatro bacias.

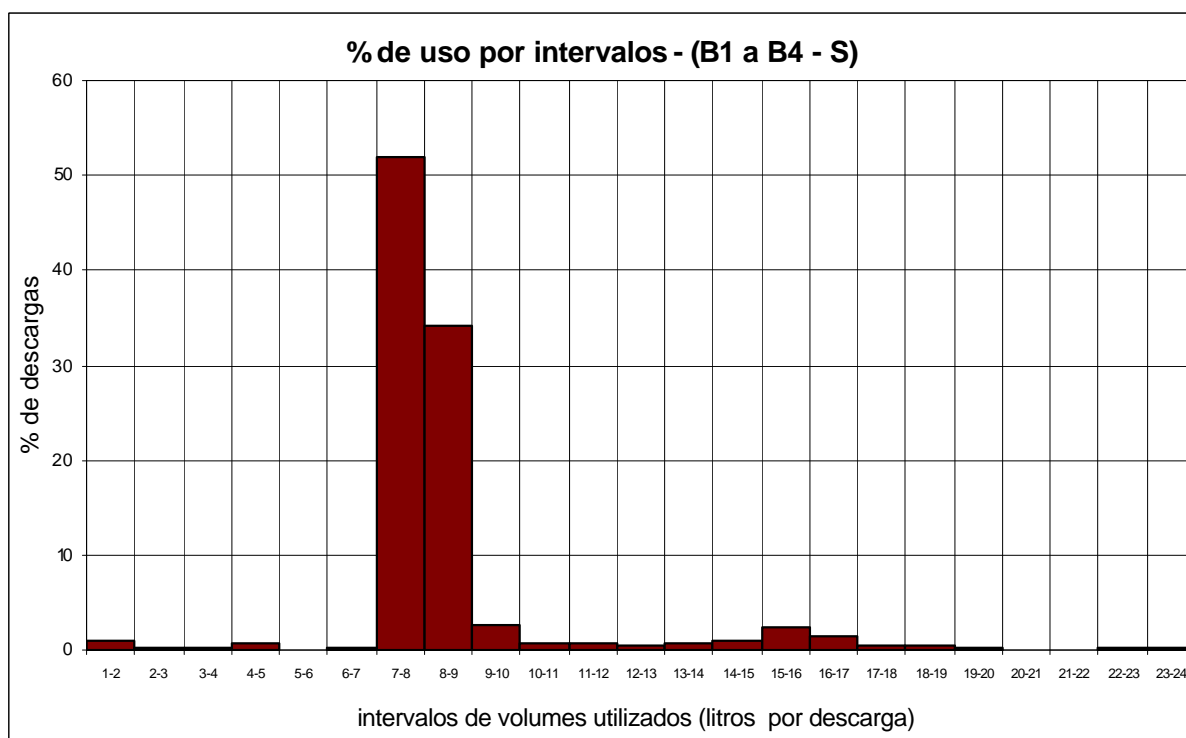


Gráfico 5: Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo S por intervalos de volume.

5.3.3.2 Campanha de Medição B

No período de dezoito semanas seguintes à Campanha de Medição A, as caixas acopladas das bacias sanitárias receberam a instalação dos dispositivos seletivos “D”, substituindo-se os dispositivos de descarga simples.

Dos 2825 registros válidos, foram obtidas as informações resumidas na Tabela 10, de onde se destaca a informação do volume médio de consumo de 4,9 litros por descarga.

Tabela 10: Resumo dos resultados da Campanha de Medição B.

Bacia com dispositivo D	Registros Totais (Descargas)	Registros Válidos (Descargas)	% de Aproveitamento	Volume consumido (litros)	nº dias de medição	Vol. médio por descarga (litros)	descargas por dia (média)	Consumo médio por dia (litros)
B1 (fem.)	945	905	96	3.679	68	4,1	13,3	54,1
B2 (fem.)	1.322	1.284	97	6.677	72	5,2	17,8	92,7
B3 (masc.)	421	392	93	1.988	71	5,1	5,5	28,0
B4 (masc.)	270	244	90	1.439	69	5,9	3,5	20,8
Totais	2.958	2.825	96*	13.783	70*	4,9*	10,1*	49,2*

* Valores médios para as quatro bacias

Como o dispositivo de descarga utilizado nesta campanha é do tipo seletivo, houve um incremento no critério para identificação do tipo das descargas das descargas, no que diz respeito o volume de água utilizado, acrescentando-se a descarga do tipo “meia”.

As situações de combinação de volumes diferentes, como por exemplo, “meia” descarga seguida de descarga “completa”, ou duas descargas seguidas do tipo “meia”, não foram consideradas pela dificuldade de interpretação sobre o que realmente ocorreu no momento do acionamento da descarga.

Os dados dos registros de descargas obtidos durante a campanha encontram-se na Tabela 11.

Tabela 11: Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo D.

INTERVALOS DE VOLUMES (litros)	PERCENTUAIS DE DESCARGAS - DISPOSITIVO D									
	B1		B2		B3		B4		Total	
	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.
1-2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,2
2-3	43,8	44,0	0,2	0,4	12,8	12,8	5,3	5,3	16,3	16,5
3-4	25,0	69,0	0,3	0,7	32,4	45,2	10,2	15,6	13,5	30,0
4-5	12,4	81,4	73,0	73,7	20,4	65,6	28,7	44,3	42,5	72,5
5-6	3,8	85,2	14,8	88,5	7,7	73,2	8,6	52,9	9,7	82,3
6-7	5,4	90,6	2,0	90,6	6,1	79,3	33,6	86,5	6,4	88,7
7-8	1,5	92,1	1,0	91,6	12,5	91,8	3,7	90,2	3,0	91,7
8-9	1,9	94,0	2,7	94,3	2,3	94,1	2,5	92,6	2,4	94,0
9-10	1,2	95,2	3,2	97,5	0,5	94,6	1,6	94,3	2,1	96,1
10-11	0,9	96,1	1,0	98,5	0,5	95,2	0,0	94,3	0,8	96,9
11-12	1,1	97,2	0,2	98,7	1,5	96,7	1,2	95,5	0,7	97,7
12-13	0,1	97,3	0,2	98,8	0,8	97,4	0,8	96,3	0,3	97,9
13-14	1,0	98,3	0,6	99,5	0,5	98,0	1,2	97,5	0,8	98,7
14-15	0,2	98,6	0,1	99,5	0,3	98,2	0,8	98,4	0,2	98,9
15-16	0,6	99,1	0,1	99,6	0,5	98,7	0,8	99,2	0,4	99,3
16-17	0,1	99,2	0,1	99,7	0,0	98,7	0,4	99,6	0,1	99,4
17-18	0,1	99,3	0,1	99,8	0,3	99,0	0,0	99,6	0,1	99,5
18-19	0,1	99,4	0,2	100,0	0,0	99,0	0,0	99,6	0,1	99,6
19-20	0,2	99,7	0,0	100,0	0,5	99,5	0,0	99,6	0,1	99,8
20-21	0,0	99,7	0,0	100,0	0,0	99,5	0,4	100,0	0,0	99,8
21-22	0,1	99,8	0,0	100,0	0,3	99,7	0,0	100,0	0,1	99,9
22-23	0,2	100,0	0,0	100,0	0,3	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0
23-24	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0

Pelo volume máximo de 7,2 litros e pelo volume mínimo de 6,3 litros obtidos durante os ensaios de laboratório para a descarga do tipo “completa” (ver Tabela 6, em 5.2.1), foi possível se estabelecer para esta campanha de medição que seriam consideradas descargas do tipo “completa”, aquelas contidas no intervalo de volume de 6 a 8 litros.

Para as descargas a serem consideradas como “meias”, estabeleceu-se inicialmente o intervalo de 3 a 5 litros, levando-se em conta os volumes de 3,6 e 4,1 litros, respectivamente mínimo e máximo obtidos em laboratório.

Entretanto analisando-se os registros das descargas, demonstrados na Tabela 11, foram observados números expressivos de registros contidos no intervalo de 2 a 3 litros para as bacias B1 e B3.

Esse fato está relacionado provavelmente a desregulagens na altura da bóia ou pelo fato de que o público usuário, ao desconhecer a utilização correta de um dispositivo seletivo, pode ter acionado a descarga de forma inadequada durante um período inicial de adaptação.

Considerando-se todas estas situações, para um mesmo intervalo de volumes foram levados em conta, portanto, os seguintes tipos de descarga:

- “meia” para o intervalo de volume de 2 a 5 litros,
- “completa” para o intervalo de 6 a 8 litros e
- “dupla” para o intervalo de 12 a 16 litros.

A partir das distribuições relativas das utilizações por intervalos de volume por bacia sanitária, ilustradas nos Gráficos 6 a 10, são analisadas as modas e identificados os usos das bacias sanitárias.

Durante a campanha, a bacia B1 teve utilizações que aparentaram instabilidade nos volumes de água consumidos nas operações de descarga, conforme se verifica no Gráfico 6.

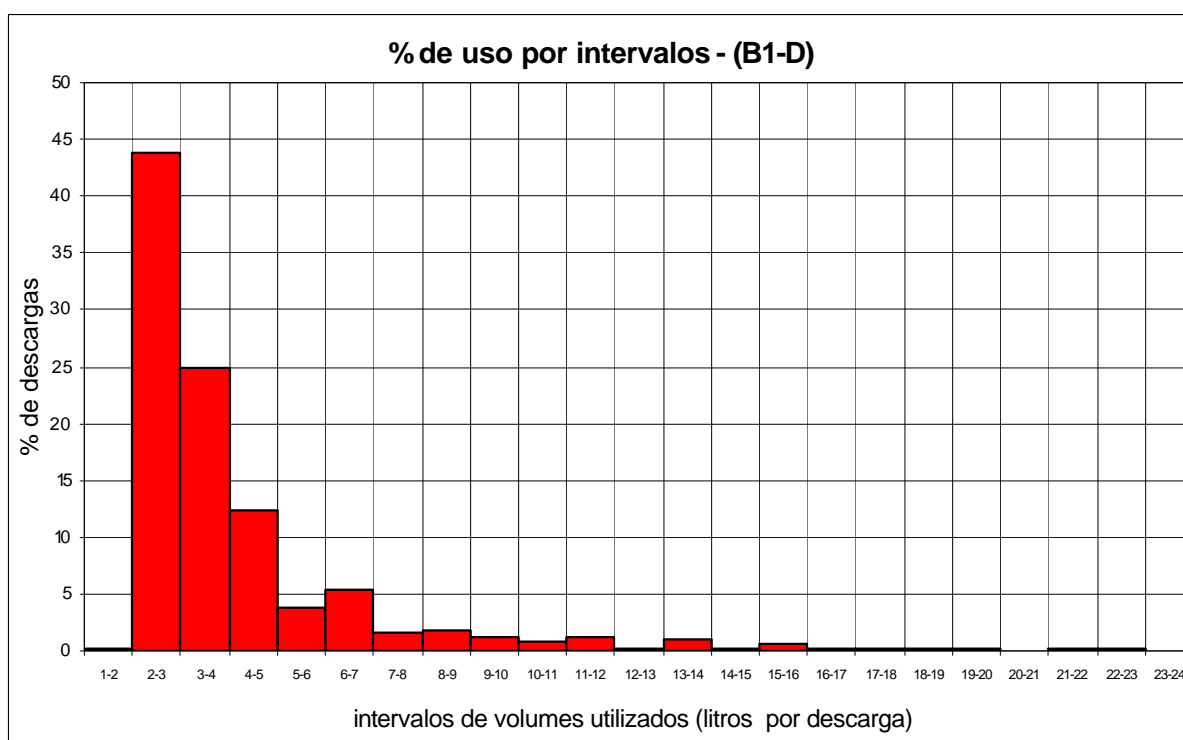


Gráfico 6: Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo D por intervalos de volume.

Conforme visto, o intervalo de volume inicialmente considerado como sendo relativo à “meia” descarga teve sua amplitude aumentada, passando para entre 2 e 5 litros, correspondendo a 81,2% do uso da bacia.

As descargas do tipo “completa” somaram 6,9% dos registros e as do tipo “dupla” 1,9%.

Para a bacia sanitária B2, o uso permitiu uma melhor observação para identificar os tipos de descarga praticados, conforme mostrado no Gráfico 7.

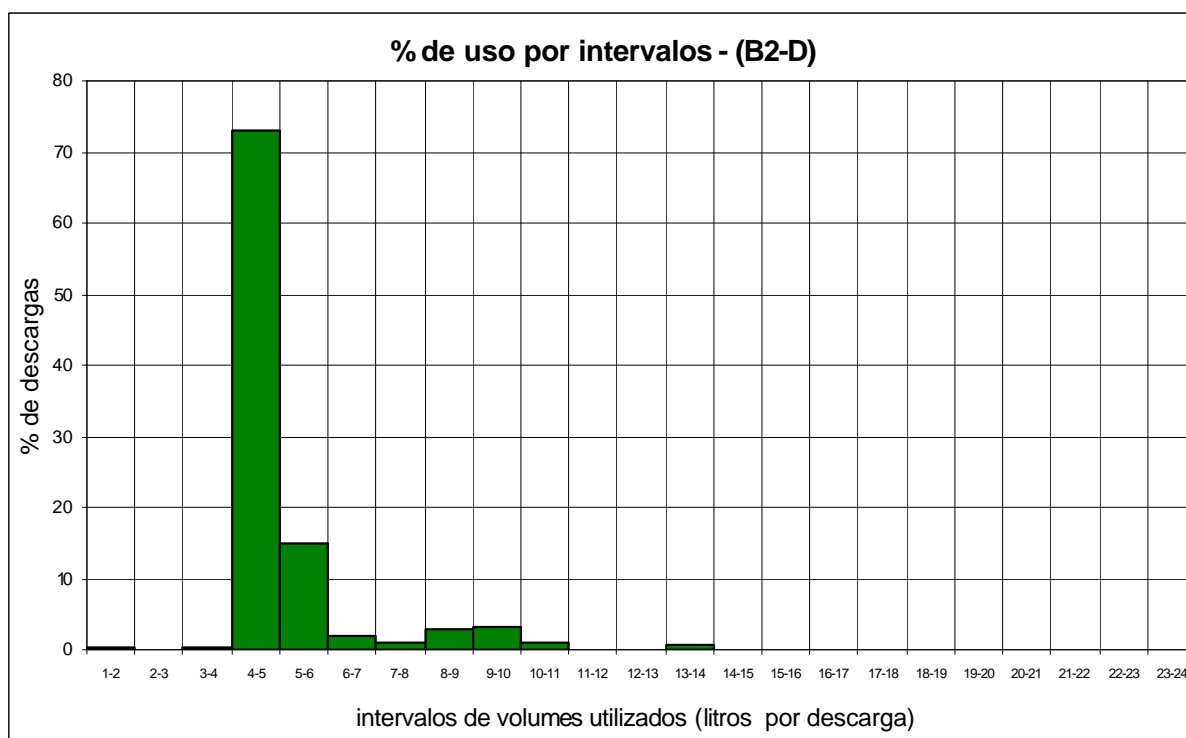


Gráfico 7: Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo D por intervalos de volume.

A moda mais significativa é a caracterizada como “meia” descarga, que representa 73,5 % da utilização, no intervalo de 2 a 5 litros, sendo que apenas 0,5% do uso situa-se no intervalo de 2 a 4 litros.

Há uma utilização de 14,8% para o intervalo de 5 a 6 litros que, embora seja um número considerável, não foi considerada como sendo “meia” descarga, caso tenha sido motivada por acionamento insuficiente do botão correspondente.

Ao mesmo tempo, para o intervalo compreendido entre 6 e 8 litros, que corresponde às descargas do tipo “completa”, o percentual atinge apenas 3% das utilizações (menos da metade verificada na bacia B1, também instalada no banheiro feminino). As descargas “duplas” atingiram apenas 1% do total dos registros.

O Gráfico 8 ilustra que houve a utilização de 65,6% das descargas para o intervalo compreendido entre 2 e 5 litros na bacia B3, identificadas como “meias”.

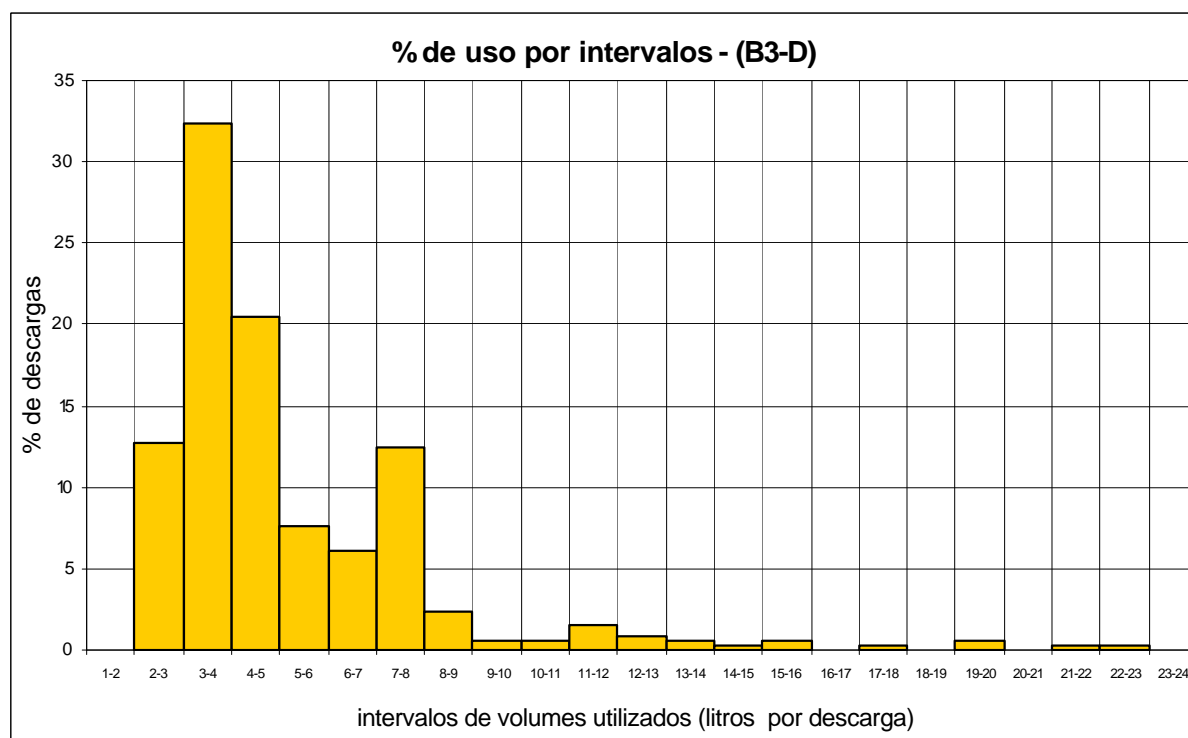


Gráfico 8: Percentual do uso de B3 (Masc.) com dispositivo D por intervalos de volume.

Para as descargas "completas", o uso atingiu 18,6% do total e as descargas consideradas "duplas" atingiram 2,1%, no intervalo de 12 a 16 litros.

Admite-se que os usuários habituais desta bacia sanitária tenham sido os mesmos da campanha de medição A, onde B3 também teve preferência de uso pelo público masculino.

O Gráfico 9 mostra que, dentre as quatro bacias, a bacia B4 teve maior utilização relacionada com descargas "completas", com 37,3% dos registros contidos no intervalo de 6 a 8 litros.

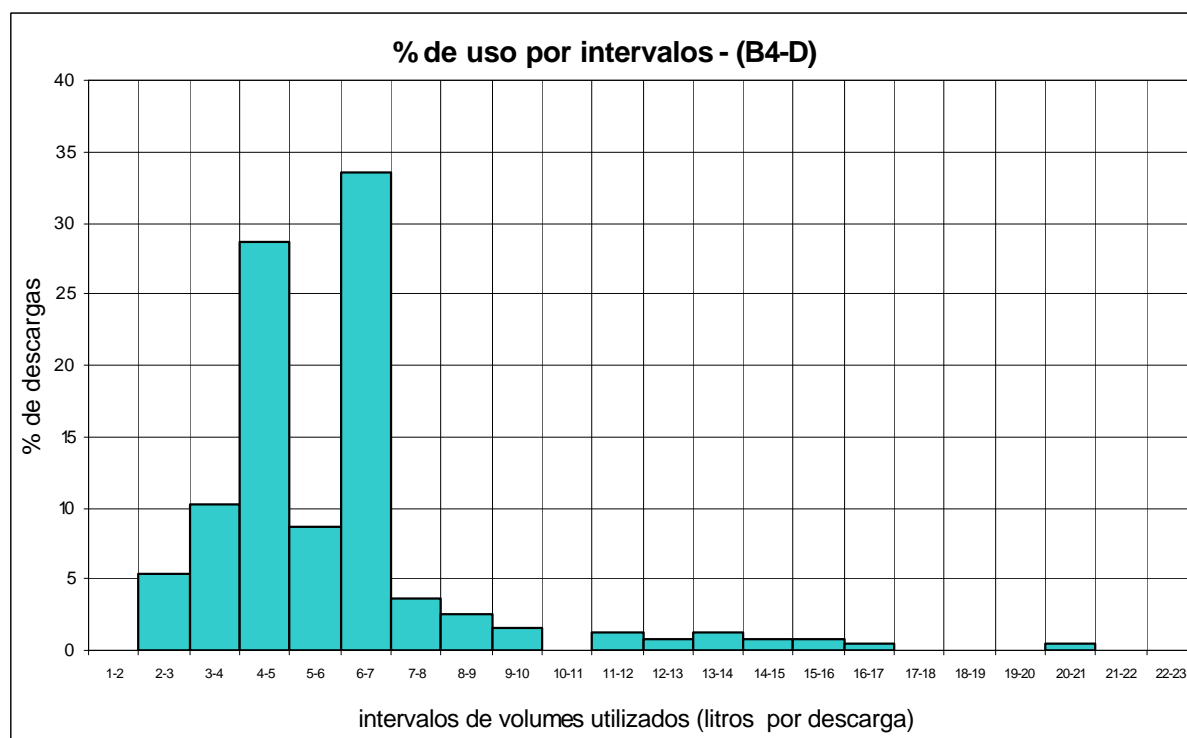


Gráfico 9: Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo D por intervalos de volume.

Para as descargas consideradas como “meias”, contidas no intervalo de 2 a 5 litros, o uso foi de 44,2%. As descargas “duplas” somaram 3,6% do total, também colocando esta bacia como a de maior utilização para este tipo de descarga.

Considerando-se o número total de registros obtidos na Campanha de medição B, para as quatro bacias sanitárias, conforme mostra o Gráfico 10, houve utilização de 72,3% no intervalo de 2 a 5 litros, referente à “meia” descarga.

Para o intervalo de 6 a 8 litros, onde as descargas foram caracterizadas como sendo dos tipos “completa”, ou uso foi correspondente a 9,4%, enquanto as descargas “duplas” somaram 1,7% do total de utilizações.

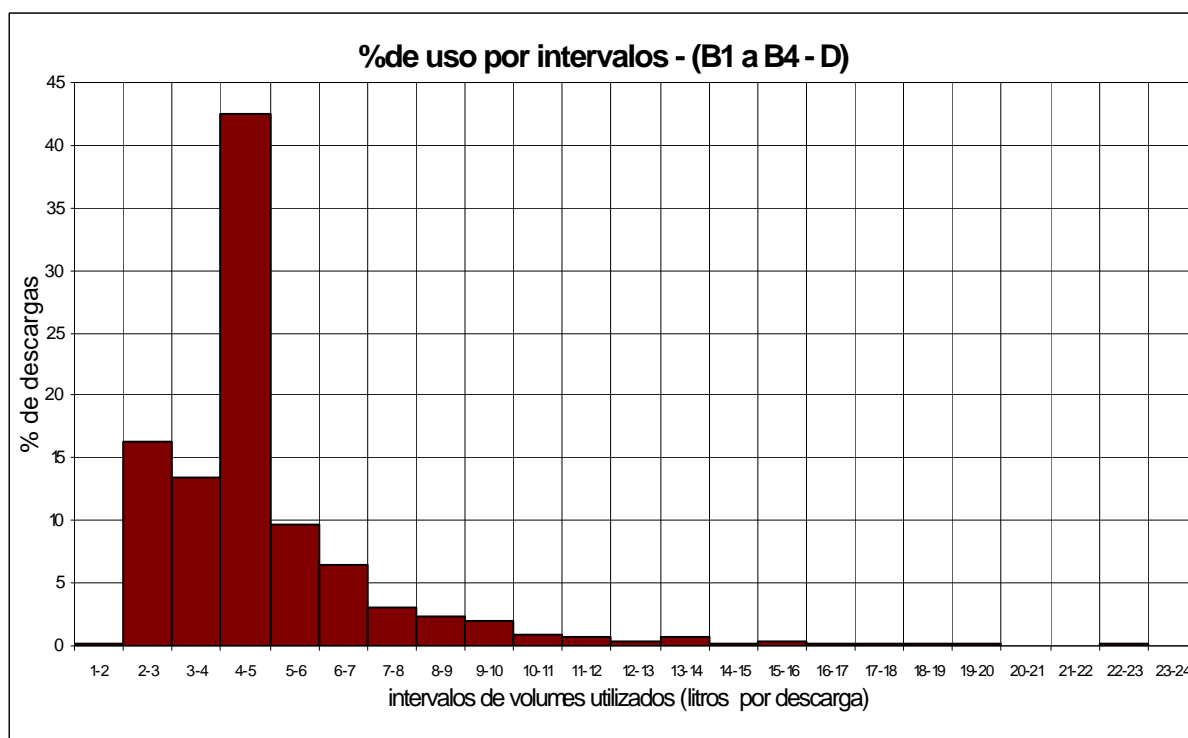


Gráfico 10: Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo D por intervalos de volume.

Considerando-se apenas as utilizações relativas às descargas do tipo “meia” e “completa”, obtém-se 81,7% das utilizações das bacias.

Esta utilização é semelhante ao uso identificado durante a Campanha de Medição A, para a descarga do tipo “completa”, com 86,1% do total, quando o usuário não tinha a opção de escolha do tipo de descarga que utilizaria.

5.3.3.3 Campanha de Medição C

A terceira campanha de medição, com duração de doze semanas, ocorreu a partir da substituição dos dispositivos seletivos D pelos protótipos P3 nas mesmas bacias sanitárias (B1 a B4). A Tabela 12 demonstra o resumo dos dados verificados.

Tabela 12: Resumo dos resultados da Campanha de Medição C.

Bacia com dispositivo P3	Registros Totais (Descargas)	Registros Válidos (Descargas)	% de Aproveitamento	Volume consumido (litros)	nº dias de medição	Vol. médio por descarga (litros)	descargas por dia (média)	Consumo médio por dia (litros)
B1 (fem.)	520	409	79	2.052	48	5,0	8,5	42,8
B2 (fem.)	732	667	91	2.828	45	4,2	14,8	62,8
B3 (masc.)	237	206	87	982	42	4,8	4,9	23,4
B4 (masc.)	265	233	88	1.149	49	4,9	4,8	23,4
Totais	1754	1515	86	7.011	46*	4,6*	8,2*	38,1*

* Valores médios para as quatro bacias

Com o aproveitamento médio de 86% dos registros de descargas, validados a partir dos critérios descritos anteriormente, destaca-se o valor médio do volume de descarga, de 4,6 litros.

Devido ao período de férias coletivas e férias de verão de grande parte dos servidores que compõe o público usuário, o número de registros de descargas foi inferior aos registrados durante as campanhas A e B.

A distribuição dos percentuais de utilização por intervalo de volume e por bacia sanitária, assim como os registros totais da campanha encontram-se na Tabela 13.

Tabela 13: Uso relativo das bacias por intervalos de volume com o dispositivo P3.

INTERVALOS DE VOLUMES (litros)	PERCENTUAIS DE DESCARGAS - DISPOSITIVO P3									
	B1		B2		B3		B4		Total	
	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.	%	% acum.
1-2	0,7	0,7	1,8	1,8	2,4	2,4	0,4	0,4	1,4	1,4
2-3	19,3	20,0	36,6	38,4	26,6	29,0	0,9	1,3	25,0	26,4
3-4	32,0	52,0	27,0	65,4	41,5	70,5	45,7	47,0	33,2	59,6
4-5	22,7	74,6	13,0	78,4	3,9	74,4	30,8	77,8	17,1	76,7
5-6	7,3	82,0	4,6	83,1	4,3	78,7	4,3	82,1	5,3	82,0
6-7	2,7	84,6	5,5	88,6	7,2	86,0	10,7	92,7	5,8	87,8
7-8	2,7	87,3	5,2	93,9	1,9	87,9	1,3	94,0	3,5	91,3
8-9	3,2	90,5	2,2	96,1	2,4	90,3	0,4	94,4	2,2	93,5
9-10	1,2	91,7	1,0	97,2	1,4	91,8	0,4	94,9	1,1	94,6
10-11	2,0	93,7	0,7	97,9	1,9	93,7	0,9	95,7	1,3	95,8
11-12	0,7	94,4	0,6	98,5	1,0	94,7	0,0	95,7	0,6	96,4
12-13	1,2	95,6	0,1	98,7	1,4	96,1	0,0	95,7	0,6	97,0
13-14	1,0	96,6	0,3	99,0	0,5	96,6	0,4	96,2	0,5	97,6
14-15	0,7	97,3	0,0	99,0	0,0	96,6	0,4	96,6	0,3	97,8
15-16	0,2	97,6	0,3	99,3	0,5	97,1	0,0	96,6	0,3	98,1
16-17	0,0	97,6	0,0	99,3	0,0	97,1	0,4	97,0	0,1	98,2
17-18	1,0	98,5	0,1	99,4	0,5	97,6	0,0	97,0	0,4	98,6
18-19	0,0	98,5	0,4	99,9	0,5	98,1	0,0	97,0	0,3	98,8
19-20	0,7	99,3	0,0	99,9	0,5	98,6	0,9	97,9	0,4	99,2
20-21	0,2	99,5	0,0	99,9	0,0	98,6	0,9	98,7	0,2	99,4
21-22	0,0	99,5	0,1	100,0	0,5	99,0	0,4	99,1	0,2	99,6
22-23	0,2	99,8	0,0	100,0	1,0	100,0	0,9	100,0	0,3	99,9
23-24	0,2	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,0	100,0	0,1	100,0

Tendo-se os volumes: médio de 3,2 litros, máximo de 3,7 litros e mínimo de 2,7 litros, utilizou-se inicialmente o intervalo de 2 a 4 litros para identificar as descargas do tipo “meia”.

Porém, devido à observação de um significativo percentual no intervalo de 4 a 5 litros, adotou-se maior amplitude ao intervalo total, passando-o para 2 a 5 litros, levando-se em conta os mesmos motivos considerados para o dispositivo D.

Para as descargas denominadas do tipo “completa”, a partir do volume médio de 6,0 litros e dos volumes de 5,9 litros e 6,3 litros, respectivamente mínimo e máximo, estabeleceu-se o inicialmente o intervalo de 5 a 7 litros.

Pelo fato da observação de ocorrências de registros mais significativos no intervalo imediatamente superior e pouco significativos no intervalo inferior, foi adotada a amplitude de 6 a 9 litros para caracterizar as descargas do tipo “completa”. As descargas do tipo “dupla” têm a amplitude dobrada com relação às descargas do tipo “completa”, situando-se, portanto, no intervalo correspondente a 12 a 18 litros.

O Gráfico 11 mostra que o uso da bacia B1 foi concentrado no intervalo de 2 a 5 litros, com 74,0% das utilizações, relativas à “meia” descarga.

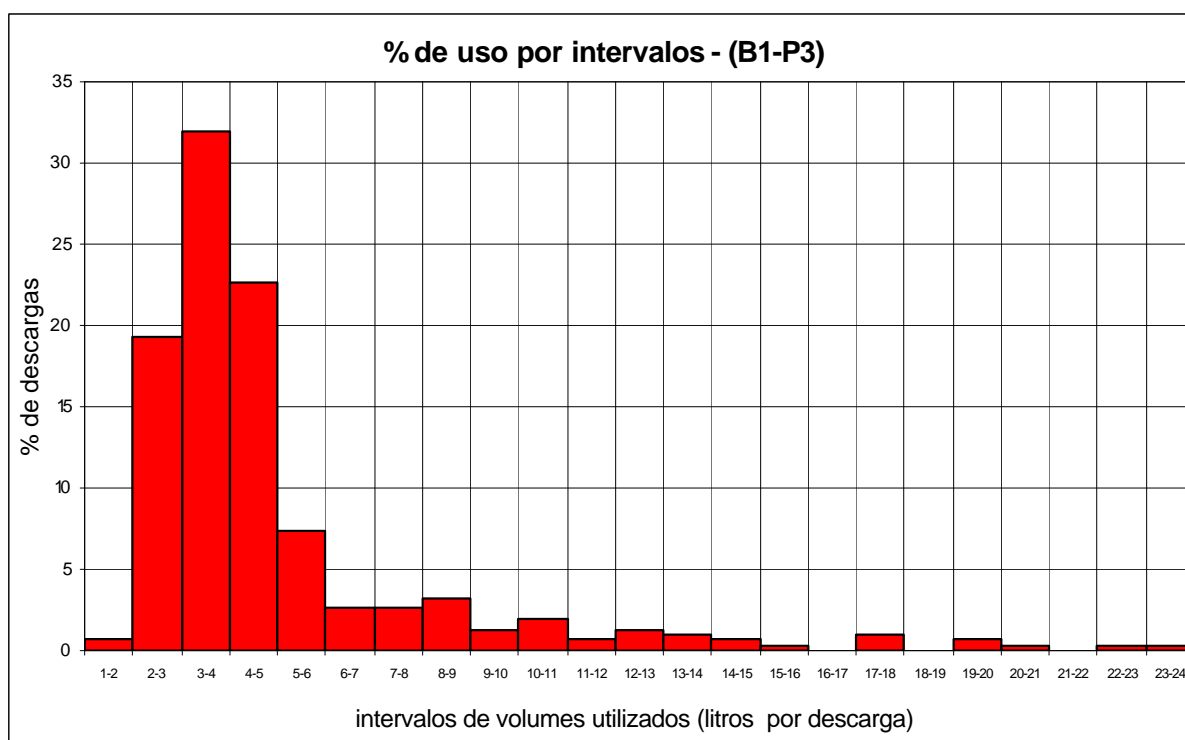


Gráfico 11: Percentual do uso de B1 (Fem.) e dispositivo P3 por intervalos de volume

O intervalo de volume de 6 a 9 litros, registrou 8,6% de descargas dos tipos “completa” e as descargas do tipo “dupla” somaram 4,1% do total dos registros para esta bacia.

De acordo com o que ilustra o Gráfico 12, para a bacia B2 foram registrados 76,6% das descargas com volumes contidos no intervalo de 2 a 5 litros, identificadas como do tipo “meia”.

Com 12,9% das utilizações para o intervalo de 6 a 9 litros, as descargas dos tipos “completa”.

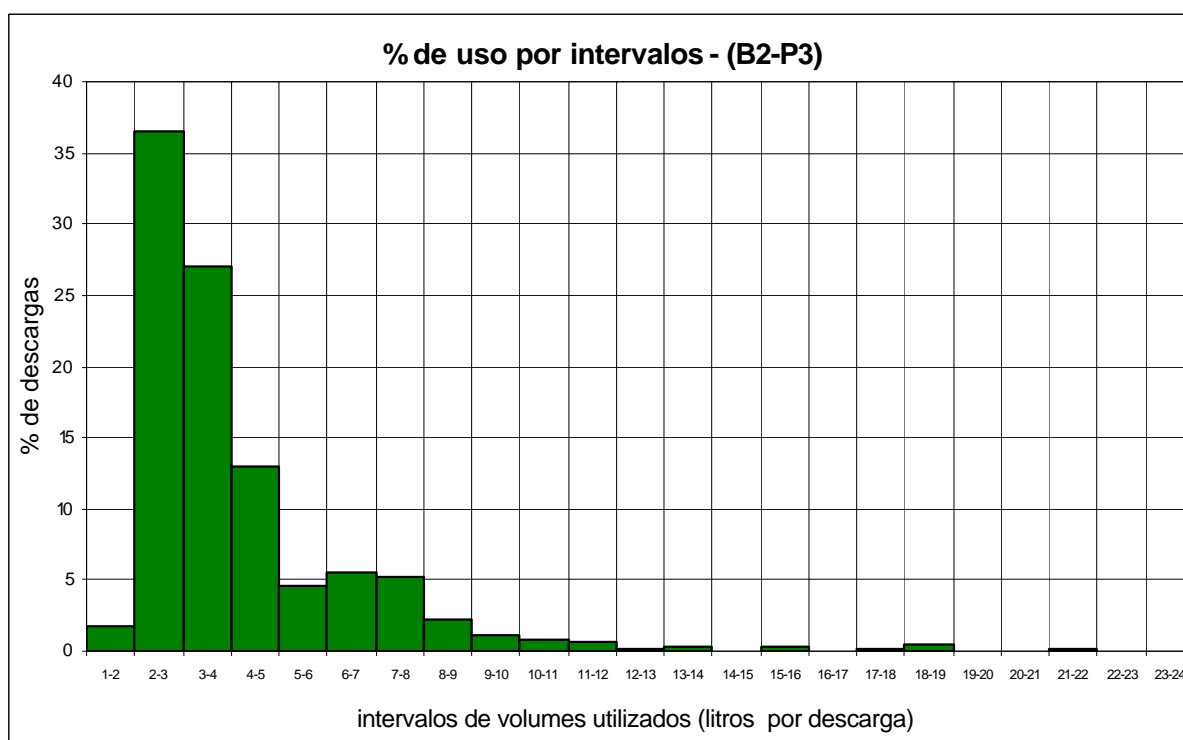


Gráfico 12: Percentual do uso de B2 (Fem.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.

Considerando-se que as bacias B1 e B2 estão instaladas no mesmo banheiro feminino, destaca-se a semelhança nos percentuais de utilização para as descargas dos tipos “meia”.

Para as utilizações das descargas do tipo “completa” a utilização em B2 foi superior ao mesmo tempo em que utilizações de descargas do tipo “dupla” foram muito superiores em B1.

Na bacia B3, instalada no banheiro masculino, 72,0% das utilizações situam-se no intervalo definido para as descargas do tipo “meia”, conforme mostra a distribuição no Gráfico 13.

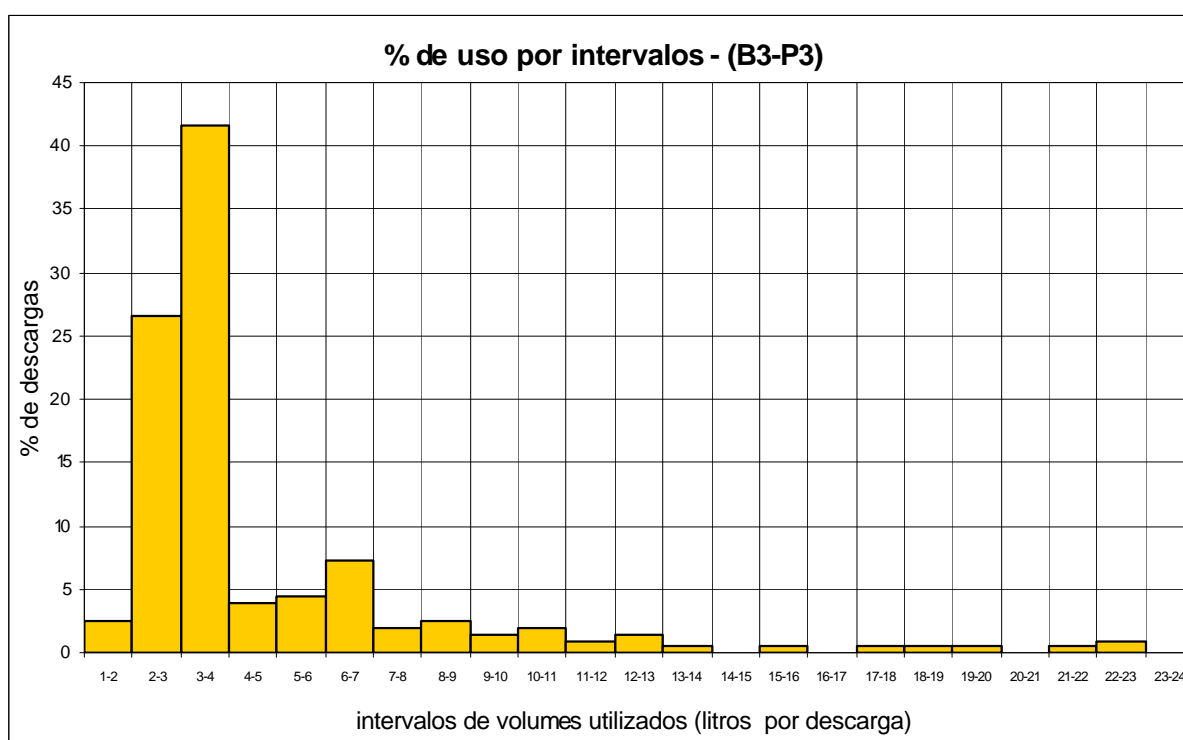


Gráfico 13: Percentual do uso de B3 (Masc.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.

Outra peculiaridade reside no fato de ser muito pequeno o uso registrado (apenas 3,9%) para as descargas situadas no intervalo de 4 a 5 litros. É o menor percentual para este intervalo na utilização das quatro bacias.

As descargas dos tipos “completa” somam 11,5% da utilização total e as do tipo “dupla” 2,4% dos registros.

No mesmo banheiro masculino, onde está instalada a bacia B4, a utilização identificada como sendo descarga do tipo “meia” atingiu 77,4% dos registros.

Destaca-se que os registros contidos no intervalo de 2 a 3 litros foram apenas 0,9% do total, o menor percentual entre as quatro bacias. O Gráfico 14 ilustra estas utilizações.

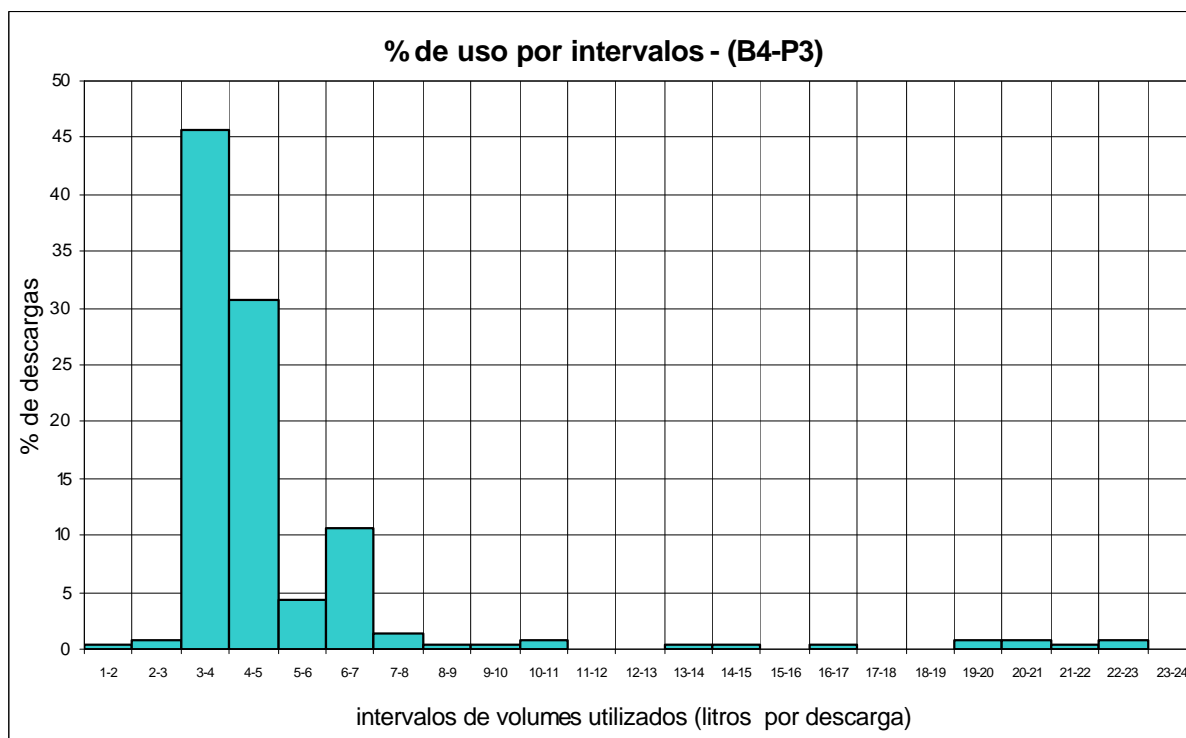


Gráfico 14: Percentual do uso de B4 (Masc.) e dispositivo P3 por intervalos de volume.

Curiosamente, há um alto percentual de uso situado no intervalo de 4 a 5 litros (30,8%), se comparado com o registrado nas demais bacias sanitárias.

As descargas do tipo “completa” representam 12,4% dos registros e as descargas do tipo “dupla” apenas 1,2%, ou seja, dentre as duas bacias instaladas no banheiro masculino, B4 teve metade dos registros relativos à descarga do tipo “dupla”.

Agrupando-se todos os registros de descarga obtidos durante a Campanha de Medição C, cuja distribuição está representada no Gráfico 15, verifica-se que o percentual de utilizações referente a descargas do tipo “meia” somam 75,3%.

As descargas do tipo “completa” atingiram o percentual de 11,5% e as do tipo “dupla” totalizaram 2,2%.

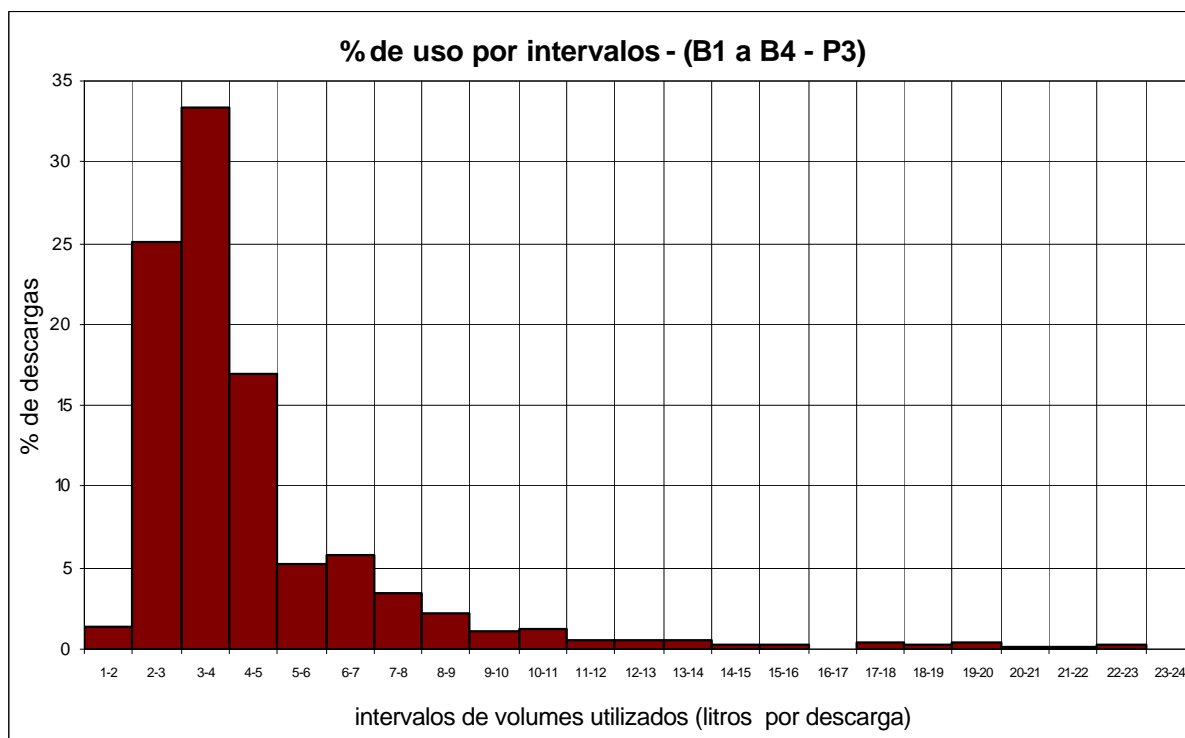


Gráfico 15: Percentual médio do uso de B1 a B4 e dispositivo P3 por intervalos de volume.

5.3.4 Análise dos Resultados

A partir da observação dos números de descargas registradas durante as três campanhas de medição, foi possível identificar as características de utilização de cada bacia sanitária assim como a comparação dos resultados obtidos.

Para os resultados obtidos na Campanha de Medição A, quando foi utilizado o dispositivo de descarga simples (S), observou-se que:

- a utilização do banheiro feminino (1782 descargas) corresponde a quase três vezes o registrado no banheiro masculino (621 descargas), embora não seja possível a determinação do número exato de usuários de cada gênero.
- nas bacias B2 e B3, notam-se dois intervalos de volume unitários que contém as descargas do tipo “completa”. A hipótese mais provável é a de que houve regulagens diferentes das bóias no período da campanha.
- nas bacias B1 e B4, por outro lado, está bem definido o intervalo de volume de utilização, indicando regulagens de bóia inalteradas ou com pouca variação durante o período de abrangência da campanha.
- dentre as bacias sanitárias instaladas no banheiro feminino, houve preferência dos usuários pela bacia B2, com 67% das utilizações.
- o percentual de descargas do tipo “incompleta” é nulo em B2, tendo atingido mais de 4% em B1, o que indica um público usuário diferente para cada bacia.
- no banheiro masculino, a preferência se deu pela bacia B3, com 68,1% das utilizações.
- mesmo tendo a preferência do público masculino, com maior número de utilizações, na bacia B3 foi registrado o menor percentual de descargas do tipo “dupla”.
- por outro lado, a bacia B4 mesmo tendo menor utilização, acumulou o maior percentual de descargas do tipo “dupla”.

- o ponto em comum entre as bacias B3 e B4, ambas situadas no banheiro masculino, é o alto índice de descargas com volumes inferiores aos que indicam descargas do tipo “completa”, quando comparados com as bacias B1 e B2 instaladas no banheiro feminino.

Com a utilização do dispositivo de descarga seletivo D, durante a Campanha de Medição B, verificou-se que:

- a utilização do banheiro feminino (2189 descargas) manteve-se na ordem de três vezes superior ao registrado no banheiro masculino (636 descargas).
- não houve mudança de preferência dos usuários, ou seja, as bacias B2 (com 58,7% das utilizações) no banheiro feminino e B3 (com 61,6% das utilizações) no banheiro masculino foram as mais utilizadas.
- à exceção de B3, diminuíram as utilizações nas demais bacias para as descargas identificadas como do tipo “dupla”.
- mesmo tendo sido a mais utilizada dentre as quatro bacias, a bacia B2 teve o menor índice de descargas do tipo “dupla”.
- ao mesmo tempo, a bacia B4, com menor número de utilizações dentre todas, registrou o maior índice de descargas do tipo “dupla”.
- há um alto percentual de descargas situados no intervalo de volume de 2 a 3 litros (43,8%) em B1, que pode ter relação com três situações distintas:
 - a primeira relativa ao acionamento por tempo insuficiente do botão correspondente à “meia” descarga pela pouca adaptação do usuário ao sistema dual de descarga.

- a segunda por desregulações da altura da bóia, mais baixa do que o necessário, acarretando o despejo de menor volume de água, podendo ter sido regulada em um ou mais períodos diferentes, resultando em registros de maior consumo por descarga.
- a terceira situação pode ter sido um somatório das duas anteriores. De qualquer maneira, fica dificultada a identificação do que de fato ocorreu.
- a bacia B2 teve um grande número de registros contidos no intervalo de 5 a 6 litros, correspondente a 14,8%, que não foi considerado como qualquer tipo de descarga, por situar-se entre os tipos “meia” e “completa”.

Durante a Campanha de Medição C, na qual utilizou-se o protótipo P3, observou-se que:

- a utilização do banheiro feminino (1076 descargas) manteve-se superior ao registrado no banheiro masculino (439 descargas).
- a bacia sanitária B2 manteve-se como preferida entre o público feminino, com 62% das utilizações.
- houve mudança de preferência entre o público de sexo masculino, que preferiu utilizar com maior frequência a bacia B4 (53,1%), comparativamente às utilizações registradas durante as Campanhas A e B, quando B3 foi a bacia preferida.
- houve grande número de registros para o intervalo de volume entre 4 e 5 litros. Este fato pode ter ocorrido devido às situações abordadas em 5.3.3.4, sendo mais provável a ocorrência de desregulação na bóia.
- dentre as quatro bacias, foi registrado o maior percentual de uso para descargas do tipo “dupla” em B1 e o menor foi registrado em B2.

Para uma comparação do aproveitamento dos registros de descargas identificados de acordo com os critérios adotados, os percentuais relacionados com os tipos de descarga, por bacia sanitária estão resumidos na Tabela 14.

Tabela 14: Uso relativo das bacias por tipos de descarga.

BACIA	DISPOSITIVOS E TIPOS DE DESCARGA										
	S			D				P3			
	completa (%)	dupla (%)	outras (%)	meia (%)	completa (%)	dupla (%)	outras (%)	meia (%)	completa (%)	dupla (%)	outras (%)
B1 (fem.)	81,3	6,7	12,0	81,2	6,9	1,9	10,0	74,0	8,6	4,1	13,3
B2 (fem.)	87,7	5,4	6,9	73,5	3,0	1,0	22,5	76,6	12,9	0,8	9,7
B3 (masc.)	89,4	1,8	8,8	65,6	18,6	2,1	13,7	72,0	11,5	2,9	13,6
B4 (masc.)	83,8	4,5	11,7	44,2	37,3	3,6	14,9	77,4	12,4	1,2	9,0
Média	85,6	4,6	9,9	66,1	16,5	2,2	15,3	75,0	11,4	2,3	11,4

Excetuando-se a bacia B1 com dispositivo D e a bacia B4 com o protótipo P3, observam-se números semelhantes de descargas do tipo “outras” para os dispositivos seletivos, superiores aos registrados para o dispositivo simples.

Isto pode estar relacionado ao fato de que o público usuário não tenha total familiaridade com uso desta tecnologia, embora sejam considerados satisfatórios os percentuais de utilização para os tipos de descarga definidos.

Voltando-se à questão da redução do consumo, são apresentados os percentuais na Tabela 15, obtidos a partir dos consumos médios decorrentes do uso dispositivo D e do protótipo P3 de comparados com o consumo verificado com uso do dispositivo S.

Tabela 15: Consumos médios e percentuais de redução por dispositivo seletivo e por bacia.

BACIA	DISPOSITIVO S	DISPOSITIVO D		DISPOSITIVO P3	
	consumo médio (litros)	consumo médio (litros)	redução com relação à S (%)	consumo médio (litros)	redução com relação à S (%)
B1(fem.)	8,5	4,1	52,2	5,0	41,0
B2 (fem.)	8,8	5,2	41,0	4,2	51,9
B3 (masc.)	8,0	5,1	37,0	4,8	40,7
B4 (masc.)	7,8	5,9	24,6	4,9	37,0
Média	8,5	4,9	42,4	4,6	45,9

Para efeito de avaliação da redução de consumo, os cálculos foram efetuados com base nos volumes médios de descargas, obtidos durante as Campanhas de Medição A, B e C.

Como pode se verificar na Tabela 15, os percentuais globais de redução de consumo foram de 42,4% para o Dispositivo D e de 45,9% para o Protótipo P3, respectivamente comparados ao dispositivo S.

Os volumes médios considerados são aqueles obtidos a partir do volume de água total registrado em todas as descargas.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Para os ensaios realizados em laboratório, é importante citar que mesmo não havendo uma norma técnica específica às bacias sanitárias que sejam dotadas de dispositivos seletivos de descarga, os mesmos atenderam a todas exigências fixadas pela norma utilizada, no que diz respeito à descarga de volume total.

Mesmo com a utilização dos volumes parciais, os dispositivos seletivos ainda atingiram resultados plenamente satisfatórios nos requisitos de reposição de fecho hídrico, de lavagem de parede da bacia e de respingos de água. Na remoção de mídias sólidas, os resultados ficaram muito próximos dos fixados

Deve-se salientar a necessidade de se avaliar a eficiência dos dispositivos seletivos de descarga quanto à remoção de líquidos, pelo fato de que a norma em vigor não estabelece ensaios específicos à remoção deste tipo de despejo (urina).

Uma outra consideração relativa ao ambiente de laboratório é que as regulagens e calibrações efetuadas nos sistemas de admissão e descarga atendem determinações da Norma Técnica, que em tese resultam no máximo desempenho e ao mínimo consumo de água, o que não foi verificado nas medições de campo, onde foram registrados volumes diferentes de água consumida para um mesmo tipo de descarga.

Com relação às medições de campo, houve rápida adaptação do público usuário ao dispositivo seletivo, sem que houvesse um treinamento específico ao uso adequado.

Inicialmente, a indicação existente no botão acionador do dispositivo importado causou confusão ao usuário, que ao se deparar com o botão bipartido não assimilou diretamente o modo adequado de acioná-lo.

A solução encontrada para utilização do protótipo, ao levar em conta esta dificuldade, foi a de se disponibilizar dois botões separados, evitando acionamentos inadequados.

Com relação à coleta de dados, houve dificuldade em se identificar o tipo de utilização dos dispositivos seletivos na observação das planilhas de dados coletados pelo “*data logger*”, como, por exemplo, meias descargas duplas ao invés de uma descarga completa.

Com um aparelho que registrasse somente os eventos, associado à instalação de sensores individuais para cada botão acionador traria uma maior especificidade na análise do consumo.

A pesquisa também demonstrou que é possível a construção de dispositivos com baixo custo e algumas modificações que tornam a instalação e a manutenção simplificadas.

Dessa forma, conclui-se que mesmo com o uso indevido no acionamento dos dispositivos, seja pelas descargas do tipo “incompleta” com volumes insuficientes ou com descargas do tipo “dupla” que aumentam o consumo, a redução do volume consumido, verificada para ambos os dispositivos seletivos, justifica o desenvolvimento e o aperfeiçoamento das tecnologias para que sejam rapidamente disponibilizados aos consumidores.

O aperfeiçoamento deve se dar principalmente nos botões acionadores, que separados facilitam a compreensão dos usuários diminuindo-se a possibilidade de acionamentos indevidos que resultam não só na limpeza inadequada da bacia sanitária com também num maior consumo de água.

O uso do dispositivo P3 após as 18 semanas do uso do dispositivo D, possivelmente trouxe maior consistência de dados face à adaptação do público usuário à tecnologia dos dispositivos seletivos.

Por fim, pode-se concluir que a utilização dos dispositivos seletivos de descarga é viável, devido à redução de consumo média de 44,2%, obtida tanto em ensaios de laboratório como em medições de campo.

Entretanto, recomenda-se que, ao disponibilizá-los para comercialização, os usuários sejam devidamente esclarecidos que a obtenção dos resultados esperados está diretamente associada à adequada utilização, inclusive à manutenção da regulagem e calibração do volume de água contido nas caixas acopladas.

REFERÊNCIAS

ANDRÉ, P. T. A.; PELIN, E. R.. **Elementos de análise econômica relativos ao consumo predial**. Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento. 1998. 46p. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B1). 46p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Aparelho sanitário de Material Cerâmico – Requisitos e Métodos de Ensaio**. NBR 15097. Rio de Janeiro. ABNT. 2004. 39p.

AZEVEDO, A.. **Geografia do Brasil**. São Paulo. 1976. 325p.

AZEVEDO, A.. **O Brasil e suas regiões**. São Paulo. 1971. 391p.

BANDURA, A.. **Behavior theory and the model of man**. American Psychologist Association. (Presidential Address). Apr. 1974.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. **Programa Setorial de Qualidade de Louças Sanitárias e Sistemas Prediais**. Disponível em <www.cidades.gov.br/pbqp-h/projetos/meta/loucas.html>. Acesso em 23/7/2003.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Diagnósticos dos Serviços de Água e Esgoto**. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em 3/11/2004>

BRASIL. Presidência da República. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano. **Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água**. Disponível em <www.pncda.gov.br>. Acesso em 23/7/2003.

CALIFORNIA URBAN WATER CONSERVATION COUNCIL. <www.h2ouse.org>.

Acesso em 19/07/2004.

CARDIA, N.; ALUCCI, M. P.; VARGAS, M. C.. **Subsídios às campanhas de educação pública voltadas à economia de água.** Brasília. Ministério do Planejamento e Orçamento. (Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água. Documentos Técnicos de Apoio; B2). 1998.64p.

COELHO, A.C. e MAYNARD, J.C.B.. **Experiência de medição individualizada de apartamento em edifícios antigos.** In: 20º Congresso Brasileiro De Engenharia Sanitária E Ambiental. Rio de Janeiro. 1999. Disponível em <www.geocities.com/hidrometro/individualizar.htm>. Acesso em 23/7/2003.

CONSTRUÇÃO MERCADO. São Paulo: Ed. PINI, n 41. dez. de 2004. p 58 e 216.

CUMMINGS, S.; BONOLLO, E.. **Dual flush technology in Australian W.C. design.** In: CIB W62 Symposium on Water Supply and Drainage for Buildings. Edinburgh. 1999.

GONÇALVES, P.M.. **Bases metodológicas para a racionalização do uso da água e energia no abastecimento público de água em São Paulo.** Dissertação de Mestrado. São Paulo. 1995. 330p.

INSTITUTO NACIONAL DE PROPRIEDADE INDUSTRIAL. Centro de Documentação e Informação Tecnológica. <<http://www.inpi.gov.br>> . Acesso em 27/01/2004

KEATING, T., LAWSON, R.. **The water efficiency of retrofit dual flush toilets.** Southern Water and Environment Agency report. 2000. 42 p. Disponível em <www.watersave.uk.net>. Acesso em 20/7/2004.

OLIVEIRA, L. H.; GONÇALVES, O. M.. **Metodologia para a implantação de programa de uso racional de água em edifícios.** São Paulo, 1999. 14p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.

SÃO PAULO (Município). Lei Nº 12.638, de 6 de maio de 1998. Institui a obrigatoriedade da instalação de hidrômetros em cada uma das unidades habitacionais dos prédios de apartamentos. **Diário Oficial do Município de São Paulo**, São Paulo, SP, 15 mai. 1198. Disponível em www.leismunicipais.com.br. Acesso em 13/01/2005.

SINGAPORE. Public Utilities Board. www.pub.gov.sg . Acesso em 20/07/2004.

THE WORLD BANK. Water Resources and Environment. **Water Conservation: Urban Utilities**. Technical Note F1. 2003. Disponível em www-wds.worldbank.org . Acesso em 01/12/2004.

UNITED STATES OF AMERICA. American Water Works Association. **Evaluation of New York City's Toilet Rebate Program**. Disponível em www.awwa.org/waterwiser/references . Acesso em 07/01/2004

UNITED STATES OF AMERICA. Environmental Protection Agency. **High-Efficiency Toilets**. Wastewater Technology Fact Sheet. Disponível em www.epa.gov/owm/water-efficiency/toilets. Acesso em 19/01/2004.

YAMADA, E.S.; PRADO, R.T.A.; IOSHIMOTO, E.. **Os impactos do sistema individualizado de medição de água**. São Paulo. 2001. 13p. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.