

**I-020 – MONITORAÇÃO DO PERFIL DO CONSUMO DOMÉSTICO DE ÁGUA****Douglas Barreto⁽¹⁾**

Tecnólogo em construção civil pela Fatec/SP (1983). M.Sc. in Building Services Engineering pela Heriot-Watt University Edimburgo/Escócia (1990). Doutor em Estruturas Ambientais Urbanas na FAUUSP (1999). Pesquisador do Laboratório de Instalações Prediais do Centro Tecnológico do Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo.

Endereço⁽¹⁾: Rua Flor de Seda, 490 – Vargem Grande Paulista – SP - CEP: 06730-000 - Brasil - Tel: (11) 4158 - 4160- e-mail: dougbarr@ipt.br

RESUMO

O presente artigo apresenta os resultados de uma pesquisa sobre o levantamento do perfil do consumo residencial e usos finais da água realizada, em uma amostra de residências localizadas na zona oeste da cidade de São Paulo. Estão apresentadas as pesquisas precursoras que embasaram o trabalho realizado, a metodologia adotada; e os resultados finais. Estão apresentadas tabelas e gráficos onde foram identificados os consumos diários desagregados por ponto de utilização e que permitiram definir o perfil de consumo e usos finais. O chuveiro apresentou 13,9% do consumo total da residência seguido sucessivamente da torneira de pia 12,0%; máquina de lavar 10,9%; tanquinho 9,2%; torneira de tanque com saída para máquina de lavar 8,3%; caixa acoplada 5,5%; torneira de tanque 5,4%; e torneira de lavatório com 4,2%; sendo que “outros usos” perfazem 30,6%. O trabalho realizado é mais uma contribuição para ampliar o conhecimento sobre as necessidades metodológicas e aplicadas no levantamento do perfil do consumo e usos finais da água, propiciando ao meio técnico a atualização dos valores do perfil de consumo doméstico de água em residências.

PALAVRAS-CHAVE: Perfil do consumo de água; usos finais da água; consumo doméstico de água; consumo de água de aparelhos sanitários.

INTRODUÇÃO

Conhecer o perfil do consumo doméstico de água é uma questão que se destaca atualmente, visto que a forma de como se utiliza a água nas residências, é que comanda a demanda de água das companhias de saneamento. O conhecimento deste perfil é importante, principalmente nos centros urbanos onde nas últimas décadas, e em quase todo o mundo, houve a tendência de adensamento e urbanização da população, com conseqüente influência no perfil de consumo doméstico.

No Brasil, as pesquisas com este teor ainda são incipientes e o que se tem são trabalhos orientados para solucionar a falta de saneamento básico nas cidades por meio de aumento da oferta ou otimização de mananciais como forma de equilibrar a demanda exigida pelo crescimento das cidades. O adensamento urbano, em termos numéricos, e os hábitos das populações oriundas de outras regiões foram moldando o consumo de água nas cidades, de maneira que resultou numa mescla dos vários hábitos e costumes que formaram o perfil do consumo urbano de água.

Neste cenário de alteração do meio urbano, a questão das fontes de água para suprimento urbanos, que no início se mostravam suficientes, ou seja, os mananciais nas cercanias das cidades correspondiam ou excediam à demanda. Todavia, passadas algumas décadas, face ao aumento acelerado da migração do campo à cidade, os mananciais se tornaram insuficientes, fazendo com que fosse necessária a busca por novas fontes mais distantes do centro urbano e, evidentemente, exigindo maiores investimentos na infra-estrutura.

Esta era a política adotada para o abastecimento da água de uso urbano no final do século XX, qual seja, a gerência pela oferta. Aumentava-se a oferta para fazer frente ao aumento da demanda. Mas ocorre que este mecanismo tem seu limite e no caso específico das grandes cidades brasileiras as fontes de captação estão situadas cada vez mais distantes.

Aliada à nova forma de gerenciamento dos recursos hídricos, por meio de regiões abrangidas por bacias hidrográficas, trazer água de uma bacia para outra se tornou uma questão de solução negociada e limitada, visto que subtrair água de uma bacia tem seus preços financeiros, sociais e políticos.



Desta forma o conhecimento do perfil de consumo e usos finais da água se torna uma informação primordial para encetar ações de controle de demanda e também de racionalização do uso da água no cenário urbano.

Deste modo o objetivo do trabalho realizado é o de apresentar os resultados de uma pesquisa sobre o levantamento do perfil do consumo doméstico realizada em uma amostra de residências localizadas na zona oeste da cidade de São Paulo.

Pesquisas precursoras

Uma das pesquisas sobre o que se entende atualmente por perfil do consumo doméstico de água em residências foi realizado nas cidades inglesas de Malvern e Mansfield (THACKRAY, ET AL, 1978), cujos resultados apresentaram o consumo doméstico de água em seus usos característicos. A pesquisa foi feita em 1971 e valeu-se de uma metodologia embasada em anotações manuais da leitura diária dos hidrômetros instalados junto às tubulações de abastecimento dos prédios; e de anotações diárias feitas pelos moradores, indicando as utilizações de água feitas e o número de vezes em que isto ocorria.

Além disto, alguns consumos típicos de equipamentos que não eram susceptíveis à interferência do usuário, como por exemplo, o volume de água gasto em bacias sanitárias com caixa acoplada ou o volume de água gasto em lavadoras de roupa, entre outros, foram previamente determinados em laboratório e, posteriormente, computados em função do número de usos apontados pelos moradores. A determinação dos consumos específicos de água de diversos pontos de utilização e de diferentes formas do seu emprego foi feita por meio da compilação das anotações, e posteriormente, com a aplicação de uma análise por regressão linear. A tabela 1, a seguir, mostra um resumo dos resultados do trabalho executado, apresentando o uso da água, nos consumidores domiciliares, expresso em termos de consumo “per capita” por tipo de uso.

Tabela 1 – Usos da água nas cidades de Malvern e Mansfield.

Uso da água		Malvern		Mansfield	
		Litros por dia e por pessoa	%	Litros por dia e por pessoa	%
Lavagem de carro	com mangueira	< 0,05	< 0,05	0,1	0,1
	com balde	0,3	0,3	0,4	0,4
Rega de jardim		3,8	3,9	2,1	2,1
Irrigação de gramado		0,3	0,3	0,1	0,1
Banho de banheira		14,7	15,0	14,8	15,1
Banho de chuveiro		1,6	1,6	1,1	1,1
Descarga na bacia		30,0	30,7	33,0	33,6
Triturador de lixo		0,3	0,3	Não disponível	Não disponível
Lavadora de roupa		7,5	7,7	9,7	9,9
Lavagem de roupa (tanque)		2,7	2,8	4,0	4,1
Lavadora de louça		0,3	0,3	0,3	0,3
Uso básico		36,3	37,1	32,6	33,2
Total		97,0	100,0	98,2	100,0

Dentre as pesquisas no âmbito nacional, podem-se citar alguns que foram realizados pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas, que ao longo das últimas décadas vem desenvolvendo projetos com o objetivo de aprimorar e empregar metodologias para o levantamento do perfil do consumo de água de uso doméstico.

O primeiro trabalho efetuado pelo Instituto, em 1981, relacionava-se com o desenvolvimento de um equipamento eletrônico que, associado a um hidrômetro instrumentado e instalado junto ao cavalete de entrada de água de uma residência, permitia o registro da vazão domiciliar de água. O equipamento, denominado DICA - Dispositivo Condicionador e Armazenador de Dados (MONTENEGRO, M.H.F, 1981 apud CIB – W62 Congress, 1987), tinha capacidade de armazenamento programável entre uma semana e um mês, e tais dados podiam ser descarregados em um computador para tratamento e análise.



Os resultados destas pesquisas apontaram uma série de dados para serem utilizados principalmente no dimensionamento dos hidrômetros e na determinação do grau de sub-medição em que se encontrava grande parte das ligações prediais (vazões de consumo muito abaixo da vazão nominal dos hidrômetros).

Ao final da década de 80 (IPT, 1988) foi desenvolvida uma pesquisa que resultou na elaboração de um projeto exclusivo de equipamento para realizar a monitoração do consumo de água. Este equipamento foi aplicado, experimentalmente, no “campus” do IPT, num conjunto de escritórios dos pesquisadores. Neste prédio foram instrumentados 14 pontos de utilização de água.

Na década de 90, para se obter o perfil de consumo, foi desenvolvido um programa de tratamento dos dados (BARRETO, 1990), que permitiu o levantamento de diversos parâmetros sobre o consumo de água dos aparelhos sanitários do prédio estudado. A tabela 2, a seguir, apresenta o resumo dos valores médios, nos horários de frequência de uso (manhã, almoço e tarde), obtidos na aplicação do programa desenvolvido, considerando um período de coleta de um ano com processamento diário dos dados.

Tabela 2 - Resumo dos resultados da medição do consumo em aparelhos sanitários

Aparelho sanitário	Duração de uso (s)	Intervalo entre usos (min.)	Volume médio (L)	Vazão média (L/s)
Bacia sanitária com válvula de descarga	5,9	21,9	7,19	1,57
Bacia sanitária com caixa acoplada	187,0	21,7	8,85	0,06
Torneira de lavatório	11,1	18,2	1,02	0,06
Torneira de pia de cozinha	6,1	2,7	1,07	0,12
Torneira de tanque	25,5	6,3	5,40	0,19
Torneira de serviço	4,2	6,3	0,57	0,07

Em 1995, quando se iniciou na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, o Programa de Uso Racional da Água (BARRETO, 1999) foi realizado um estudo novamente com vistas ao levantamento do consumo de água em aparelhos sanitários. O local da pesquisa foi um prédio de escritórios da própria companhia, onde 18 pontos de utilização foram instrumentados. O trabalho procurou avaliar o comportamento, no tocante ao consumo de água, entre diferentes tipos de aparelhos sanitários. Considerou-se a situação existente, com os aparelhos que já estavam instalados e, uma segunda situação, onde foram instalados equipamentos economizadores de água. O resumo dos resultados, com os valores médios, está apresentado na tabela 3, a seguir.

Tabela 3 – Valores médios resultantes das quatro campanhas de medição

Aparelho sanitário	Duração de uso (s)	Intervalo entre usos (min.)	Volume (L)	Vazão (L/s)
Bacia sanitária com válvula de descarga	6,15	35,66	7,90	1,24
Bacia sanitária com caixa acoplada	78,32	56,77	5,87	0,06
Torneira comum de lavatório	20,40	23,17	1,38	0,08
Torneira de acionamento hidro-mecânico	8,86	9,24	0,72	0,07
Torneira de acionamento fotoelétrico	3,93	10,63	0,42	0,05

Nos dois trabalhos anteriores pode-se notar que o enfoque foi sobre a caracterização do uso do aparelho, sendo privilegiado o conhecimento de parâmetros relativos à vazão típica; consumo por uso; e duração e frequência de uso, pois na época o meio técnico se dedicava à revisão dos métodos de dimensionamento de tubulações de água fria e, portanto os conhecimentos destes parâmetros permitiam o ajuste ou proposição de valores mais adequados à realidade nacional.

Entre 1997 e 1998, outra pesquisa foi realizada (ROCHA, 1999). Porém já direcionada para a identificação do perfil de consumo doméstico de água, tendo-se, como local de experiência, um prédio de quatro pavimentos de um conjunto habitacional da Companhia de Desenvolvimento d Habitação e Urbanismo – CDHU, na zona sul da cidade de São Paulo. A tabela 4, a seguir, mostra o resultado obtido para o perfil de consumo doméstico de água.



Tabela 4 – Quantificação do consumo doméstico de água

Uso da água	Consumo diário por habitação (L/dia.habitação)	Consumo percentual (%)
Bacia sanitária com caixa acoplada (6 – Litros por descarga – lpd)	24	5
Chuveiro	238	55
Lavadora de roupas	48	11
Lavatório	36	8
Pia	80	18
Tanque	11	3
Consumo total	437	100

Deve-se observar que os dados na tabela representam única e exclusivamente os valores obtidos em uma residência, sendo que na mesma foram instalados equipamentos especiais tais como bacia sanitária com caixa acoplada de 6 litros por descarga; chuveiro de “luxo”, entre outros, significando que a medição teve o objetivo de testar a metodologia desenvolvida para ser reaplicada em outras residências e em nenhuma hipótese representa o perfil do consumo da região metropolitana de São Paulo (RMSP).

Em termos de trabalhos realizados no exterior, pode-se citar a pesquisa realizada em 1994 na cidade de Heatherwood - Boulder no estado do Colorado nos EUA (DeOREO, W.B. et al, 1996). A tabela 5 apresenta os resultados da pesquisa realizada.

Tabela 5 - Caracterização do consumo doméstico de água em Heatherwood (Boulder - Colorado - EUA)

Uso da água	Perfil do consumo	
	Uso total	Só uso interno
Uso externo geral	78,0 %	-
Piscina	3,0 %	-
Banheira	0,4%	2 %
Chuveiro	3,2%	17 %
Bacia sanitária	4,9%	26 %
Lava pratos	0,6%	3 %
Lava roupas	4,6%	24 %
Torneiras em geral	3,2%	17 %
Vazamentos	2,1%	11 %

Uma pesquisa relevante realizada pela American Water Works Association – Research Foundation (DeOREO, 1999), em doze cidades americanas sobre o perfil do consumo de água, tendo como foco identificar os usos finais da água. Foram monitoradas 1188 residências com “data-loggers”, registrando as vazões a cada 10 segundos. Os dados foram tratados em um programa específico de computador (*flowtrace analysis*) capaz de desagregar o perfil de consumo em eventos individuais de uso de água tais como uma descarga de bacia sanitária, um ciclo de máquina de lavar e assim por diante. A tabela 6 e a figura 1, a seguir apresentam alguns dos resultados do trabalho.



Tabela 6 – Usos finais da água obtidos em 12 cidades americanas

Tipo de Consumo	Só uso interno
	(%)
Banheira	1,7
Chuveiro	16,8
Bacia sanitária	26,7
Lava pratos	1,4
Lava roupas	21,7
Torneiras em geral	15,7
Vazamentos	13,7
Outros usos	2,2

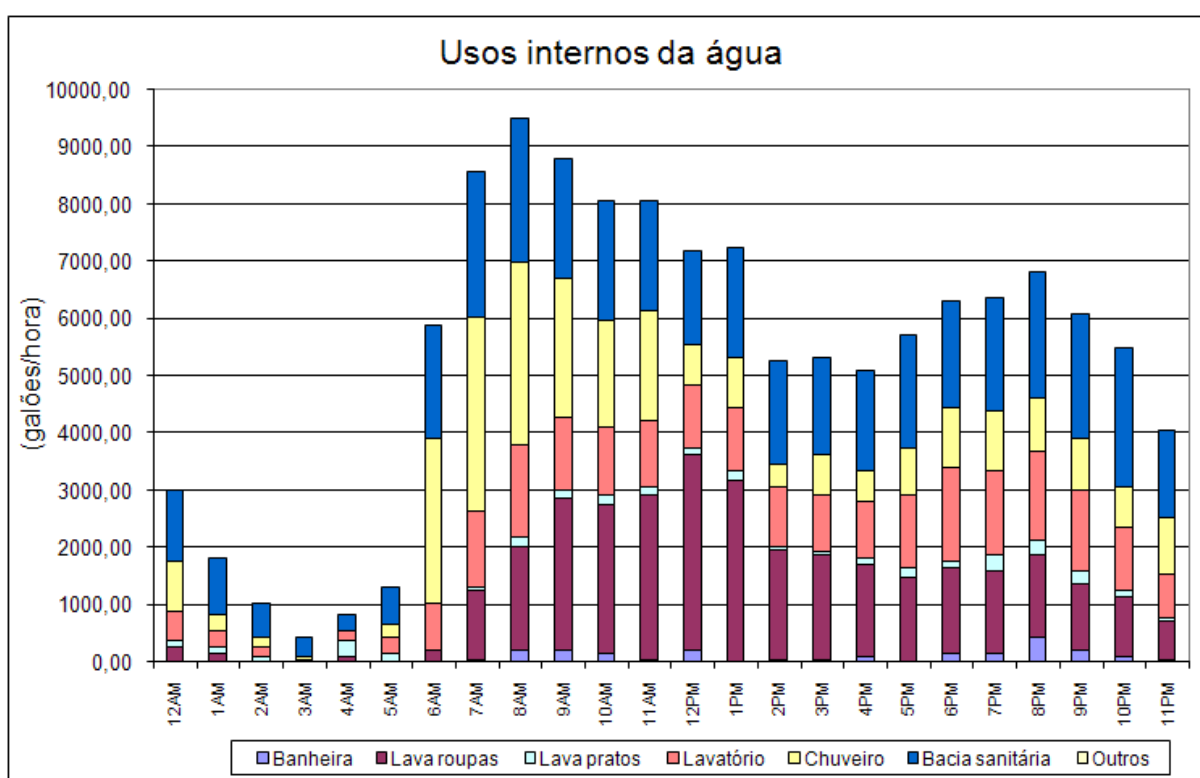


Figura 1 – Perfil do consumo e usos finais da água (volumes acumulados) obtidos para 12 cidades dos EUA.

Comparando-se os resultados das duas pesquisas realizadas por DeOreo, observa-se uma leve variação em relação aos valores levantados na cidade de Boulder, sendo que merece destaque esta última pesquisa que envolveu um conjunto maior de cidades, indicando a homogeneidade no uso da água, ao menos no que tange ao universo das cidades estudadas.

No gráfico da figura 1 pode-se observar o comportamento do perfil do consumo médio para as 1 188 residências. Também se observa que para cada hora os consumos foram desagregados por usos finais. Nota-se, por exemplo, que a bacia sanitária tem seu uso espreado ao longo das 24 horas do dia, ou seja, pelo menos se registra algum uso de bacia sanitária em cada hora do dia. Deve-se levar em consideração que o perfil bem como o uso final da água refletiu os costumes norte-americanos de modo que não podem ser adotados para aplicação genérica.

Porém é possível considerar como um modelo de desagregação do consumo que pode ser adotado como referência para se levantar o perfil do consumo e usos finais no caso brasileiro, cujos resultados da pesquisa estão apresentados e discutidos a seguir.



MÉTODO UTILIZADO

Para a realização desta pesquisa, foram selecionadas residências que se inseriam dentro de um mesmo “cluster” de consumidores de água, ou seja, “consumidores típicos” que se enquadravam, no caso da zona oeste da cidade de São Paulo, na faixa de 15 a 20 m³/mês. Esses “consumidores típicos” definidos são representantes típicos do consumo residencial de maior frequência, dentro de um “rol comum” dos consumidores.

Dessa maneira foram definidos 100 endereços para os quais foi prevista a instalação de “data-loggers” associados a um hidrômetro em pontos internos e no cavalete da residência. Em termos de metodologia a monitoração do perfil do consumo e usos finais consistiu de:

- instalação dos equipamentos de monitoração (Hidrômetro mais “data-logger” no cavalete de entrada e pontos de utilização);
- aplicação de um questionário de caracterização do imóvel e perfil sócio-econômico dos residentes;
- monitoração do consumo total e interno por sete dias consecutivos, de modo a cobrir todos os dias da semana (úteis e finais de semana).
- assistência ao morador por meio de acompanhamento por telefone;
- retirada dos equipamentos e reconstituição da instalação conforme estado original;
- descarregamento dos dados coletados pelo “data-logger” para o micro-computador;
- validação e análise da consistência dos dados coletados;
- conversão dos valores para unidades de volume e vazão;
- cálculo dos consumos dos aparelhos.

Deve-se comentar que a monitoração em cada residência teve a duração de uma semana (7 dias corridos) conforme a capacidade de armazenamento limitada pelos intervalos de medição e tamanho da memória dos equipamentos. Entre o período de contato, convite, agendamento, instalação, monitoração e a retirada dos equipamentos decorreram pelo menos 15 dias (5 antes, 7 de monitoração e 3 depois de cada medição). Em termos de perfil sócio-econômico a renda familiar nos endereços pesquisados esteve entre R\$ 500,00 e R\$ 2.500,00 e a escolaridade variou do primeiro ao terceiro grau. Ambos os parâmetros apresentaram uma relação crescente com o consumo. O número médio de moradores por residência situou-se em 3 moradores.

ENDEREÇOS MONITORADOS E INSTRUMENTAÇÃO UTILIZADA

Na pesquisa realizada foram monitorados sete endereços (residências) distribuídos em três bairros do setor de distribuição de água. Os endereços monitorados foram estabelecidos por meio de critério estatístico de amostragem, considerando o conjunto de variáveis envolvidas (número de ligações, consumo médio mensal, idade e capacidade de hidrômetros, entre outros) e apenas um setor administrativo do abastecimento da rede de água.

Para o monitoramento do consumo foram utilizados dois tipos de equipamentos: um para a entrada de água nas residências (cavalete) consistindo de um hidrômetro, com gerador de pulsos associado a um “data-logger”; e outro para os pontos de utilização interno as residências, também consistindo de um hidrômetro especialmente construído e calibrado para a pesquisa associado a um mini “data-logger” com transmissão infravermelha. A figura 2, a seguir, apresenta os esquemas adotados para a instrumentação de medição.

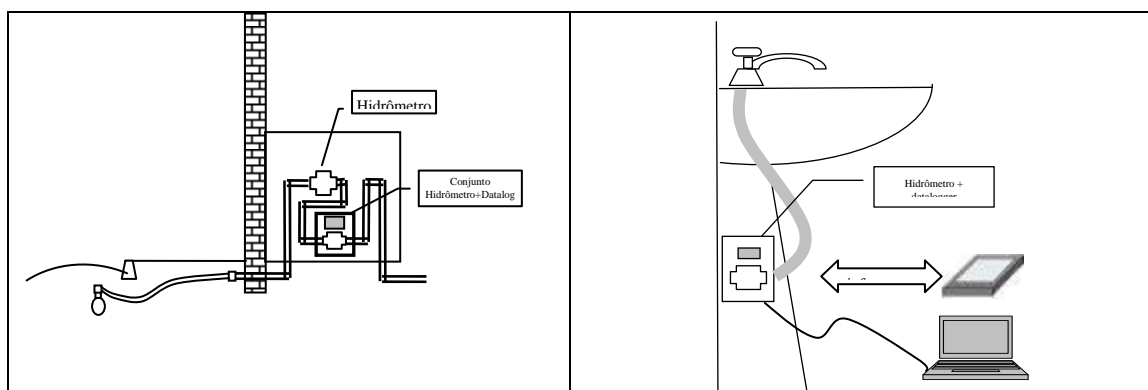


Figura 2 – Configuração de hidrômetro e “data-logger” no cavalete de entrada da residência (esquerda). Hidrômetro e “data-logger” em conjunto único no ponto de utilização (direita).

O sistema de entrada possui hidrômetros que geram 1 pulso a cada 100 mL e “data-logger” com leituras por evento a alta frequência. O sistema dos pontos de utilização possui hidrômetros que gera um pulso a cada 6 mL e “data-logger”, também com alta frequência de leitura. Os sistemas foram programados para intervalos de armazenamento adequados para o local de modo que houvesse a maior capacidade de armazenamento sem afetar a precisão exigida pela monitoração.

Os sistemas de monitoração da entrada e dos pontos de utilização foram calibrados em laboratório onde apresentaram erros de leitura aceitáveis (da ordem 1,0 %) visto que são medidores de classe de precisão “C”. Além disso, também foram realizadas simulações de funcionamento em laboratório e implantação piloto para validação de leituras nas mais diversas condições de modo a se certificar que os sistemas estavam correspondendo às especificações exigidas para a monitoração.

RESULTADOS

Para efeito de análise dos dados dos consumos em todos os endereços monitorados foi feita uma compilação, onde se obteve as médias de consumo total e consumo interno. O consumo total é o volume de água consumido e registrado pelo hidrômetro do cavalete enquanto que o consumo interno é dado pela soma dos consumos internos registrados pelos hidrômetros dos pontos de utilização. A diferença entre ambos é a parcela de consumo que não foi medida. As figuras 3, 4 e 5, a seguir, apresentam os gráficos resultantes.

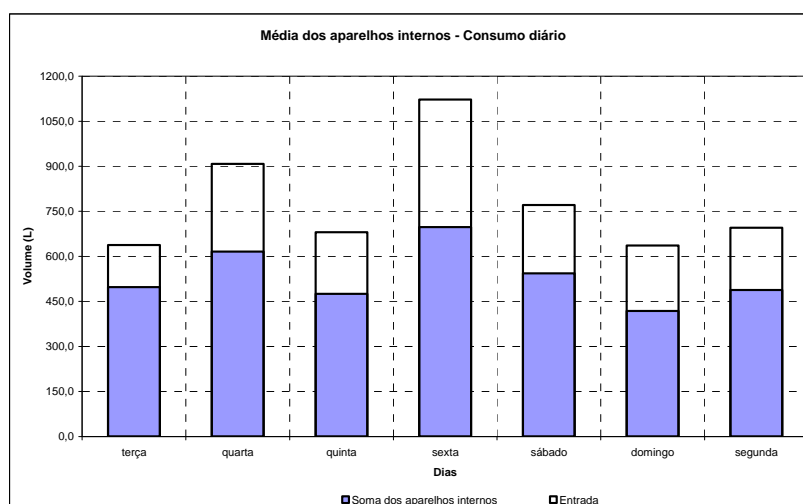


Figura 3 – Consumo total médio (cavalete) e interno médio (pontos de utilização monitorados).

No que se refere ao consumo total médio do cavalete, na figura 4 a seguir, para as residências estudadas pode-se observar que o valor médio é de aproximadamente 845 L/dia perfazendo um consumo mensal estimado de 19,5 m³/mês. A parcela de consumo interno médio monitorado se situou em 580 L/dia equivalendo a 70% do volume consumido. Isto representa o patamar de monitoração de consumo obtido no decorrer da pesquisa.

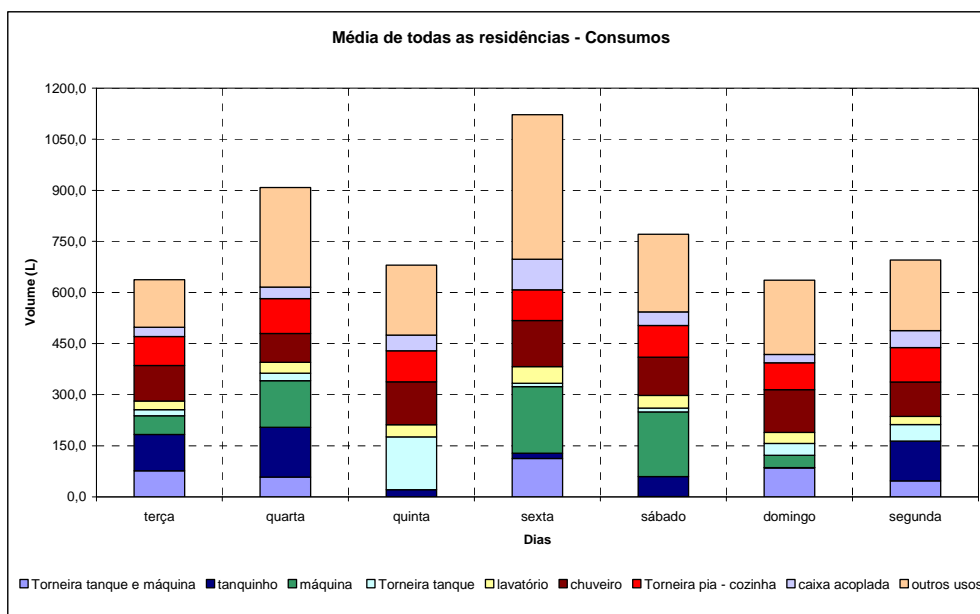


Figura 4 – Consumos desagregados por pontos de utilização monitorados.

No gráfico da figura 4, podem ser visualizados os consumos desagregados por dia de monitoração, sendo a sexta-feira o dia de maior consumo. Além disso, verifica-se que os usos destinados a higiene corporal (lavatório, caixa acoplada e chuveiro) ocorrem todos os dias. O consumo na pia de cozinha também é diário enquanto que a máquina de lavar e o tanque ocorrem em dias determinados (terça, quarta, sexta, sábado e domingo).

Em termos de participação percentual no consumo, figura 5 a seguir, pode-se comentar que o ponto de utilização de maior consumo é o chuveiro com 13,9% seguido sucessivamente da torneira de pia 12,0%; máquina de lavar 10,9%; tanquinho 9,2%; torneira de tanque com máquina de lavar 8,3%; caixa acoplada 5,5%; torneira de tanque 5,4%; e torneira de lavatório com 4,2%. Os outros usos perfazem o restante com 30,6%. No mesmo gráfico pode-se observar que foram lançados os consumos diários relativos à participação percentual de cada ponto de utilização. Deve-se ressaltar que não se podem associar diretamente os consumos apresentados, visto que se trata de um gráfico contendo o consumo médio de todas as residências, que representam, em média, o quanto cada residência gasta diariamente por meio de seus moradores realizando as tarefas cotidianas

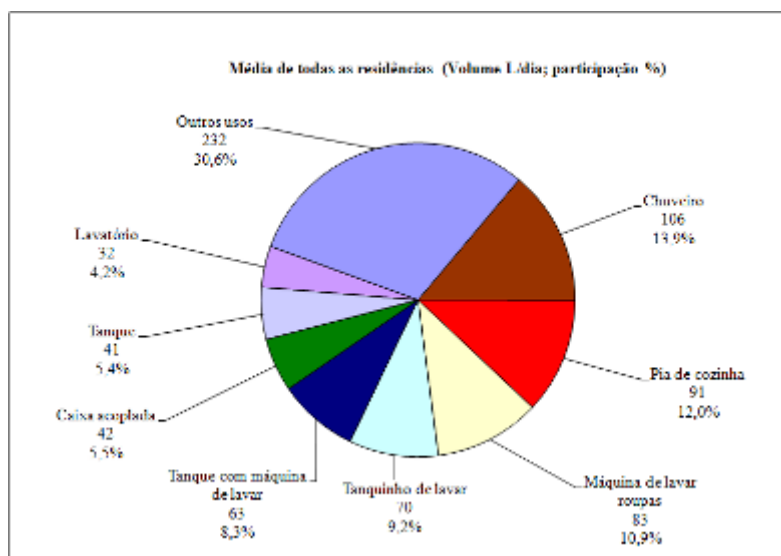


Figura 5 – Percentual de participação dos pontos de utilização no consumo diário médio.



Considerando os resultados da aplicação dos questionários onde se identificou o número médio de três moradores por residência que permitiu calcular o consumo “per capita”, da amostra estudada, por ponto de utilização e por morador. Os resultados estão apresentados na tabela 7, a seguir.

Tabela 7 – Consumo médio diário “per capita” por ponto de utilização e por morador.

Ponto de utilização	Participação (%)	Consumo (L/dia)	Consumo “per capita” (L/dia/hab.)
Chuveiro	13,9	106	35,3
Pia de cozinha	12,0	91	30,3
Máquina de lavar roupas	10,9	83	27,7
Tanquinho de lavar	9,2	70	23,3
Tanque com máquina de lavar	8,3	63	21,0
Caixa acoplada	5,5	42	14,0
Tanque	5,4	41	13,6
Lavatório	4,2	32	10,8
Outros usos	30,6	232	77,4
Total	100,0	788	262,7

Os valores da tabela 7 refletem os consumos “per capita” médios que foram obtidos dos resultados das planilhas de monitoração considerando os consumos dos pontos de utilização. Com certeza há que considerar uma série de particularidades, haja vista que em certos endereços não foi possível monitorar a caixa acoplada e, em outros, não se monitorou o tanque, e assim sucessivamente. Os consumos “per capita” levantados, porém exprimem alguns valores dentro das expectativas, como por exemplo, um morador consome diariamente 35,3 litros por dia no chuveiro o que se aproxima muito do banho “padrão” de 40 litros, ou seja, um banho de 8 minutos com vazão de 5 litros por minuto. Para a caixa acoplada, os 14,0 litros equivalem a duas descargas diárias de 7,0 litros cada, que é coerente com os valores de descarga prescritos em norma para estes aparelhos sanitários.

O gráfico da figura 6, a seguir apresenta os consumos horários desagregados e sintetizam os consumos médios ocorridos durante um dia inteiro. Este gráfico é similar ao levantado pela AWWA em 1999, onde se obteve o perfil de consumo e usos finais da água para 12 cidades americanas.

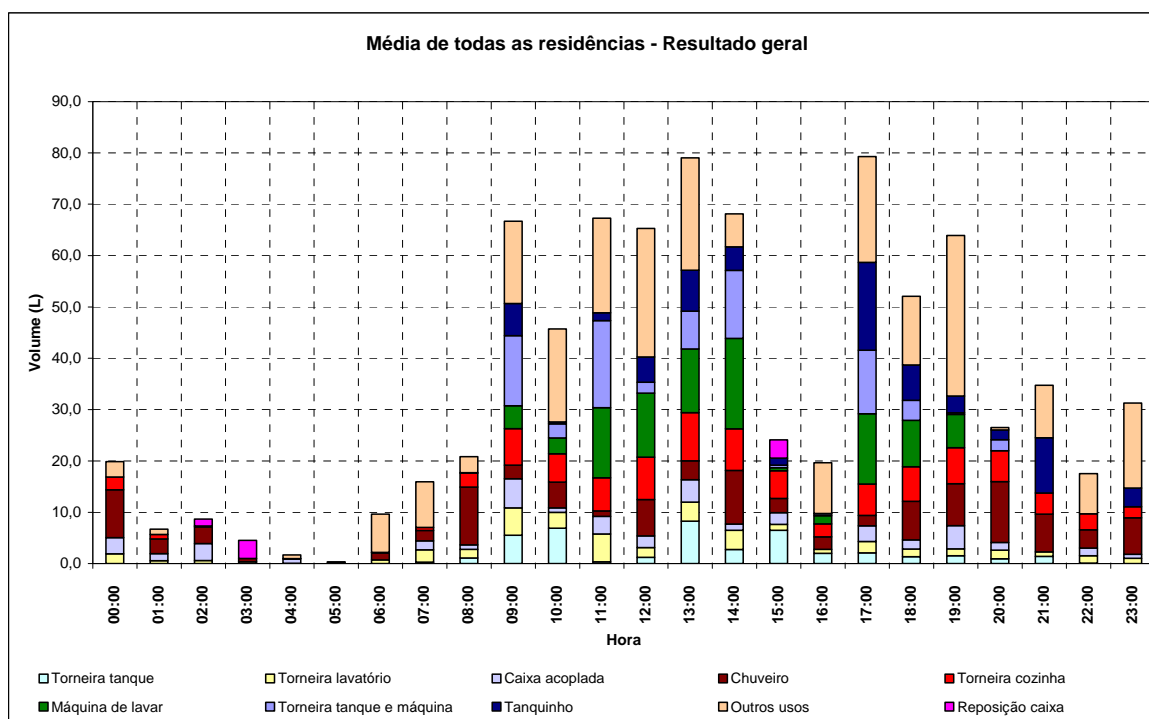


Figura 6 – Consumo horário desagregado por pontos de utilização.



CONCLUSÕES

Pode-se comentar que a pesquisa realizada representa até o presente momento, um avanço no conhecimento sobre o tema, e que os resultados obtidos se constituem em novos valores de referência, além do que se apresentam como dados inéditos. Os resultados apresentados, mesmo que ainda não tenham sido monitoradas todas as residências da amostra, demonstram que o trabalho realizado contribuiu para ampliar o conhecimento sobre as necessidades metodológicas e aplicadas no levantamento do perfil do consumo e usos finais da água propiciando ao meio técnico, a atualização dos valores do perfil de consumo e usos finais da água em residências.

AGRADECIMENTO

O autor agradece a CIA de Saneamento Básico de São Paulo e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo a oportunidade de difundir os resultados alcançados na pesquisa de forma a contribuir para o avanço do conhecimento no meio técnico nacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BARRETO, D. Caracterização do consumo de água de aparelhos sanitários e economizadores de água. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999.
2. BARRETO, D. **Water conservation and the monitoring of sanitary appliances**. 1990. 196f. Dissertação (Mestrado) - Building Services Engineering, Heriot Watt University Edinburgh, Edinburgh, 1990.
3. DEOREO, W. B.; HEANEY, J. P.; MAYER, P. W. Flow trace analysis to assess water use. **Journal AWWA**, Denver, v.88, n.1, p.79-90, 1996.
4. DEOREO, W. B; MAYER, P. W. **Residential end uses of water**. Denver: AWWA Research Foundation, 1999.
5. INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Conservação de água de uso doméstico**. São Paulo: IPT, 1988. (Relatório Técnico 27.236)
6. MONTENEGRO, M. H. F. Vazão em instalações hidráulicas prediais e consumo domiciliar na cidade de São Paulo. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL CIB W62, 1987, São Paulo. **Anais...** São Paulo: IPT, 1987. (Publicação IPT 1747)
7. ROCHA, A. L. Perfil de consumo de água de uma habitação unifamiliar. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 20., 1999, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 1999.
8. THACKRAY, J. E.; COCKER, V.; ARCHIBALD, G. The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers**, London, v.64, n.1, p.37-61, 1978.
9. RELATÓRIO TÉCNICO IPT No 95 790 – 205, de julho de 2007.