

Caracterização da vazão e frequência de uso de aparelhos sanitários

Flow rate and use frequency of sanitary appliances

**Douglas Barreto
Oranda Medeiros**

Resumo

O presente artigo apresenta os resultados da determinação da vazão típica e a frequência de uso dos aparelhos sanitários a partir de dados coletados numa pesquisa realizada para a obtenção do perfil de consumo de água em residências localizadas na zona oeste da cidade de São Paulo. Foram monitorados durante sete dias consecutivos os aparelhos sanitários de sete residências. A partir dos dados coletados e por meio de planilhas eletrônicas, foram elaborados histogramas de vazão e de frequência de uso dos aparelhos sanitários. Os resultados permitiram identificar a vazão e a frequência médias dos aparelhos sanitários: o chuveiro apresentou vazão média de 0,0683 L/s e frequência diária de 6 usos; a torneira de cozinha, 0,0200 L/s e 80 usos; a torneira de lavatório, 0,0233 L/s e 25 usos; a bacia com caixa acoplada, 0,0633 L/s e 8 usos; a máquina de lavar roupa, 0,0200 L/s e 10 usos; o tanquinho, 0,0550 L/s e 7 usos; a máquina de lavar roupa associada com o tanque, 0,0617 L/s e 12 usos; e o tanque, 0,0383 L/s e 10 usos.

Palavras-chave: Consumo de água. Vazão de aparelhos sanitários. Frequência de uso.

Abstract

This paper presents the results of the determination of the typical flow rate and frequency of use for sanitary appliances obtained from data collected during the consumption monitoring research about residential profile water consumption and internal uses in residences located in west side of São Paulo city. Seven houses were monitored within seven days. From the data collected and by employing electronic spreadsheet it was possible to elaborate flow and frequency use histograms of the sanitary appliances. The results pointed out the appliances mean flow rate as well the dairy frequency of use where the shower with a mean flowrate of 0,0683 L/s and daily frequency of 6 uses; kitchen tap with 0,0200 L/s and 80 uses; wc cistern with 0,0633 L/s and 8 uses; clothes washing machine with 0,0200 L/s and 10 uses; mini-tank for washing clothes with 0,0550 L/s and 7 uses; clothes washing machine associated connected to a tank with 0,0617 L/s and 12 uses; and finally the tank with 0,0383 L/s and 10 uses.

Keywords: Water consumption. Sanitary appliances flow rate. Use frequency.

Douglas Barreto
Laboratório de Instalações
Prediais
Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo
Av. Prof. Almeida Prado, 532
São Paulo - SP - Brasil
CEP 0508-901
Tel.: (11) 3767-4964
E-mail: dougbarr@ipt.br

Oranda Medeiros
Laboratório de Instalações
Prediais
Instituto de Pesquisas
Tecnológicas do Estado de São
Paulo
E-mail: oranda@ipt.br

Recebido em 08/01/08

Aceito em 20/12/08

Introdução

Para controlar a demanda de água nas cidades, ultimamente vem-se desenvolvendo um conjunto de atividades para se economizar a água nos centros urbanos, principalmente a água de uso residencial.

Devido à expansão das cidades em direção aos seus mananciais provedores, a utilização racional da água vem sendo destacada, principalmente nos grandes centros urbanos. Tal circunstância tem levado programas de captação de água a lugares distantes. Devido ao déficit do recurso hídrico, trazer água de outra bacia hidrográfica para suprir a falta d'água de bacias vizinhas tornou-se comum, prática que pode ocasionar a falta ou o desequilíbrio do recurso hídrico.

Programas de uso racional da água e de combate ao desperdício assim como incentivo à redução do consumo de água constituem-se em ações que vêm sendo aplicadas para todos os perfis de consumidores de água.

Sendo assim, e diante da pouca disponibilidade de água em algumas regiões do país, controlar a demanda é uma saída para a falta de água nas regiões mais críticas. Para isso, o conhecimento dos consumos específicos dentro de uma residência é uma questão relevante, pois conhecendo o perfil de consumo dos aparelhos residenciais é possível planejar medidas que administrem a demanda.

Tal necessidade motivou esta pesquisa, cujo objetivo foi definir um perfil de consumo dos aparelhos sanitários de residências a partir de um monitoramento desses aparelhos em uma amostra de residências. Entre os resultados obtidos destacam-se o perfil de consumo, as vazões típicas e a frequência de uso dos aparelhos sanitários.

O objetivo do trabalho é a caracterização das vazões dos aparelhos sanitários a partir de dados coletados em uma pesquisa sobre o levantamento do perfil do consumo residencial e usos finais da água. Foram elaborados histogramas com os resultados, identificando-se a vazão típica dos aparelhos bem como a sua frequência de uso diário.

Revisão bibliográfica

Thackray *et al.* (1978) apresentaram os resultados de uma pesquisa em que fizeram leituras diárias de hidrômetros instalados junto ao abastecimento de prédios e simultaneamente aplicaram questionários aos moradores para identificar os costumes diários no que se referia ao uso dos aparelhos.

No Brasil, um dos primeiros trabalhos foi realizado na década de 80 pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Nessa pesquisa, foi desenvolvido um equipamento que, associado a um hidrômetro

instalado no cavalete de entrada de uma residência, permitia o registro de vazão domiciliar, cujo objetivo era somente identificar a variação de consumo ao longo do dia, sem a necessidade de conhecer os consumos internos (MONTENEGRO, 1981 *apud* CIB – W62 CONGRESS, 1987).

Os resultados da pesquisa incentivaram a sua continuidade por Barreto (1990), que levantou diversos parâmetros sobre consumo de água nos aparelhos sanitários, por meio de um equipamento associado a um microcomputador, com um programa especialmente desenvolvido para o tratamento dos dados coletados. O autor obteve dados relevantes, tais como duração de uso, intervalo entre usos, volume médio e vazão para todos os aparelhos monitorados.

Rocha (1999) monitorou os pontos internos de consumo de uma residência unifamiliar por meio da instalação de hidrômetros nos pontos de utilização de água. O sistema de aquisição de dados empregado permitiu o levantamento detalhado dos volumes de água demandados pelos diversos tipos de aparelhos sanitários para a obtenção do perfil de consumo.

Os resultados da pesquisa de Rocha (1999) demonstraram que o chuveiro apresentou o maior consumo dentro da residência, refletindo 55% do consumo total, seguido da pia de cozinha, que respondeu por um consumo de 18%. A lavadora de roupas apresentou o terceiro maior consumo; com 11% do total; o lavatório, 8%; a bacia sanitária, 5%; e o tanque, 3%.

Barreto (1999) monitorou o consumo de usos específicos de dois banheiros de um prédio de escritórios, cada um deles com uma combinação de diferentes tipos de aparelhos sanitários. O autor observou que o volume médio de água por utilização das torneiras hidromecânicas apresentou uma redução da ordem de 70% quando comparado ao volume médio das torneiras convencionais. Com relação à frequência de uso, foi observado um aumento da torneira hidromecânica comparada com a torneira comum e um aumento da torneira fotoelétrica comparada com a torneira hidromecânica. O aumento na frequência de uso é devido ao emprego de mais de um acionamento para realizar a lavagem das mãos pelos usuários.

A frequência das vazões foi avaliada nos mictórios com válvulas de descargas de bitola de 1/2" e automático de bitola 3/4". Os resultados indicaram maior incidência de vazões na ordem de 0,25 L/s no primeiro caso e de 0,075 L/s no segundo.

As pesquisas comentadas incentivaram o desenvolvimento do presente trabalho de maneira que se pudesse identificar as vazões típicas, médias e as respectivas frequências de uso de aparelhos sanitários (pontos de utilização), a fim de subsidiar uma avaliação dos parâmetros de projeto das instalações prediais de água fria.

Metodologia

A metodologia adotada na pesquisa sobre o levantamento do perfil do consumo consistiu em monitorar durante 7 dias consecutivos 7 residências localizadas na região oeste da cidade de São Paulo. Essas residências foram monitoradas utilizando-se um sistema automático de aquisição de dados (*datalogger*) e um hidrômetro instalado nos pontos de utilização internos e no cavalete das residências. Com os dados coletados, e após o devido tratamento, foi possível obter, além do perfil de consumo, a vazão típica e a frequência de uso dos aparelhos sanitários dessa amostra de residências. Em termos sucintos, a metodologia é apresentada a seguir:

- instalação dos equipamentos de monitoração (hidrômetro mais sistema automático de aquisição de dados – *datalogger*) nos pontos de utilização internos e no cavalete de entrada;
- aplicação de um questionário de caracterização do imóvel e perfil socioeconômico dos usuários;
- monitoração do consumo total e interno (individual dos pontos de utilização) por sete dias consecutivos, de modo a cobrir todos os dias da semana;
- assistência ao usuário por meio de acompanhamento telefônico;
- retirada dos equipamentos e reconstituição da instalação conforme estado original;

- transferência dos dados do sistema automático de aquisição para o microcomputador;
- validação e análise da consistência dos dados coletados;
- conversão dos valores para unidades de volume e vazão;
- cálculo da vazão e frequência de uso por meio de rotina eletrônica; e
- elaboração dos histogramas.

A partir do tratamento de dados foi possível obter um perfil de consumo para os aparelhos das residências monitoradas, determinando o volume e o tempo de uso dos aparelhos e, conseqüentemente, as vazões para cada intervalo de uso.

Na seqüência, foi elaborado um histograma de frequência das vazões com incrementos de 0,0100 L/s para todos os pontos de utilização monitorados em todas as residências. Além do gráfico, foi feita uma tabela para cada aparelho e para cada residência com os valores das vazões média, mínima e máxima ao longo do período medido.

Resultados

A partir dos dados coletados, foi analisada a frequência das vazões e do número de usos de cada ponto monitorado. Os resultados obtidos são apresentados e comentados nos itens seguintes, para cada residência monitorada.

Chuveiro

A Tabela 1 apresenta os resultados do monitoramento do uso do chuveiro elétrico nas residências investigadas.

Residência	Nº de banheiros	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
				Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 2	2	3	19	0,0750	0,0130	0,0130	0,0800–0,0900
Residência 3	4	4	73	0,0750	0,0980	0,0100	0,0800–0,0900
Residência 4	1	2	48	0,0383	0,1000	0,0000	até 0,0100
Residência 5	1	2	28	0,0850	0,0980	0,0230	0,0900–0,1000
Residência 6	1	3	44	0,0833	0,1230	0,000	acima de 0,1000
Residência 7	3	4	27	0,0520	0,0920	0,000	0,0400–0,0500 e 0,0600–0,0700

Nota: A residência 1 não apresentou condições de monitoração do chuveiro.

Tabela 1 - Resultados obtidos para o chuveiro elétrico

Analisando os resultados, nota-se que o número total de ocorrências da residência 2 é igual a 19, de modo que o chuveiro foi utilizado em média 3 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento). Visto que a residência possui 3 habitantes, esse valor corresponde em média a um banho por dia por morador.

Na residência 2, o intervalo de vazão de maior ocorrência encontra-se entre 0,0800 L/s e 0,0900 L/s. Considerando uma vazão média do intervalo de 0,0850 L/s e um consumo *per capita* de 40 L, verifica-se que o tempo médio de banho é de 8 min. Essa vazão fica próxima da vazão média registrada no período de 7 dias, que é igual a 0,0750 L/s.

Na residência 3, a vazão de maior ocorrência também se encontra no intervalo entre 0,0800 L/s e 0,0900 L/s. Nessa residência, o número total de ocorrências para o número de banhos é igual a 73, o que caracteriza uma média de 3 banhos por dia por morador (considerando 7 dias de monitoramento e 4 moradores), compatível com a quantidade de banheiros na residência, que é de 4. A vazão média do chuveiro no período de 7 dias foi de 0,0767 L/s, valor próximo da vazão de maior ocorrência, o que indica um tempo médio de banho de 8 min.

Já na residência 4, o intervalo de vazão de maior frequência é de até 0,0100 L/s. Essa vazão é considerada muito baixa. O que ocorreu, na verdade, é que o *datalogger* registrou pequenos vazamentos, o que explica esse pequeno valor. Nessa residência, a vazão média registrada no tempo de monitoramento apresentou-se muito baixa, igual a 0,0383 L/s. Sem considerar esses vazamentos, o intervalo de maior vazão encontra-se entre 0,0900 L/s e 0,1000 L/s.

Nessa residência o número total de ocorrências foi igual a 48, o que indica uma média de 7 banhos por dia (durante os 7 dias de monitoramento). Considerando que o número de moradores é igual a 2, é possível afirmar que o número de banhos por morador é alto, ensejando que o volume total de água para banho registrado pelo *datalogger* conteve uma grande parte relativa aos vazamentos.

A residência 5 apresenta um número total de ocorrências igual a 28. Considerando 7 dias de monitoramento, foram observados 4 banhos por dia, ou seja, 2 banhos por habitante por dia. A vazão de maior ocorrência nessa residência encontra-se no intervalo entre 0,0900 L/s e 0,1000 L/s. Na residência 6 também foi observada uma média de 2 banhos por dia por morador, visto que o número de ocorrências é igual a 44 e que a residência possui 4 moradores. Nessa residência, a vazão típica é um pouco superior quando comparada às demais residências, nas quais prevalecem os valores

superiores a 0,1000 L/s. A vazão média no período, em ambas as residências, mostra-se também um pouco acima das demais, com um valor de 0,0833 L/s.

As maiores ocorrências na residência 7 estão nos intervalos entre 0,0400–0,0500 L/s e 0,0600–0,0700 L/s. Nessa residência não ficou caracterizada a vazão de maior frequência. O primeiro dos referidos intervalos apresentou-se fora dos padrões, tendo o segundo se mostrado mais próximo dos resultados obtidos nas demais residências. A vazão média registrada no período de monitoramento também apresentou valores baixos quando comparados com os demais resultados.

Na Figura 1, apresenta-se uma curva com a média das ocorrências de todos os endereços para cada intervalo. Pela curva, é possível observar que a vazão típica média de todos os endereços permaneceu nos intervalos 0,0800–0,0900 L/s e 0,0900–0,1000 L/s, valores dentro do prenunciado. Tal resultado indica um tempo médio de banho de 7 min. Vale ressaltar que, para o cálculo da média das ocorrências, não foi considerado o resultado da residência 4, a qual apresenta alta frequência de vazões no intervalo de até 0,0100 L/s.

Torneira da Cozinha

A Tabela 2 apresenta os resultados do monitoramento do uso da torneira da cozinha nas residências investigadas.

Na Tabela 2, nota-se que, na residência 1, a torneira foi utilizada em média 100 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento), com um intervalo de maior ocorrência em até 0,0100 L/s. A vazão média registrada no período de 7 dias foi de 0,0167 L/s.

Na residência 2, a vazão típica também se encontra no intervalo de até 0,0100 L/s. Nesse endereço, a torneira também foi aberta em média 100 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento), sendo registrada uma vazão média de 0,0150 L/s ao longo do período de monitoramento. Nas residências 1 e 2 nota-se um uso contínuo da torneira, porém com vazões baixas.

A residência 3 foi a única que apresentou o intervalo de vazão mais freqüente, diferente dos demais, com maior ocorrência entre 0,0100 L/s e 0,0200 L/s. Por consequência, a vazão média ao longo do período monitorado também está acima das demais, com um valor de 0,0267 L/s. Nessa residência, a torneira foi aberta em média 56 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento), valor que corresponde à metade do observado nas demais residências. Pode-se concluir que, nesse caso, a vazão foi maior, porém o uso foi de curta duração.

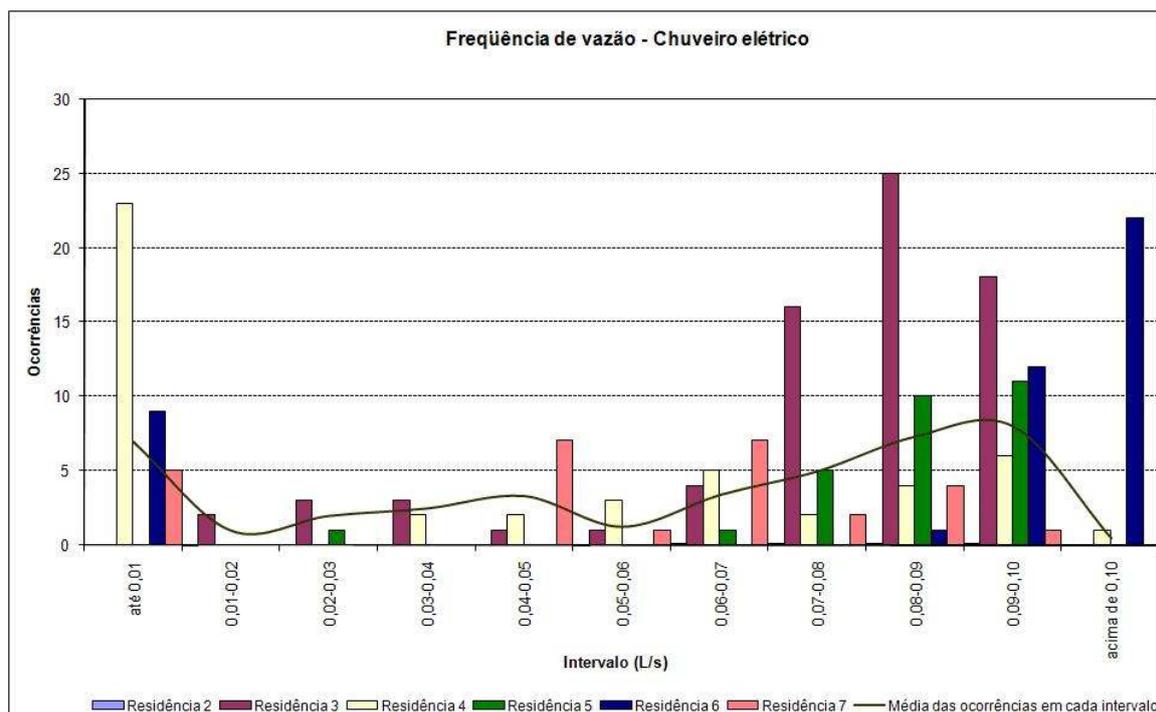


Figura 1 - Distribuição das vazões do chuveiro elétrico

Residência	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 1	3	711	0,0167	0,0667	0,0000	até 0,010
Residência 2	3	730	0,0150	0,1050	0,0000	até 0,010
Residência 3	4	393	0,0267	0,1233	0,0017	0,0100–0,0200
Residência 4	2	664	0,0150	0,0717	0,0000	até 0,0100
Residência 5	2	328	0,0217	0,0683	0,0000	até 0,0100
Residência 6	3	689	0,0200	0,0800	0,0000	até 0,0100
Residência 7	4	363	0,0200	0,0800	0,0000	até 0,0100

Tabela 2 - Resultados obtidos para a torneira da cozinha

No restante das residências, a maior frequência de vazão foi de até 0,0100 L/s, semelhante aos demais casos, sendo nas residências 6 e 7 a torneira utilizada em média 50 vezes ao dia, e nas residências 4 e 6, em média, 90 vezes ao dia (em ambas as situações foram considerados 7 dias de monitoramento). A vazão média registrada ao longo do período monitorado das residências 5, 6 e 7 apresentou valores próximos, tendo na residência 4 a vazão média se mostrando um pouco menor que nas demais.

Examinando os resultados, nota-se que as residências apresentaram em média o mesmo perfil

de consumo, com exceção da residência 3, que indicou uma vazão típica um pouco maior. Considerando a média de todos os endereços, pode-se afirmar que a média da vazão registrada ao longo do período monitorado situou-se ao redor de 0,0200 L/s e que a torneira foi utilizada em média 80 vezes ao dia.

O gráfico da Figura 2 mostra a frequência de vazão de cada residência, com uma curva que aponta a média das frequências para cada intervalo. Nota-se que, apesar da grande frequência de uso, a torneira apresentou baixo consumo, com vazões predominantes de até 0,0100 L/s. O intervalo

imediatamente também apresentou um grande número de ocorrências, sendo que a frequência decresce com o aumento da vazão, de modo que, para altas vazões, a frequência é baixa.

Torneira do lavatório

A Tabela 3 apresenta os resultados do monitoramento do uso do uso da torneira do lavatório nas residências investigadas.

Observando os resultados, nota-se que, das 7 residências monitoradas, as de números 5 e 6 apresentaram a maior ocorrência de vazão no intervalo de até 0,0100 L/s. A vazão média registrada no período monitorado nessas residências situa-se ao redor de 0,0200 L/s, de modo que, com relação à vazão média e típica, as residências possuem similaridades.

Considerando os 7 dias de monitoramento, observa-se que, na residência 5, a torneira foi utilizada aproximadamente 50 vezes (368 usos/7 dias) ao dia e que, na residência 6, foi usada 25 vezes ao dia. Tal desigualdade não é justificada pelo número de banheiros, pois ambas as residências possuem somente um banheiro. Assim, pode-se dizer que, em relação à frequência de uso, a torneira do lavatório da residência 5 apresentou usos frequentes ou mesmo vazamento.

As residências 1, 2 e 7 apresentaram a maior frequência de vazão no intervalo entre 0,0100 L/s e 0,0200 L/s, porém a vazão média apresentou-se

bastante dispersa. Na residência 1, o lavatório foi utilizado em média 12 vezes ao dia; na residência 2, foi utilizado 22 vezes ao dia; e, na residência 7, foi utilizado 29 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento).

Na residência 3, os intervalos com maior ocorrência foram observados em até 0,0100 L/s e entre 0,0400 L/s e 0,0500 L/s. O segundo dos referidos intervalos de vazão apresentou-se bem maior, se comparado com as demais residências. A vazão média durante todo o período de medição também foi superior, apresentando um valor de 0,0333 L/s. Nessa residência, observa-se uma grande disparidade dos resultados quando comparados com as demais. Não foi possível identificar-se uma vazão típica, pois não ficou caracterizado um intervalo de maior frequência.

A residência 4 apresentou uma ocorrência maior, com vazões entre 0,0200 L/s e 0,0300 L/s. A vazão média manteve-se ao redor de 0,0233 L/s. Nessa residência, o lavatório foi utilizado em média 13 vezes ao dia (considerando 7 dias de monitoramento). Observa-se, também, uma frequência de uso menor, porém uma vazão maior.

O gráfico da Figura 3 mostra a frequência de vazão de cada residência, com uma curva que aponta a média das frequências para cada intervalo. Verifica-se que, apesar da variação nos resultados, a vazão média típica de todas as residências é igual a 0,0100 L/s, com a frequência diminuindo à medida que a vazão aumenta.

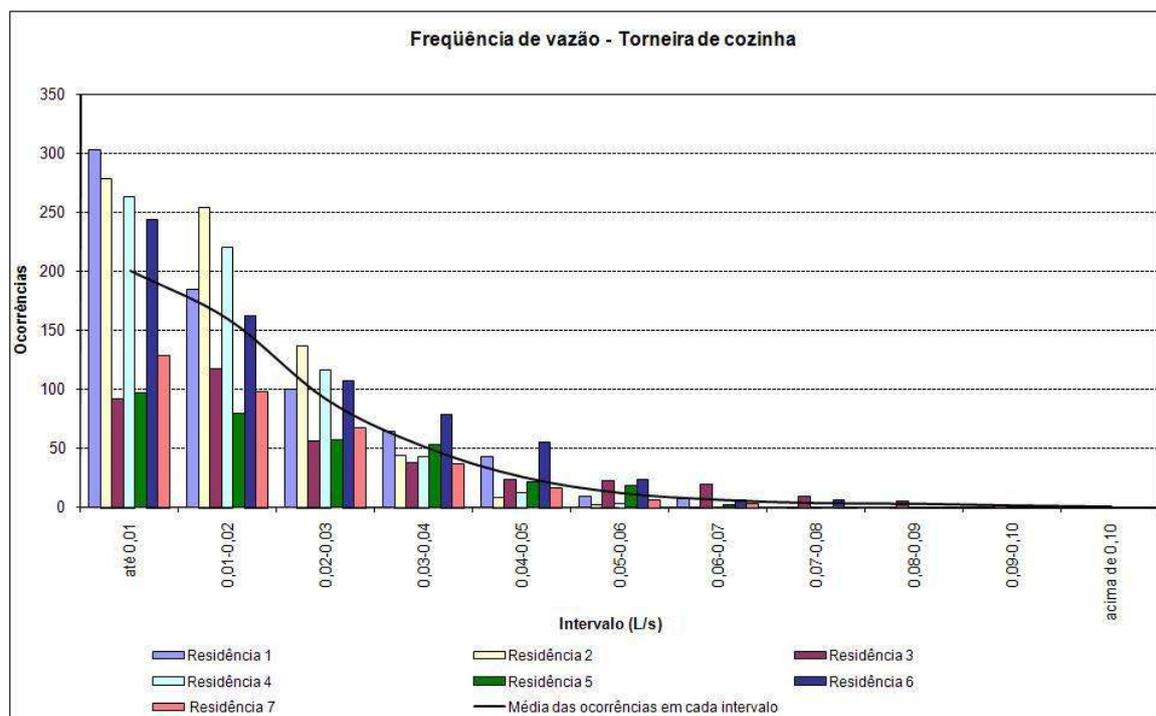


Figura 2 - Distribuição das vazões da torneira da cozinha

Residência	Nº de banheiros	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
				Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 1	1	3	85	0,0167	0,0717	0,0000	0,0100–0,0200
Residência 2	2	3	153	0,0300	0,0950	0,0000	0,0100–0,0200
Residência 3	4	4	137	0,0333	0,0967	0,0017	até 0,0100 e 0,0400–0,0500
Residência 4	1	2	94	0,0233	0,0383	0,0033	0,0200–0,0300
Residência 5	1	2	368	0,0200	0,0783	0,0000	até 0,0100
Residência 6	1	3	173	0,0200	0,1067	0,0000	até 0,0100
Residência 7	3	4	201	0,0233	0,0667	0,0017	0,0100–0,0200

Tabela 3 - Resultados obtidos para a torneira do lavatório

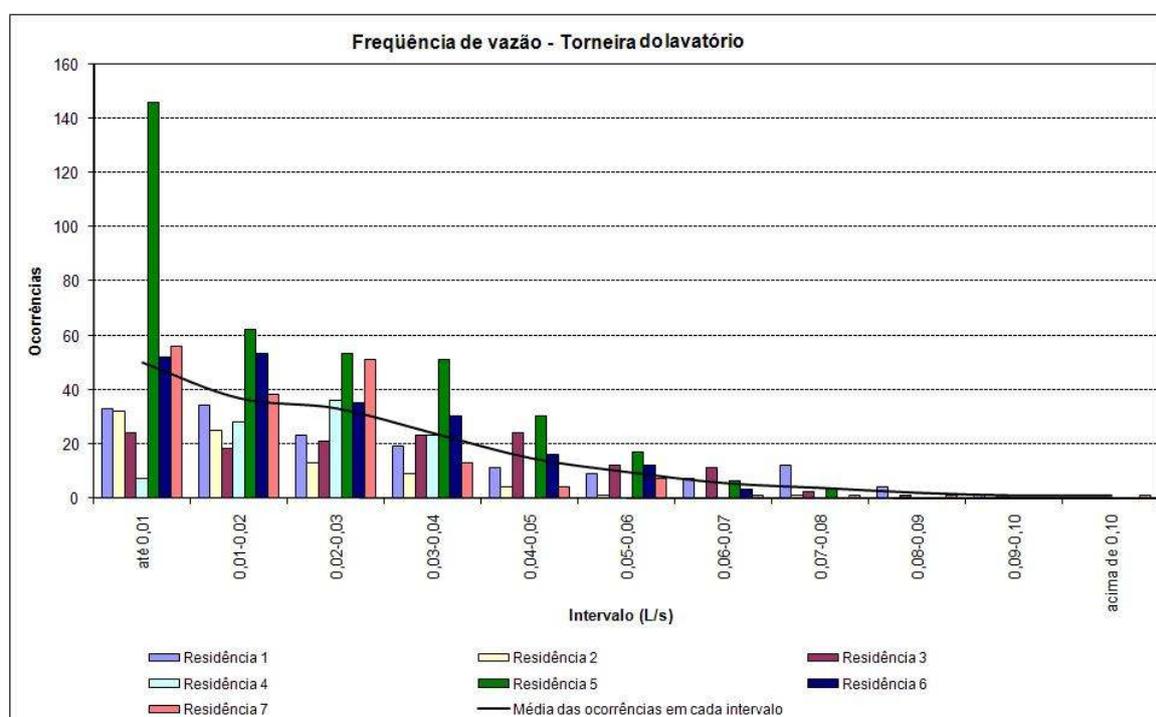


Figura 3 - Distribuição das vazões da torneira do lavatório

Torneira do tanque

A Tabela 4 apresenta os resultados do monitoramento do uso da torneira do tanque nas residências investigadas.

Nota-se grande variabilidade do número total de ocorrências. Considerando-se os 7 dias de monitoramento, verifica-se que, na residência 1, o tanque foi utilizado em média 10 vezes ao dia; na residência 4, foi utilizado 3 vezes ao dia; e, na residência 7, foi utilizado 17 vezes ao dia. Isso

caracteriza hábitos e costumes diferenciados no que se refere à frequência de uso durante o dia.

A residência 7 apresentou a maior ocorrência, com vazões acima de 0,1000 L/s. Na residência 4, as vazões ficaram em um intervalo entre 0,0100 L/s e 0,0200 L/s, e, na residência 1, entre 0,0200 L/s e 0,0300 L/s.

O gráfico da Figura 3 mostra a frequência de vazão de cada residência, com uma curva que aponta a média das frequências para cada intervalo. Observa-se a variabilidade na frequência da vazão

e do número de usos, o que reflete diferentes hábitos no que se refere ao uso da torneira do tanque, não sendo possível caracterizar uma vazão típica para esse aparelho.

Tanquinho

A Tabela 5 apresenta os resultados do monitoramento do uso do tanquinho nas residências investigadas.

Residência	N° de usuários	N° total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 1	3	70	0,0367	0,1767	0,0000	0,0200 – 0,0300
Residência 4	2	17	0,0250	0,0600	0,0033	0,0100 – 0,0200
Residência 7	4	116	0,0550	0,1917	0,0000	acima de 0,1000

Nota: As residências 2, 3, 5 e 6 não apresentaram condições de monitoração da torneira do tanque.

Tabela 4 - Resultados obtidos para a torneira do tanque

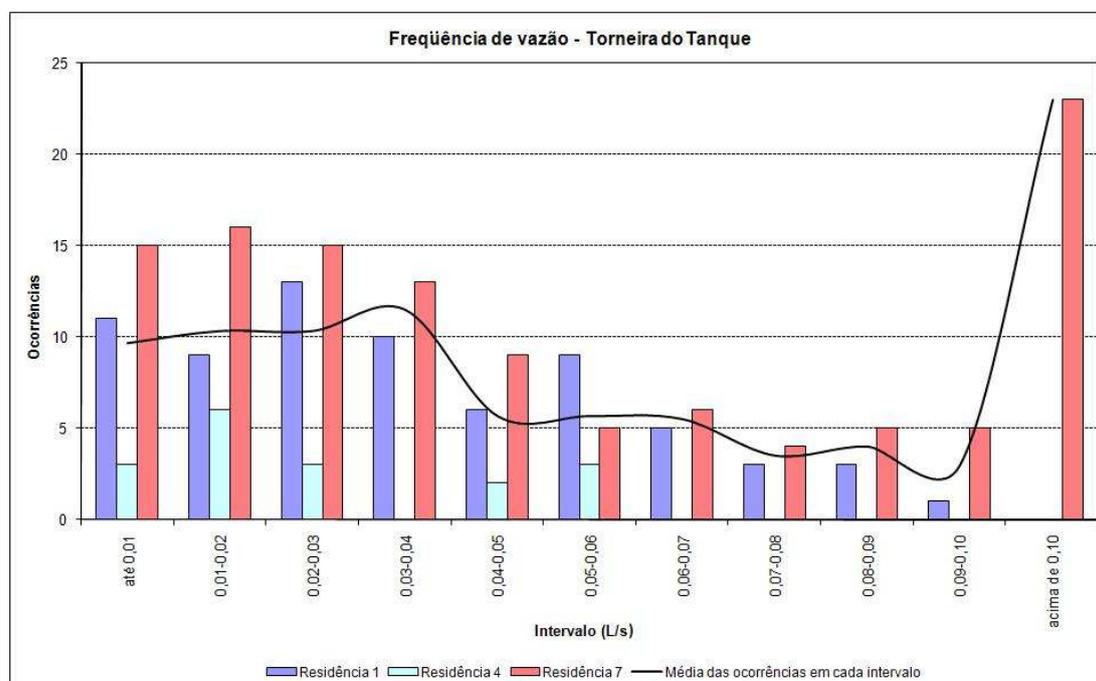


Figura 4 - Distribuição das vazões para a torneira de tanque

Residência	N° de usuários	N° total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 6	4	47	0,0933	0,2517	0,0017	acima 0,1000
Residência 7	3	57	0,0150	0,2433	0,0000	até 0,0100

Nota: As residências 1, 2, 3, 4 e 5 não apresentaram condições de monitoração do tanquinho.

Tabela 5 - Resultados obtidos para o tanquinho

A Tabela 5 mostra que as duas residências apresentaram perfis de consumo bem diferentes. A residência 6 apresentou a maior frequência de vazões no maior intervalo acima de 0,1000 L/s, enquanto, na residência 7, a maior ocorrência mostrou-se no menor intervalo de vazão (até 0,0100 L/s). As frequências de uso foram muito parecidas nas duas residências, ensejando usos similares.

Tais resultados são demonstrados na Figura 5. Verifica-se que as frequências foram espreiadas ao longo do intervalo de vazão, não sendo possível particularizar uma vazão típica para o tanquinho.

Máquina de lavar

A Tabela 6 apresenta os resultados do monitoramento do uso máquina de lavar roupas nas residências monitoradas.

O intervalo de maior ocorrência de vazões e a vazão média permaneceram próximos. Somente o número

total de ocorrências foi diferente. Na residência 3, a máquina foi utilizada 121 vezes na semana. Na residência 4, somente 20 vezes, refletindo que em uma das residências a máquina esteja programada para três ciclos de lavagem. Tal fato justifica-se pelo número de moradores. A residência 3 possui um número maior de moradores, o que ocasiona uma maior frequência de uso desse aparelho. Outro aspecto a ser considerado é o uso da máquina sem a carga plena de roupa, o que acarreta em uso não racional da água, porém são conjecturas a investigar *in loco*.

O gráfico da Figura 3 mostra a frequência de vazão de cada residência, com uma curva que aponta a média das frequências para cada intervalo. Observa-se que a vazão típica para a máquina de lavar foi de até 0,0100 L/s. Observa-se, também, que a máquina possui dois ciclos de lavagem: um com vazão menor e maior frequência, e outro com vazão maior e menor frequência (intervalo 0,0800–0,0900 L/s).

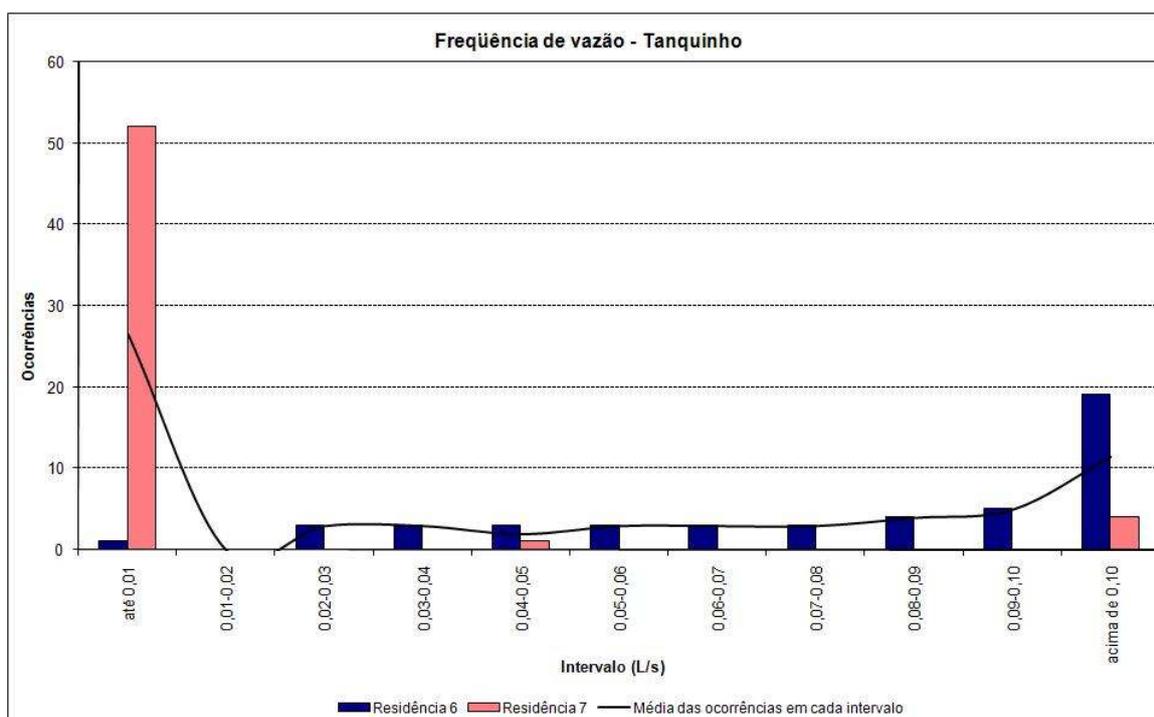


Figura 5 - Distribuição das vazões do tanquinho

Residência	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 3	4	121	0,0183	0,0917	0,0000	até 0,0100
Residência 4	2	20	0,0217	0,1050	0,0000	até 0,0100

Nota: As residências 1, 2, 5, 6 e 7 não apresentaram condições de monitoração da maquina de lavar.

Tabela 6 - Resultados obtidos para a máquina de lavar roupas

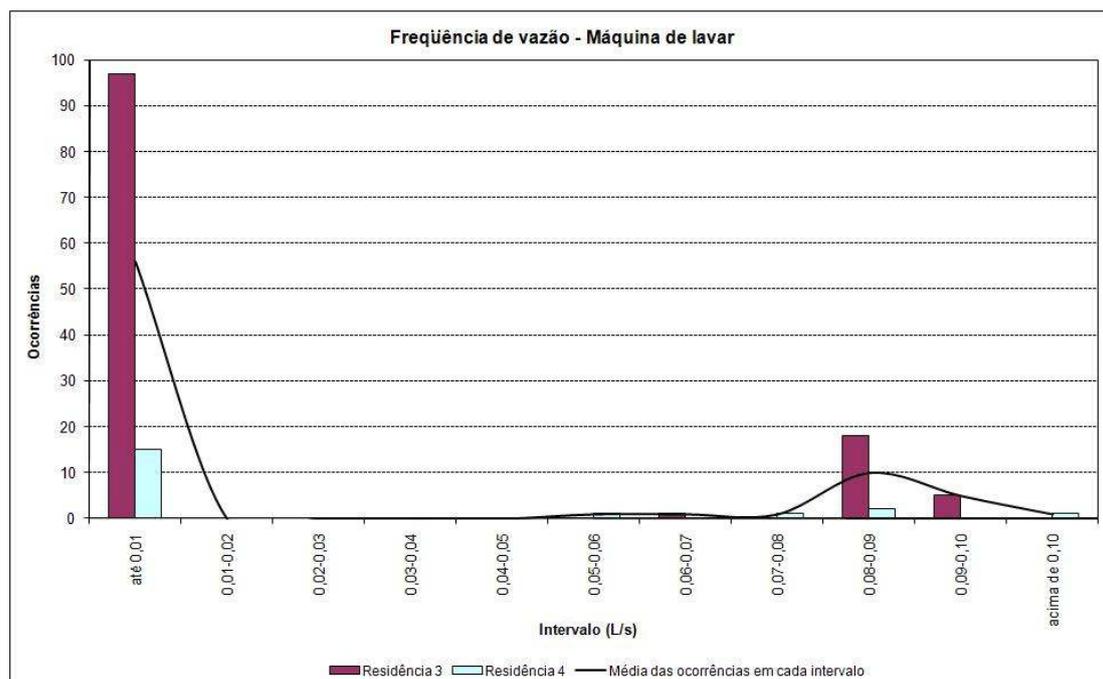


Figura 6 - Distribuição das vazões da máquina de lavar

Bacia com caixa acoplada

A Tabela 7 e a Figura 7 apresentam os resultados do monitoramento do uso da bacia com caixa acoplada. Apenas uma residência foi monitorada.

Verifica-se que a vazão freqüente para a caixa acoplada encontra-se entre o intervalo 0,0600–0,0700 L/s e a vazão média 0,0633 L/s. Para o período de 7 dias de monitoramento, a freqüência de uso foi em média de 8 vezes ao dia, ou seja, 4 vezes por morador e por dia.

Máquina de lavar e tanque

A Tabela 8 e a Figura 8 apresentam os resultados do monitoramento do uso da máquina de lavar e do tanque, alimentados por um único ponto de utilização. Aqui também apenas uma residência foi monitorada.

Verifica-se uma grande variação na ocorrência de vazões em cada intervalo, não sendo possível delimitar uma vazão típica. Tal resultado justifica-se pelo fato de o ponto de utilização atender à máquina de lavar e ao tanque, tendo esses dois aparelhos perfis de consumos diferentes. A

freqüência de uso foi em média 12 vezes ao dia (considerando os 7 dias de monitoramento), e a vazão média, 0,0617 L/s.

Determinação das Vazões e freqüência de uso

A partir dos resultados obtidos na seção anterior, foram determinados para cada um dos aparelhos sanitários os valores de vazão média e desvio padrão, a vazão típica e a freqüência de uso diário. A Tabela 9 apresenta os resultados considerando todas as ocorrências registradas na monitoração das residências pesquisadas.

Nota-se que a torneira da cozinha possui a maior freqüência de uso, e o chuveiro, a menor freqüência. Com relação à vazão média registrada no período de monitoramento, observa-se que o chuveiro possui a maior vazão com a menor freqüência de uso. As torneiras da cozinha e do lavatório e a máquina de lavar apresentam as menores vazões médias, porém as maiores freqüências de uso.

Residência	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 4	2	54	0,0633	0,0817	0,0350	0,0600–0,0700

Nota: As residências 1, 2, 3, 5, 6 e 7 não apresentaram condições de monitoração da bacia com caixa acoplada.

Tabela 7 - Resultados obtidos para a caixa acoplada

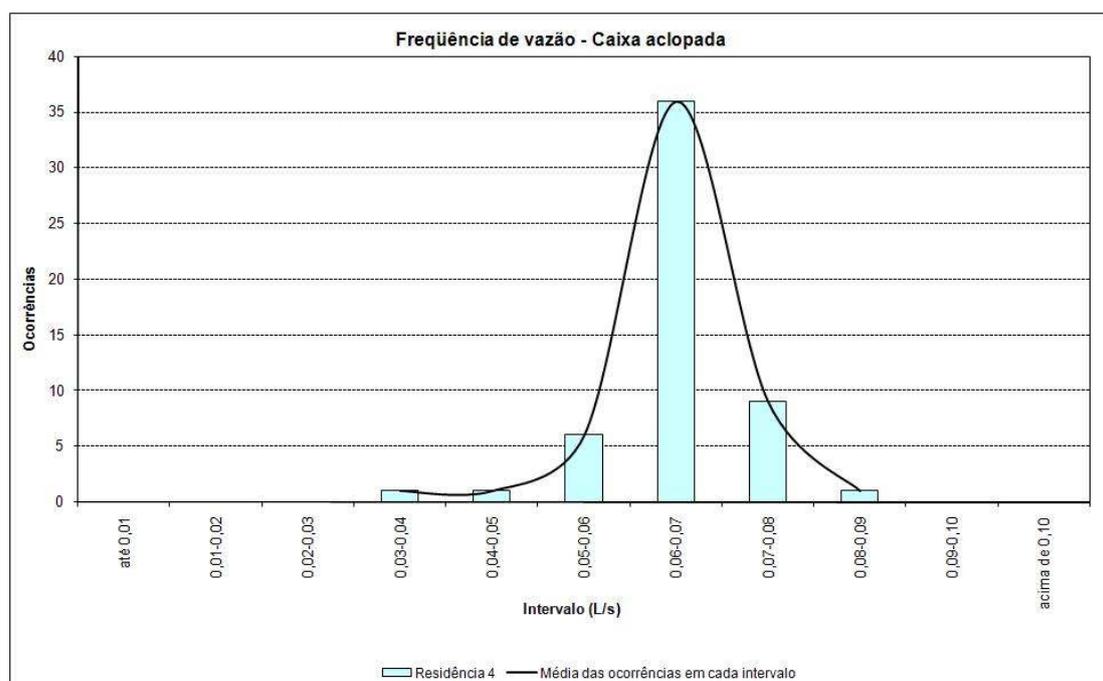


Figura 7 - Distribuição das vazões para a caixa acoplada

Residência	Nº de usuários	Nº total de usos por dia	Vazão (L/s)			
			Média	Máxima	Mínima	Faixa de maior ocorrência
Residência 2	3	85	0,0617	0,1767	0,0000	acima de 0,0100

Nota: As residências 1,2,4,5,6 e 7 não apresentaram condições de instalação dos equipamentos de monitoração da máquina de lavar e tanque

Tabela 8 - Resultados obtidos para a máquina de lavar e tanque

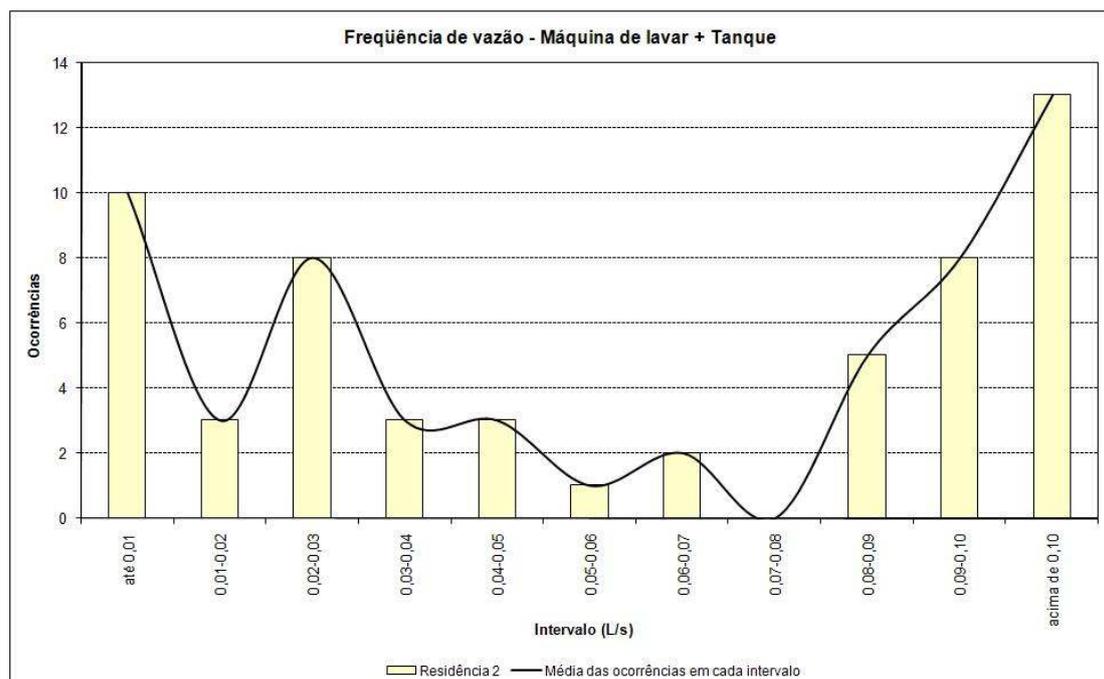


Figura 8 - Distribuição das vazões para máquina de lavar e tanque

Aparelho	Vazão média	Desvio padrão	Vazão típica (L/s)	Frequência diária de uso
	(L/s)	(L/s)		
Chuveiro	0,0683	0,0283	0,0800 – 0,1000	6
Torneira da cozinha	0,0200	0,0150	até 0,0100	80
Torneira do lavatório	0,0233	0,0167	até 0,0100	25
Caixa acoplada	0,0633	0,0083	0,0600 – 0,0700	8
Máquina de lavar	0,0200	0,0350	0,0800 – 0,1000	10
Tanquinho	0,0550	0,0483	não definida	7
Máquina de lavar e tanque	0,0617	0,0467	não definida	12
Tanque	0,0383	0,0333	não definida	10

Tabela 9 - Vazões médias, típicas e frequência diária de uso dos aparelhos sanitários

A vazão típica da torneira do lavatório, da cozinha e da máquina de lavar é igual a 0,0100 L/s, enquanto a do chuveiro é de 0,0900 L/s e a da caixa acoplada, de 0,0650 L/s. Nota-se que, para as torneiras do lavatório e da cozinha e para a máquina de lavar, a vazão típica também foi pequena, de modo que, quanto maior a frequência de uso, menor a vazão e vice-versa.

Observa-se ainda que, para o tanquinho, máquina de lavar e o tanque, não foi possível definir a vazão típica. Nesses aparelhos, o desvio padrão foi alto, indicando uma grande dispersão dos resultados. A máquina de lavar também apresentou um desvio padrão maior, o que indica diferentes ciclos de funcionamento. O chuveiro, a torneira da

cozinha, a torneira do lavatório e a caixa acoplada apresentaram desvios padrão mais baixos, o que reflete uma menor dispersão das vazões, sendo possível obter uma vazão típica desses aparelhos.

Conclusões

Esta pesquisa permitiu determinar as vazões e a frequência de uso de aparelhos sanitários em situação de uso real. Esses valores constituem-se em parâmetros que interferem no consumo de água, além de servirem para comparação dos valores estipulados em normalização de projeto dos sistemas prediais de água fria.

O estudo realizado englobou várias etapas, tais como aplicação de questionários, instalações e

retiradas de equipamentos, tratamento de dados e, finalmente, como proposto, um histograma de frequência de vazão.

Vale ressaltar que os resultados foram obtidos para as residências situadas na região oeste de São Paulo, não refletindo, portanto, o perfil de consumo em outras regiões do estado e do país.

Também se pode concluir que a pesquisa deve ser continuada, de modo a expandir a monitoração dos consumos específicos em diferentes localidades, para se estipular um estudo comparativo de consumos de água para diferentes regiões.

Por fim, deve-se destacar que esta pesquisa é uma iniciativa que pode subsidiar futuras pesquisas no país, proporcionando um conhecimento que, futuramente, trará benefício às companhias de saneamento no que refere ao controle de demanda de água.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Sabesp pela oportunidade de divulgar os resultados da pesquisa, que muito contribuirá para ampliar o conhecimento sobre o assunto nos meios acadêmico e técnico.

Referências

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.

BARRETO, D. **Water conservation and the monitoring of sanitary appliances.** 1990. 196 f. Dissertação (Mestrado) – Building Services Engineering, Heriot Watt University Edinburgh, Edinburgh, 1990.

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).

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.

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.