

Uso doméstico da água: hábitos de uso da pia da cozinha em uma residência unifamiliar

Household water use: habits of kitchen sink usage in a single-family residence

Uso doméstico del agua: hábitos de uso del fregadero de la cocina en una residencia unifamiliar

Ruany Ferreira de Paula 

Universidade Federal de Goiás; Escola de Engenharia Civil e Ambiental; Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil.
Goiânia (GO), Brasil.

Inês Meireles 

Universidade de Aveiro; Departamento de Engenharia Civil.
Aveiro, Portugal.

Marcus André S. Campos* 

Universidade Federal de Goiás; Escola de Engenharia Civil e Ambiental; Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção Civil.
Goiânia (GO), Brasil.
marcus_campos@ufg.br

* Autor correspondente.

CRediT

Contribuição de autoria: Concepção; Curadoria de dados; Análise; Coleta de dados; Metodologia; Software; Supervisão; Validação; Visualização; Redação – rascunho original; Redação - revisão e edição: PAULA, R. F.; MEIRELES, I.; CAMPOS, M. A. S.

Conflitos de interesse: Os autores certificam que não há conflito de interesse.

Financiamento: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Código de financiamento 001.

Aprovação de ética: Os autores certificam que não houve necessidade de aprovação de Comitê de Ética.

Uso de I.A.: Os autores certificam que não houve uso de inteligência artificial na elaboração do trabalho

Editores responsáveis: Daniel Sant'Ana (Editor-Chefe); Livia Santana (Editora Associada); Joara Cronemberger (Editora Associada); Vanda A. G. Zanoni (Editora Associada); Pedro G. Cardoso (Assistente editorial).

Resumo

A adoção de medidas que promovam a conservação de água em edificações deve partir, inicialmente, do conhecimento dos hábitos de uso dos aparelhos sanitários para, assim, agir de forma precisa nas atividades que mais consomem e em hábitos que afetam diretamente o volume de água. Sendo assim este trabalho tem como objetivo descrever o uso da pia de cozinha em uma edificação residencial típica brasileira, na cidade de Goiânia. Para tal, observou-se, em uma residência unifamiliar, por 9 meses, o consumo instantâneo da pia da cozinha desta residência. Para tal, instalou-se um dispositivo que permitia a medição e registro das vazões instantâneas. A partir disto foi possível verificar que se consome cerca de 21 litros para cada habitante por dia. O volume médio de utilização foi em torno de 0,046 l/s e o tempo médio de 17 segundos. Verificou-se também que, de um modo geral o número de usos e a vazão média foi afetada pelo mês considerado. No caso dos dias de semana afetavam a vazão média. A partir dos resultados obtidos é possível alimentar o processo de dimensionamento de sistemas prediais de água fria por meio de métodos probabilísticos e promover ações que visem a redução de consumo de água nas pias de cozinha.

Palavras-chave: Hábitos de uso; Uso da pia; Consumo de água.

Abstract

The adoption of actions to promote water conservation in buildings should initially start with an understanding of the usage habits of sanitary appliances, in order to act precisely on the activities that consume the most water and on habits that directly affect water volume. Therefore, the objective of this work is to describe the use of the kitchen sink in a typical Brazilian residential building in the city of Goiânia. To this end, the instant consumption of the kitchen sink in a single-family residence was observed for 9 months by installing a device that allowed for the measurement and recording of instant flow rates. It was found that approximately 21 liters per person per day are consumed, with an average usage volume of around 0.046 L/s and an average time of 17 seconds. It was also observed that, in general, the number of uses and the average flow rate were affected by the considered month, while on weekdays, the average flow rate was affected. Based on these results, it is possible to use probabilistic methods to dimension cold water systems in buildings and promote actions aimed at reducing water consumption in kitchen sinks.

Keywords: Water usage habits; Sink usage; Water consumption.

Resumen

La adopción de medidas que promuevan la conservación del agua en edificios debe partir, inicialmente, del conocimiento de los hábitos de uso de los aparatos sanitarios para, así, actuar de manera precisa en las actividades que más consumen y en hábitos que afectan directamente el volumen de agua. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo describir el uso del lavabo de la cocina en un edificio residencial típico brasileño, en la ciudad de Goiânia. Para ello, se observó, en una residencia unifamiliar, durante 9 meses, el consumo instantáneo del lavabo de la cocina de esta residencia. Para ello, se instaló un dispositivo que permitía la medición y registro de las vazones instantáneas. A partir de esto, se pudo verificar que se consume alrededor de 21 litros por habitante al día. El volumen medio de utilización fue de alrededor de 0,046 l/s y el tiempo medio de 17 segundos. También se verificó que, en general, el número de usos y la vazón media se vieron afectados por el mes considerado. En el caso de los días de la semana, afectaban la vazón media. A partir de los resultados obtenidos, es posible alimentar el proceso de dimensionamiento de sistemas prediales de agua fría mediante métodos probabilísticos y promover acciones que busquen reducir el consumo de agua en los lavabos de la cocina.

Palabras-clave: Hábitos de uso de agua; Uso del fregadero; Consumo de agua.

1 Introdução

Ao adentrar no Século XXI, torna-se cada vez mais necessário pensar em soluções mais sustentáveis tanto para o projeto como para a operação das edificações. Dentre os aspectos, verificar como a água é utilizada nas diversas atividades que compõe as diferentes tipologias é fundamental, tanto para o dimensionamento mais adequado como para a adoção de soluções que promovam o uso racional de água.

Entretanto, segundo Paula (2017) há poucos estudos que investigam os hábitos de uso e outras informações sobre o uso de água em aparelhos sanitários, principalmente em edificações residenciais. Segundo a autora, a coleta das informações pode ocorrer tanto por meio de entrevistas como por instalação de dispositivos para medição real do consumo.

Aslharsha et al. (2022) realizaram um levantamento de hábitos de aparelhos sanitários, por meio de entrevistas estruturadas, na cidade de Sirte, Líbia. Os autores levantaram informações como duração e frequência do uso, vazão, distribuição horária de usos e características socioeconômicas e demográficas. Somando o preparo de alimentos e lavagem dos pratos, as cozinhas foram responsáveis, em média, por 11% do consumo das residências. Para lavagem manual dos pratos, os autores supracitados chegaram a um indicador médio per capita de 14,97 l/p.dia. Já para o preparo de alimentos o valor foi de 12,7 l/pessoa.dia

Mazzoni et al (2023) utilizaram medidores para investigar o uso dos aparelhos sanitários de nove residências em Amsterdã. O período de análise variou entre as residências do estudo, indo entre 12 e 73 dias. De um modo geral, os autores verificaram que o consumo per capita médio foi de 121,5 l/pessoa.dia, onde 3,6 litros eram usados em lava-louças e 14,6 litros usados em torneiras (pias e lavatórios). Os aparelhos de maiores consumo foram o chuveiro (46,2 litros) e a descarga de bacias sanitárias (32, 8 litros).

Entretanto, embora existam algumas pesquisas que analisam o consumo de toda edificação, pouco se encontrou estudos que abordassem apenas o uso detalhado de aparelhos sanitários. Estes trabalhos encontrados referiam-se basicamente a chuveiros (OKINAKA, TOCHIHARA, WATANABE, 1994; OKAMOTO et al, 2015; ADEYEYE, SHE, BAIRI, 2017; ADEYEYE, SHE, MEIRELES, 2018; ADEYEYE, SHE, MEIRELES, 2020; WONG, MUI, CHAN, 2022). Parte destes estudos investigam, principalmente a preferência de temperatura e vazão, sem necessariamente, investigar os diversos hábitos de uso.

Não se encontrou, na busca bibliográfica, artigos específicos sobre o uso da água em pia de cozinhas. Embora seja um aparelho que consome parte significativa do consumo de uma edificação residencial (PAULA, 2017) e onde, mudanças de hábitos podem impactar diretamente uma parcela significativa deste consumo, torna-se importante realizar um estudo sobre este aparelho. Sendo assim, esse artigo tem como objetivo descrever o uso da pia de cozinha em uma edificação residencial típica brasileira, na cidade de Goiânia.

2 Metodologia

2.1 Escolha do estudo de caso

Para a realização da pesquisa, foi necessário, primeiramente, a definição do objeto de estudo. A definição do objeto de estudo foi pautada em quatro particularidades, as quais:

a tipologia residencial, a disponibilidade de acesso à edificação, o número de usuários e a existência de rede de internet. No entanto, outras variáveis intrínsecas ao consumo, como sexo dos usuários, faixa etária, renda, hábitos de consumo e características dos aparelhos sanitários, não foram consideradas limitantes para a escolha do estudo de caso.

Sendo assim, optou-se por uma unidade residencial unifamiliar, com quatro moradores, dos quais um casal (o marido de 51 anos e a esposa de 46 anos), seu filho (26 anos) e a avó (74 anos). A residência é composta por três quartos, sendo uma suíte; dois banheiros; uma cozinha; uma área de serviço; uma área para churrasqueira; jardim, com aproximadamente 50 m²; além de uma sala de estar, dois depósitos e uma garagem.

A cozinha era composta por uma pia. Não havia Máquina de Lavar Louças e havia produção de refeições quase que diariamente. A pia possui uma torneira de mesa, com bica móvel e arejador fixo; além de um bebedouro. O bebedouro é comumente utilizado por todos os moradores, no entanto a pia é de uso mais frequente das duas moradoras.

Para a medição do consumo deste aparelho foi criado um sistema de aquisição e transmissão de dados descritos no próximo item.

2.2 Instrumentação

Optou-se a escolha da medição direta, ou seja, a instrumentação de coleta, ocorreu em função dos meios disponíveis para realizar a pesquisa acerca do consumo de água. Assim, para a obtenção dos dados de consumo foi necessário o desenvolvimento de um aparelho para aferição dos dados, bem como um sistema de armazenamento. A instrumentação é composta basicamente por um sensor de fluxo interligado a um circuito que envia os dados para um sistema web.

A coleta de dados foi realizada com a instalação do sensor de fluxo na pia da cozinha da residência em estudo. Na Figura 1 pode ser vista a instalação do sensor juntamente com a placa e cabos para transmissão dos dados na torneira da pia externa.

Figura 1: Sensor de fluxo instalado em torneira.



O sensor é dotado de um corpo de plástico e um rotor sensível ao fluxo, que varia a sua tensão de saída em resposta a um campo magnético. Assim, quando há um fluxo de água, o rotor gira e a cada taxa de fluxo diferente o sensor varia sua velocidade, sendo produzido um pulso correspondente, que permite identificar a vazão existente.

O intervalo de leitura deste sensor, da marca Saier, é de 1 a 30 litros por minuto, admitindo erros de leitura de até 10%. Sua massa é de 43g e o diâmetro utilizado foi de 20mm. Além disso, a temperatura de operação do aparelho varia de 0 a 80°C e a pressão de operação deve ser abaixo de 1,2 Mpa.

O sensor foi conectado a um circuito, o qual é integrado a um módulo de rede (ENC28J60) e tem um ponto de alimentação elétrica. Devido a necessidade de instalação de dois cabos, sendo um de rede e um de alimentação, para cada equipamento, partindo de uma central, existe uma considerável dificuldade na implantação do sistema. A unidade residencial deve permitir a passagem dos cabos, de forma que eles não sejam danificados no decorrer das medições.

Cada pulso gerado pelo fluxo de água é processado por meio do código que consta no microprocessador do circuito. Em seguida é feito o envio deste pulso, pela rede, para um servidor web. Para que a rede local comportasse o número de sensores instalados, foi utilizado um roteador com fio de 16 portas ligado a um modem. Assim cada equipamento (sensor com a placa) é ligado, por meio de cabos, diretamente ao roteador e o mesmo é ligado ao modem, que envia os dados para as nuvens. Além disso, para a alimentação de cada equipamento, foi criado um segundo circuito, com uma entrada de 9V DC. Este circuito é responsável por distribuir a voltagem necessária para alimentar cada um dos sensores.

Após realizar a coleta e envio dos pulsos para o sistema web, os valores são armazenados nas nuvens e em seguida faz-se uma transformação dos dados recebidos em vazão. O armazenamento e tratamento prévio dos dados constam no tópico seguinte. Os dados enviados pelos instrumentos de coleta foram armazenados em um servidor de banco de dados nas nuvens e o acesso foi realizado por meio de um sistema via web.

Assim que o servidor recebe os dados, o sensor é identificado por uma variável interna de cada equipamento e os dados são armazenados em função do aparelho sanitário correspondente ao sensor. Por meio do sistema web é possível visualizar em tempo real o consumo de água da residência.

No sistema web, os registros são identificados por segundo e cada pulso recebido é convertido em vazão instantânea, de acordo com uma constante definida por meio de calibração. Esta constante existe para cada aparelho e foi cadastrada no sistema após cálculo prévio.

A calibração dos sensores foi realizada no próprio estudo de caso, mantendo assim as condições de uso do equipamento de medição no momento da coleta de dados. A calibração consistiu em acionar o equipamento e coletar o volume em um recipiente, pesando-o por meio de uma balança. Repetiu-se este procedimento 20 vezes, verificando o número de voltas do medidor para cada um destes registros. Determinou-se, então, um fator para cada acionamento, que consiste na razão do número de voltas pelo volume encontrado.

Em seguida fez-se a média dos fatores encontrados (voltas por litro), e o fator resultante foi utilizado para identificar o volume, por meio de sua multiplicação pelo número de voltas registrado. Este cálculo foi realizado para cada um dos 20 acionamentos, sendo que, foram excluídos os casos em que o erro foi maior que 10%, para mais ou para menos. Após as exclusões fez-se novamente a média dos fatores, chegando à constante final para cada aparelho.

No sistema, cada registro de 1 segundo possui um número de pulso correspondente. Utilizando a constante cadastrada, calculou-se o volume correspondente para cada segundo, ou seja, a vazão instantânea de uso. Detalhes sobre o sistema podem ser obtidos em Paula (2017).

2.3 Coleta de dados e monitoramento

Após o teste dos instrumentos de medição e do sistema de armazenamento de dados, teve início o período de coleta. Neste momento foi repassado aos usuários as instruções em relação aos equipamentos instalados, como o cuidado com choques e danos ao aparelho.

A coleta de dados foi realizada para os aparelhos sanitários da residência, durante o período de nove meses, com início em outubro de 2016 e término em julho de 2017. No entanto foi apresentado, neste trabalho, apenas os dados da pia da cozinha.

O monitoramento dos instrumentos de coleta ocorreu diariamente, por meio de um aviso do sistema via web, que direciona um e-mail informando sobre a ausência de coleta de dados por determinado período preestabelecido.

Ao detectar a ausência de uso dos aparelhos, realizava-se o contato com os usuários da residência para averiguar se realmente não houve uso, ou se o equipamento estava com falha. Nos casos de falha, os moradores foram instruídos a reiniciar o instrumento de coleta e acionar o aparelho sanitário, para verificar se o fluxo estava sendo registrado novamente.

Em geral, observou-se que houve travamento dos equipamentos posteriormente a quedas de energia ocorridas na residência. Como a ocorrência dos travamentos foi esporádica, considerou-se que isto não prejudicou a coleta de dados.

2.4 Tratamento e análise dos dados

O primeiro passo para iniciar o tratamento dos dados foi o agrupamento dos registros. Em seguida o tratamento e análise dos dados em função do uso da pia de cozinha. Esta análise ocorreu de duas formas distintas: analisando o panorama geral dos usos e testes estatísticos. Ambas estão pautadas na análise por dias da semana e meses do ano, mas se diferem em relação às análises realizadas.

O tratamento prévio dos dados foi realizado no próprio sistema web. Nele foi possível agrupar os registros por segundo para cada aparelho, e a esta junção deu-se o nome de uso ou acionamento. Assim, obteve-se por uso as seguintes informações:

- Data;
- Dia da semana;
- Hora inicial;
- Hora final;
- Volume total (l);
- Duração (s);
- Tempo entre usos;

- Vazão média (l/s);
- Vazão instantânea máxima (l/s);
- Vazão instantânea mínima (l/s).

O volume total foi obtido pelo somatório dos volumes instantâneo coletados e a duração do uso foi obtida pela diferença dos registros horários, final e inicial. Com estes dois parâmetros foi possível obter a vazão média de cada uso, por meio da divisão do volume total pela duração do acionamento.

Além dos parâmetros já levantados, como duração, vazão média e volume de uso; determinou-se também o tempo entre uso da pia. O tempo entre uso foi considerado apenas dentro de um mesmo dia, considerando-se zero o valor inicial para cada dia.

Dessa forma obteve-se os dados de acionamento da pia, durante todos os dias de coleta. Entretanto, foram definidos alguns critérios de agrupamento e exclusão de dados. Primeiramente definiu-se que os registros por segundo duplicados seriam excluídos. Em seguida foram definidos o tempo mínimo para que o registro fosse considerado um uso, e o tempo entre o final de um uso e início do próximo uso (tempo entre uso) para serem considerados acionamentos diferentes e consecutivos. Estas considerações foram necessárias para evitar as falhas de leitura e possíveis erros de coleta.

Sendo assim, determinou-se que para o agrupamento dos usos considerou-se um tempo máximo entre registros de 5 segundos. O tempo mínimo de uso considerado foi de 2 segundos. Após identificar os parâmetros relacionados aos acionamentos da pia, os dados foram exportados e os demais tratamentos foram realizados por meio de outros dois softwares, os quais: Excel® e Statistica®.

Nos próximos tópicos estão detalhados os usos de cada software e como as análises foram elaboradas.

2.4.1 Panorama geral dos usos

O primeiro tratamento realizado foi a identificação de mais dois parâmetros de consumo: o número de usos por dia para cada aparelho e o indicador de consumo. Para isso, utilizou-se o Excel®, com os dados exportados pelo sistema de armazenamento.

Assim, os principais parâmetros de consumo, por acionamento e por dia, já estavam identificados, sendo eles: duração do uso, tempo entre uso, volume do uso, vazão média do uso; número de acionamentos por dia e indicador de consumo. Além disso, para os acionamentos apresentou-se o dia do mês, o dia da semana e o horário de uso; e para os dias de consumo, havia a identificação do dia do mês e do dia da semana. Estas informações são relevantes, pois o tratamento dos dados as teve como base.

A partir dos dados já identificados fez-se o agrupamento dos acionamentos por dia da semana e por mês de análise. Teve-se assim a média e o desvio padrão dos parâmetros de consumo, de acordo com o dia da semana e o mês de análise. Além disso foi possível identificar o volume total consumido para cada aparelho nestes períodos e o número total de usos.

Com estas informações, foram gerados gráficos de distribuição para os seguintes parâmetros: vazão média por uso, volume por uso e duração do uso. Além disso fez-se a

distribuição horária com intervalo de duas horas para todo o dia e com intervalo de uma hora, abrangendo o horário de pico.

Os gráficos foram elaborados levando-se em conta todos os valores encontrados por uso, referente ao parâmetro analisado. Assim o eixo das abcissas foi subdividido de forma a apresentar um padrão de distribuição que permitisse a visualização do comportamento do parâmetro. Além disso, acrescentou-se um eixo de porcentagens acumuladas dos valores para cada faixa determinada no gráfico.

Assim os valores máximos e mínimos das abcissas foram definidos com base nos dados coletados e com base em valores encontrados por meio da revisão sistemática do Capítulo 2. As vazões foram particionadas em faixas de 0,01 l/s, para a maioria dos aparelhos. A duração do uso, em faixas de 2 minutos, para o chuveiro; 1 segundo para a bacia sanitária; 5 segundos para o lavatório, para a pia e para o tanque; e 10 min para a máquina de lavar roupa. Já o volume de uso foi particionado em faixas de 10 l, para o chuveiro; 1 l, para a bacia sanitária; 0,5 l para o lavatório, pia e tanque; e 50 l para a máquina de lavar roupa.

Todas as variáveis foram, até então, tratadas por meio do Excel®, resultando na média, desvio padrão e distribuição dos dados. No entanto, para averiguar se o consumo sofreu alteração dos dias da semana e dos meses de análise, elaborou-se testes estatísticos.

2.4.2 Testes estatísticos

Para identificar se os diferentes meses do ano e os diferentes dias da semana interferem no consumo de água da pia, fez-se testes estatísticos para os seguintes parâmetros: vazão média, tempo de uso, volume de uso e número de usos.

O primeiro passo para elaborar os testes estatísticos foi a classificação das variáveis envolvidas. Identificou-se que o conjunto amostral se trata de uma distribuição temporal, havendo dois tipos de variáveis envolvidas, uma categórica, que são os dias da semana e meses, e uma variável quantitativa, que são os parâmetros de consumo. Assim tem-se que os períodos compõem a variável independente, que é categórica e possui sete níveis e nove níveis, em relação aos dias da semana e meses do ano, respectivamente. Já os parâmetros de consumo compõem a variável quantitativa, que é uma variável dependente.

Portanto os testes adequados e que foram realizados para o conjunto de dados foram o ANOVA One-way (teste paramétrico) e o Kruskal-Wallis (teste correspondente não paramétrico). Além destes testes, para identificar os grupos com diferenças estatísticas significativas, fez-se a comparação múltipla dos grupos analisados, por meio do teste post hoc de Tukey.

Para a realização do teste paramétrico, levou-se em consideração a homogeneidade e normalidade dos dados. A fim de garantir estes pressupostos, a normalidade foi verificada e o teste de Levene foi realizado. Considerou-se para a homogeneidade das variâncias, $p > 0,05$ e para o resultado final da ANOVA e Kruskal-Wallis, adotou-se $p < 0,05$.

Juntamente com as informações numéricas, apresentou-se o gráfico das variâncias para cada um dos parâmetros. Assim foi possível identificar a influência dos períodos no consumo de água dos aparelhos sanitários.

3 Resultados e discussões

Na unidade habitacional estudada existem duas pias, sendo uma na cozinha e outra junto à churrasqueira. No entanto esta análise refere-se apenas ao aparelho localizado na cozinha, utilizado para limpeza de utensílios e para a cocção de alimentos.

3.1 Análise geral do uso

A coleta de dados para a pia foi realizada durante 273 dias, com início em 01/10/2016 e término em 30/06/2017. Houve, entretanto, um total de 13 dias sem utilização do aparelho, sendo 3 dias devido à ausência total dos moradores e 10 dias devido apenas a não utilização.

Obteve-se assim um total de 26.240 acionamentos distribuídos durante 260 dias, com uma média de 26,2 usos por pessoa por dia. Além disso, o volume total consumido foi de 16% em relação ao consumo total da residência, sendo o indicador de consumo médio 21,35 l/p.dia.

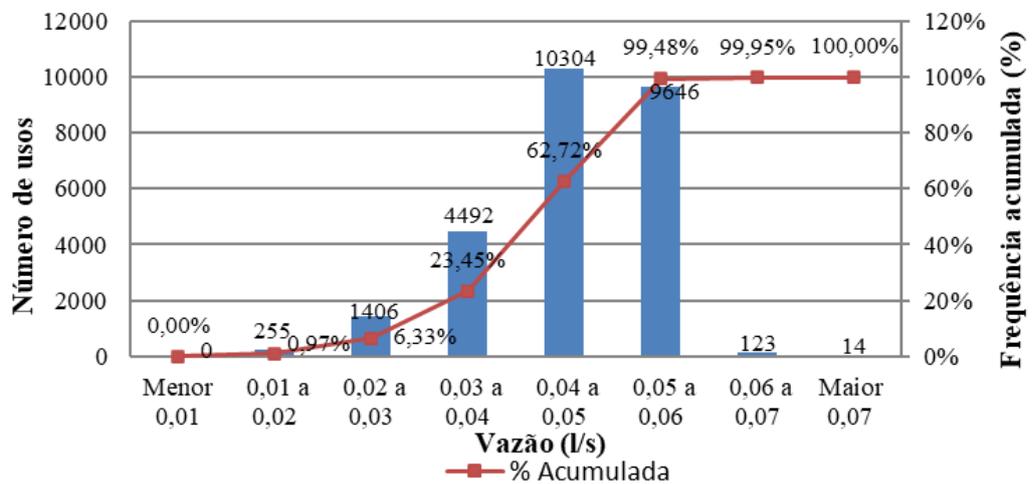
Constatou-se que o volume médio por uso foi de 0,8 l, e o tempo médio de uso foi de 17 segundos. Resultando assim em uma vazão média reduzida, de 0,046 l/s.

Estes resultados serão analisados detalhadamente nos tópicos subsequentes. As análises buscam descrever o uso e justificar os valores encontrados.

3.1.1 Distribuição das vazões médias

As vazões médias foram coletadas conforme mencionado na metodologia deste trabalho. Os valores obtidos são apresentados na Figura 2.

Figura 2: Sensor de fluxo instalado em torneira.



Nota-se que as vazões médias mais solicitadas estão entre 0,04 l/s e 0,06 l/s, sendo que mais de 99% dos usos apresentaram vazões inferiores a 0,6 l/s. Além disso é possível identificar que praticamente todos os acionamentos tiveram vazões menores que o valor estipulado pela NBR 5626/1998 (ABNT, 1998), que apresenta a vazão de 0,10 l/s para pia de água fria.

Ainda em relação ao valor normativo, tem-se que mais de 62% dos acionamentos possuem vazões menores que 50% do valor prescrito, e de forma análoga, todos os usos

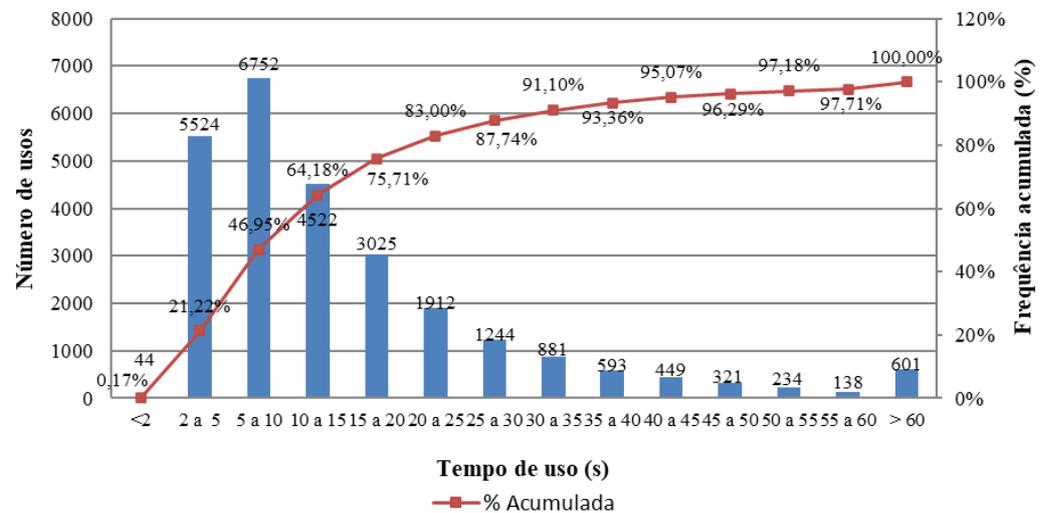
estão abaixo que 75% deste valor. Isto indica a ocorrência de vazões consideravelmente abaixo dos padrões previstos.

É possível perceber que não há uma ampla variação das vazões coletadas, sendo o intervalo de coleta de 0,01 a 0,14 l/s. Não houve, entretanto, valores significativos para vazões mais elevadas.

3.1.2 Distribuição do tempo de uso

O tempo de uso é um dos parâmetros usados para caracterizar o consumo e consiste no tempo transcorrido durante todo o acionamento do aparelho, conforme já descrito na metodologia. Os valores para este parâmetro foram obtidos durante a coleta e são apresentados na Figura 3.

Figura 3 – Distribuição do tempo de uso para a pia



Os usos foram, em sua maioria, de 2 a 15 segundos, representando 64% do total de usos. O tempo de uso mais recorrente é o intervalo de 5 a 10 segundos, sendo mais que 25% dos acionamentos.

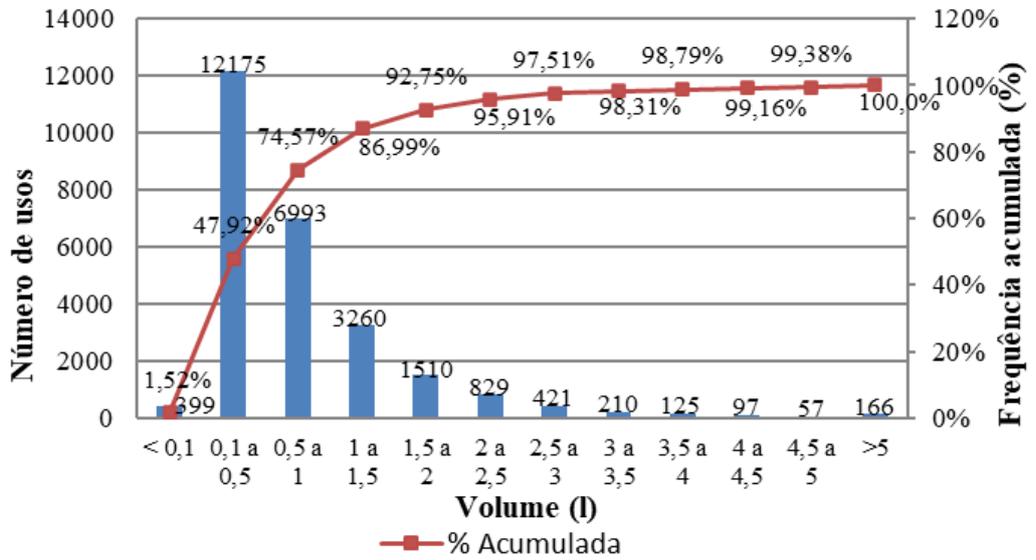
Com relação aos acionamentos com tempo mais elevado, nota-se que existe uma quantidade considerável de usos com tempo superior a 1 minuto, somando 601 usos. Estes acionamentos de longa duração podem indicar o não fechamento do aparelho durante o uso, ou seja, a torneira funciona de forma contínua mesmo durante o ensaboamento dos diversos utensílios domésticos, por exemplo.

3.1.3 Distribuição do volume de uso

O volume foi obtido para cada um dos acionamentos em função da vazão média e do tempo de uso. A distribuição de seus valores segue na Figura 4. Os volumes registrados apresentam valores de 0,02 l a 20 l. No entanto os volumes mais representativos estão entre 0,1 l e 1,0 l, somando mais que 73% dos usos.

Nota-se que, apesar de existirem diversos usos com tempo mais elevado, devido à baixa vazão os volumes apresentam um padrão de valores reduzidos. Assim 92% dos acionamentos apresentam volumes inferiores a 2 l.

Figura 4 – Distribuição do volume de uso para a pia

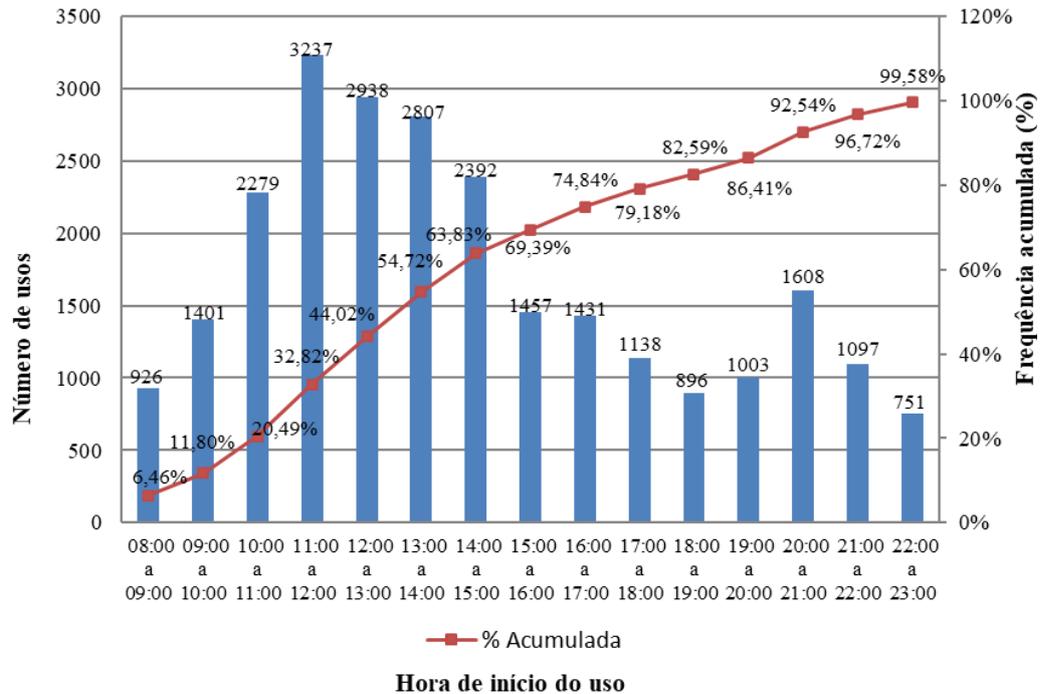


Os acionamentos com maiores volumes evidenciam os usos ininterruptos, conforme já apresentado na análise de tempo médio dos acionamentos. Estes acionamentos tiveram baixa representatividade nos hábitos de consumo da residência.

3.1.4 Distribuição horária

Verificou-se a distribuição do uso ao longo do dia. Foi possível verificar, os usos entre 08:00 e 23:00 representam quase a totalidade dos usos. Sendo assim, detalhou- hora em hora a partir das 08:00, a fim de identificar a real hora de pico para este aparelho. O resultado consta na Figura 5.

Figura 5 – Distribuição horária para a pia de hora em hora



Nota-se que o horário de pico é às 11:00, que corresponde ao horário de maior movimentação na cozinha, para preparo do almoço. Os horários subsequentes até às

15:00 apresentam também uma distribuição alta, o que pode estar relacionado ainda com o preparo do almoço, com a limpeza da cozinha e com o preparo do lanche da tarde.

O uso reduz-se até às 19:00, quando volta a ser intensificado. Durante a noite nota-se o horário de 20:00 com um maior número de usos, o que pode corresponder ao preparo do jantar. No entanto a rotina desta residência parece estar relacionada com o preparo mais elaborado do almoço e aquecimento da sobra dos alimentos durante o jantar, costume comum na região.

3.2 Análise por período de utilização

Além das análises gerais deste aparelho, observou-se o comportamento de uso da pia em função dos meses de análise e dos dias da semana. Os resultados são apresentados nos tópicos seguintes.

3.2.1 Análise mensal

A análise mensal foi realizada durante nove meses, de outubro de 2016 a junho de 2017. Pretende-se, com estes dados, investigar se há influência dos diferentes meses no consumo da pia.

Com relação ao consumo total deste aparelho em função do total de água consumido na residência, tem-se a Tabela 1.

Tabela 1: Volume de consumo da pia em relação ao total da edificação

Mês	Consumo de água potável na residência (m ³)	Consumo da pia (m ³)	Consumo da pia (%)
Outubro	17	0,66	14%
Novembro	15	1,20	15%
Dezembro	13	1,77	20%
Janeiro	13	0,36	15%
Fevereiro	13	0,87	17%
Março	16	1,07	16%
Abril	12	0,54	16%
Mai	16	0,88	16%
Junho	15	1,11	16%

Além da porcentagem de volume utilizada pela pia, foram analisados outros parâmetros de consumo. Os valores obtidos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros de consumo mensais para a pia

Mês	Número de usos por dia	Volume (l)	Tempo de uso (s)	Intervalo entre uso	Vazão média (l/s)	Indicador de consumo (l/p.dia)
Outubro	96,58	0,80	17	00:07:12	0,05	19,09
	53,14	0,88	17	00:19:46	0,01	
Novembro	99,47	0,76	16	00:08:09	0,04	21,62
	54,94	0,83	17	00:30:48	0,01	
Dezembro	101,55	0,81	17	00:08:03	0,04	25,92
	48,05	1,02	19	00:23:42	0,01	
Janeiro	59,19	1,06	22	00:13:36	0,04	15,70
	42,55	1,74	34	00:43:45	0,01	
Fevereiro	98,14	0,80	16	00:08:17	0,05	20,73
	42,01	0,72	16	00:28:06	0,01	
Março	104,74	0,77	15	00:07:37	0,05	20,70
	49,17	0,82	15	00:21:42	0,01	
Abril	83,97	0,78	16	00:08:30	0,05	18,25
	48,09	0,86	16	00:29:03	0,01	
Maio	102,61	0,79	16	00:07:53	0,05	21,04
	36,80	0,98	19	00:22:23	0,01	
Junho	102,03	0,79	16	00:09:05	0,05	20,19
	42,23	0,80	17	00:32:30	0,01	

Nota-se que há uma variação considerável entre os meses analisados, sendo que outubro apresentou a menor porcentagem de consumo, 14%, e dezembro apresentou maior porcentagem de consumo, chegando a 20%.

Os menores valores médios diários para o número de usos da pia ocorreram em janeiro e abril apresentando, respectivamente, os valores de 59,19 e 83,97. Além disso, estes meses também apresentaram os menores indicadores de consumos, os quais 15,70 l/p.dia e 18,25 l/p.dia. Novamente estes dados podem estar relacionados à ausência das moradoras, em cada um dos meses, uma vez que os valores calculados foram em função do total de residentes da residência.

No entanto o mês com menor volume consumido da pia foi janeiro com 0,36 m³, e o maior consumo ocorreu em dezembro, sendo 4,92 vezes maior que em janeiro. Este elevado consumo da pia em dezembro pode estar relacionado às festividades de fim de ano. Em contrapartida o reduzido consumo em janeiro pode estar relacionado à ausência de dois dos moradores da residência, sendo que um deles utiliza o aparelho rotineiramente.

Foram observadas algumas variações nos parâmetros de consumo, no entanto ainda não é possível afirmar se estas alterações advêm do acaso ou se pode haver algum fator que as cause. Para isso foram realizados os testes estatísticos ANOVA-One way e KruskalWallis, em função do comportamento de distribuição dos dados.

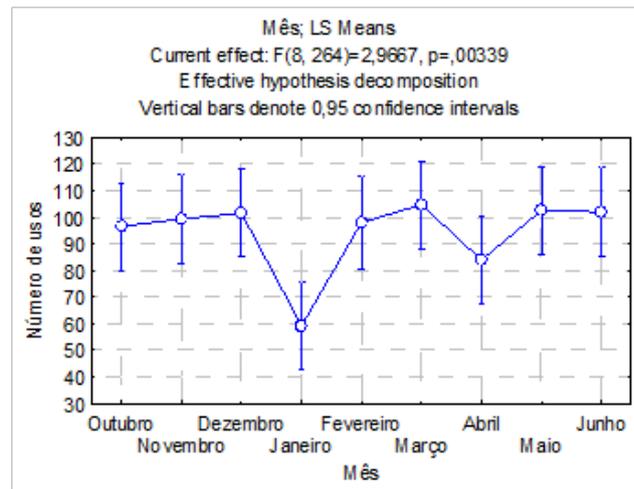
Foi realizado o teste paramétrico, ANOVA-One way, para o número de usos e o teste não paramétrico, Kruskal-Wallis para os demais parâmetros, uma vez que não apresentaram homogeneidade de variâncias. Os resultados foram representativos para dois dos

parâmetros analisados e para apresentar os resultados foram realizadas comparações múltiplas e o teste de Tukey.

- Número de usos

O resultado para o número de usos pode ser observado na Figura 6. Nota-se que, para a pia, os meses podem influenciar no consumo ($F(8,264) = 2,97; p < 0,01$).

Figura 6 – Análise de variâncias para o número de usos da pia em relação aos meses - ANOVA One-Way

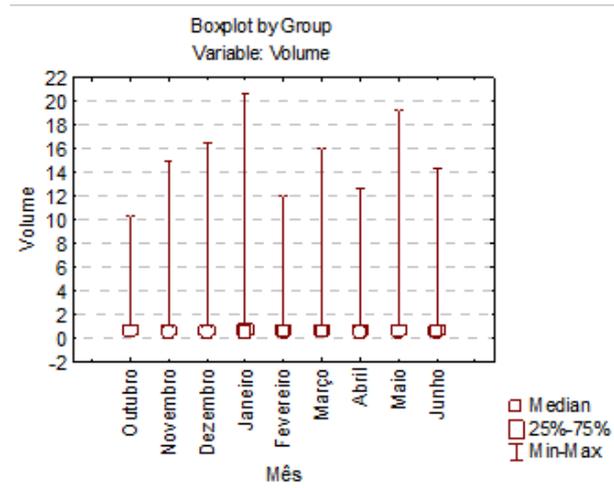


Ao realizar o teste post hoc de Tukey observou-se que a utilização da pia (em termos de número de usos) no mês de janeiro é estatisticamente diferente dos restantes meses analisados, à exceção do mês de abril. O número de usos em janeiro foi 0,61 vezes menor que em outubro; 0,59 vezes menor que em novembro; 0,58 vezes menor que em dezembro; 0,60 vezes menor que em fevereiro; 0,56 vezes menor que em março; 0,57 vezes menor que em maio, e 0,58 vezes menor que em junho. Nota-se, no entanto, que não houve diferença para o número de usos da pia com relação ao mês de abril, ou seja, os usos foram similares entre estes dois meses.

- Volume de uso

Ao analisar o volume de cada acionamento, verificou-se que não há diferenças estatisticamente significativas entre os identificou-se que não houve influência dos meses neste parâmetro ($H(8, N=25717) = 9,67; p > 0,05$). O resultado pode ser observado na Figura 7.

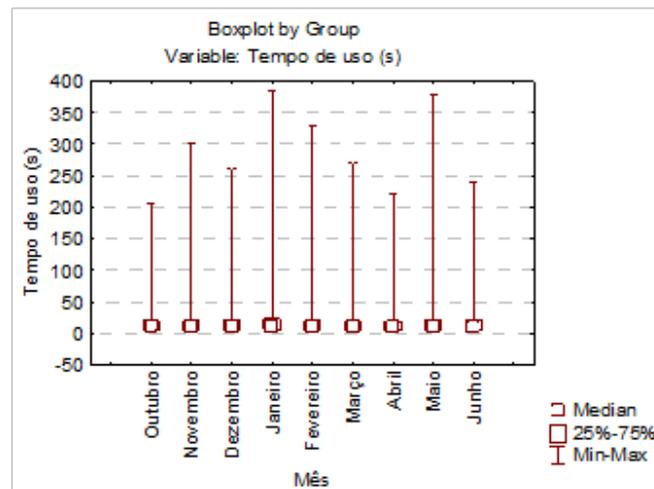
Figura 7 – Análise de variâncias para o volume de uso da pia de outubro a junho – Kruskal-Wallis



- Tempo de uso

Assim como o volume de uso, o tempo de uso não apresentou variação estatística significativa. Portanto conclui-se que os meses em análise não influenciam no tempo de uso da pia, para esta residência ($H(8, N=25717)=9,52; p>0,05$). O resultado segue na Figura 8.

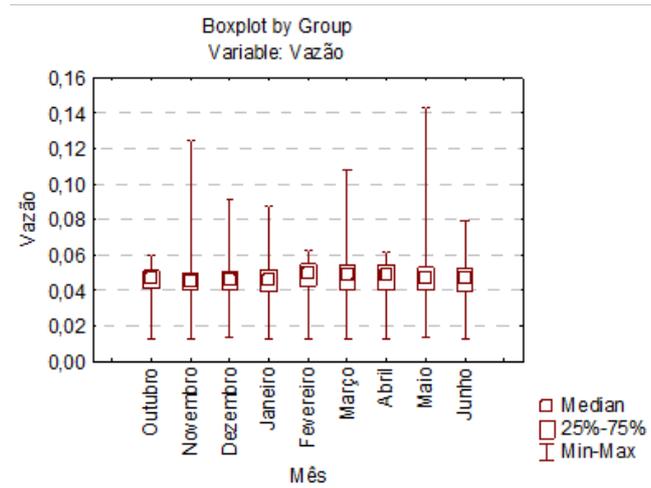
Figura 8 – Análise de variâncias para o tempo de uso da pia de outubro a junho – Kruskal-Wallis



- Vazão média do uso

Analisou-se também a vazão média dos usos e o resultado consta na Figura 9. De acordo com a comparação múltipla dos dados observou-se que houve variação significativa da vazão em função dos meses analisados ($H(8, N=25717)=614,33; p<0,001$).

Figura 9 – Análise de variâncias para a vazão de uso da pia de outubro a junho – Kruskal-Wallis



As variações significativas, mesmo que pequenas, foram observadas e destacam-se as seguintes: fevereiro com vazões 4% maiores que em outubro; outubro com vazões 3% maiores que em novembro; janeiro com vazões 2% maiores que em maio; fevereiro, 7% maiores que em novembro; abril, 2% maiores que em maio e 3% maiores que em junho; e novembro com vazões 2% menores que em junho.

3.2.2 Análise por dia da semana

Os dados foram analisados em relação a cada um dos dias da semana, com o intuito de identificar possíveis alterações de consumo no período investigado. Os parâmetros são apresentados com média e desvio padrão na Tabela 3.

Nota-se que o domingo apresenta menor número de usos da pia em relação aos demais dias da semana, com valor médio de 85 usos. Isto pode estar relacionado com o costume ocasional de almoçar fora de casa neste dia da semana.

Tabela 3: Parâmetros de consumo para a pia em função dos dias da semana

Dias da semana	Número de usos por dia	Volume (l)	Tempo de uso (s)	Intervalo entre uso	Vazão média (l/s)	Indicador de consumo (l/p.dia)
Segunda-Feira	102,85 42,57	0,77 0,88	16 17	01:17:16 00:22:18	0,05 0,01	22,40
Terça-Feira	91,40 42,74	0,78 1,21	16 19	01:16:59 00:28:28	0,05 0,01	19,61
Quarta-Feira	102,83 40,75	0,82 1,04	17 19	01:17:31 00:25:01	0,05 0,01	22,61
Quinta-Feira	103,05 50,61	0,82 0,95	17 18	01:16:44 00:24:54	0,05 0,01	22,61
Sexta-Feira	86,10 47,48	0,79 0,93	16 18	01:17:00 00:25:30	0,05 0,01	18,09
Sábado	89,08 52,63	0,82 0,99	1,7 19	01:16:44 00:32:50	0,05 0,01	18,91
Domingo	85,43 58,78	1,07 1,07	17 22	01:16:38 00:36:40	0,05 0,01	18,02

Em contrapartida é possível observar que neste dia há o maior valor para o volume médio por uso. Os usos com maior volume podem estar relacionados com o aumento de utensílios domésticos para limpeza, neste dia, em função de visitas ou mesmo de alteração da forma de manuseio do aparelho, como manter o fluxo de água constante durante todo o uso.

Quanto ao indicador de consumo, observa-se que os dias durante a semana apresentam maiores valores médios, chegando a 22,61 l/p.dia na quarta-feira e quinta-feira. Como o tempo de uso, vazão e volume apresentam valores homogêneos, salvo o dia de domingo, tem-se que o indicador de consumo foi influenciado pelo número de usos por dia. Nota-se que nestes dias há o maior número médio de usos para a pia nesta residência, com o valor de 102 e 103 usos, respectivamente.

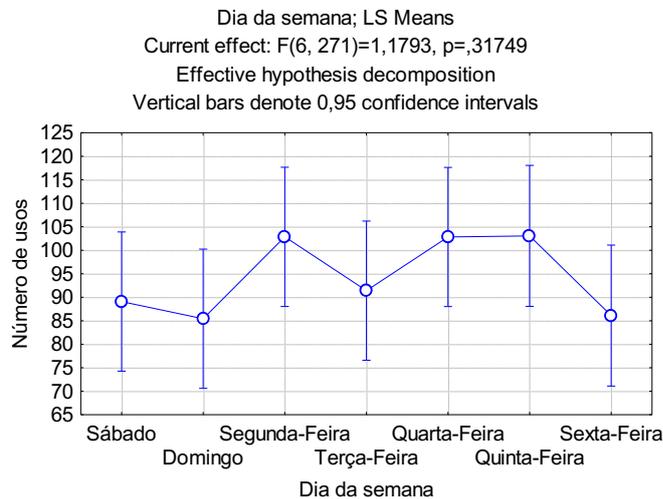
Apesar destas alterações aparentes, é necessário a realização de testes estatísticos para validar se os dias da semana influenciam o consumo para este estudo de caso. Assim, foram realizados os testes ANOVA One-Way e Kruskal-Wallis, em função do comportamento dos dados.

Apenas para a vazão foi necessário realizar o teste não paramétrico, Kruskal Wallis, uma vez que os dados não apresentaram homogeneidade de variâncias. Para todos os parâmetros foi realizado o teste de Tukey, ou análise múltipla, quando houve significância nos resultados.

- Número de usos

Ao analisar o número de usos, não houve variação estatística significativa em função dos dias da semana ($F(6,271) = 1,18; p > 0,05$). O resultado consta na Figura 10.

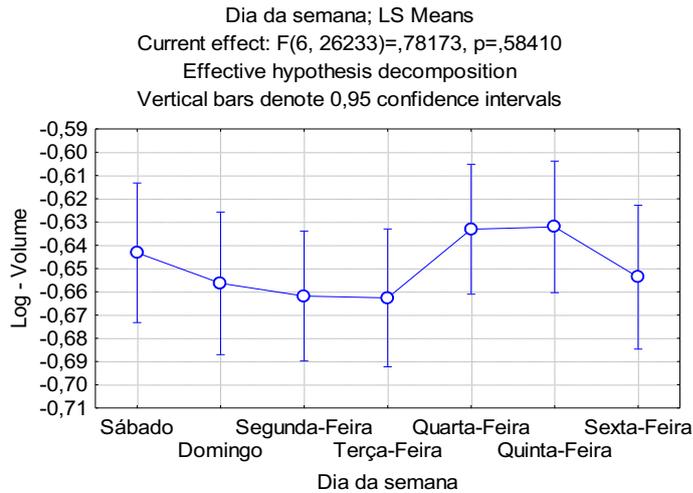
Figura 10 – Análise de variâncias para o número de usos da pia em relação aos dias da semana – ANOVA One-Way



- Volume de uso

O resultado para o volume de uso está apresentado na Figura 11. Nota-se que não foi observada diferença estatisticamente significativa entre os diferentes dias da semana, para o volume de uso para a pia $F(6, 26233) = 0,78; p > 0,05$.

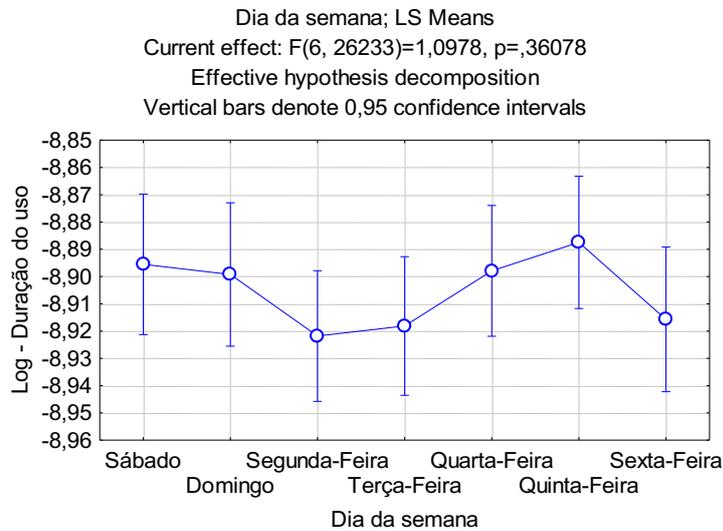
Figura 11 – Análise de variâncias para o volume de uso da pia em relação aos dias da semana – ANOVA One-Way



- Duração do uso

Assim como os demais parâmetros apresentados até então, não houve variação estatisticamente significativa para o tempo de uso da pia com relação aos diferentes dias da semana ($F(6,26233)=1,10$; $p>0,05$). O resultado consta na Figura 12.

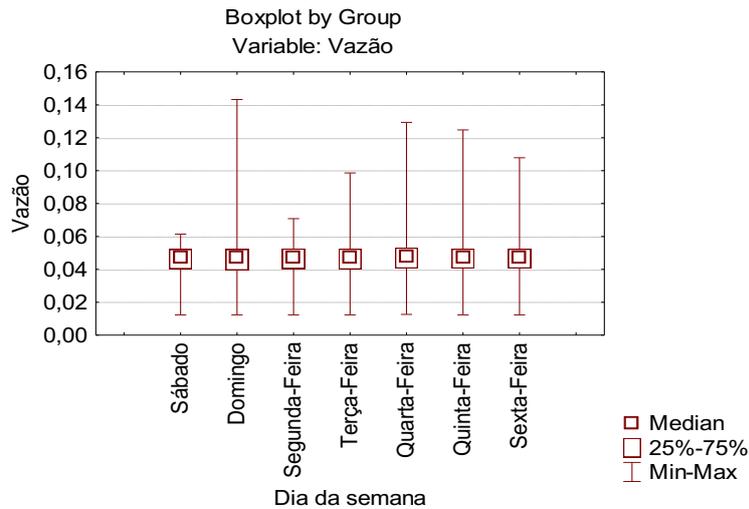
Figura 12 – Análise de variâncias para o tempo de uso da pia em relação aos dias da semana – ANOVA One-Way



- Vazão média do uso

Já o resultado para a vazão média de uso indicou que alguns dos dias da semana influenciaram nos valores encontrados ($H(6, N=26240)=23,09$; $p<0,01$). O gráfico com as variâncias para cada dia da semana consta na Figura 13.

Figura 13 – Análise de variâncias para as vazões da pia em relação aos dias da semana – Kruskal-Wallis



De acordo com o ranqueamento dos dados, domingo apresentou os maiores valores e quarta-feira os menores valores. Ao realizar a comparação múltipla constatou-se que as vazões na quarta-feira são 1,3% maiores em relação ao sábado e são 2% maiores em relação ao domingo. Esta diferença pode estar relacionada ao manuseio da pia por outros usuários, uma vez que aos finais de semana ocorrem visitas frequentes na residência, que costumemente utilizam o aparelho.

3.2.3 Resumo das análises estatísticas por período

O resultado dos testes estatísticos para a pia pode ser verificado na Tabela 4. Os testes foram realizados em função dos dias da semana e meses, para os seguintes parâmetros: o número de usos; o volume de uso; a duração do uso; e a vazão média do uso; em função dos dias da semana e meses analisados.

Tabela 4 - Parâmetros de consumo da pia com variação estatística significativa

	Número de usos	Volume de uso	Duração do uso	Vazão média do uso
Dia	-	-	-	x
Mês	x	-	-	x

Nota-se que a vazão média de uso da pia varia para os diferentes dias da semana. Este é o único parâmetro com variação estatística significativa.

Já em relação aos meses de análise, nota-se variação para o número de usos e a vazão média do uso. Isso demonstra que os diferentes meses podem influenciar no consumo deste aparelho. As causas dessas variações podem estar relacionadas com a ausência de usuários durante alguns períodos dos meses, alterando assim o padrão e a quantidade de usos do aparelho.

4 Conclusões

Pode concluir-se que este trabalho propôs e analisou os hábitos de uso da pia de cozinha de uma residência unifamiliar na cidade de Goiânia. Para tal, coletou dados instantâneos de consumo por um período de nove meses.

Os dados obtidos foram analisados sob duas perspectivas. A primeira analisou os dados referentes a vazão, volume e duração de uso do aparelho sanitário, bem como a distribuição deste ao longo do dia. Na segunda análise, verificou-se a diferença dos usos (mesmas variáveis) ao longo dos meses e dos dias da semana.

No que se refere à vazão de uso, o valor médio foi de 0,046 l/s, sendo que grande parte dos usos ocorreu com vazões entre 0,04 e 0,06 l/s. Nenhum uso da pia atingiu a vazão estimada máxima na NBR 5626/1998 de 0,10 l/s. Notou-se, por meio de testes estatísticos que a vazão é afetada tanto por dia da semana como por mês do ano em que ocorre. Uma das razões para isso pode ser a “pressa” em realizar algumas atividades durante alguns momentos, o que pode aumentar a vazão utilizada.

No que se refere ao volume de uso, observou-se que cada uso possuiu um volume médio por uso de 0,8 l e o maior número de eventos ocorreu entre 0,1 e 1,0 l, representando cerca de 74% dos usos do aparelho em questão. Quando se analisou se há alteração do volume de uso por dia da semana ou mês, não se verificou variações estatísticas significativas.

Por sua vez, o uso médio teve uma duração de 17 segundos. Embora o registro aponte alguns usos superiores a 60 segundos, a grande maioria dos usos duraram entre 2 e 20 segundos. Assim como o volume de uso, a duração do uso também não foi afetada por dias de semana e meses do ano, conforme variação estatística significativa analisada.

Como limitação, aponta-se que a pesquisa ocorreu, por disponibilidade de aparelhos e disposição de outros usuários em instalar os equipamentos, em apenas uma residência. Sendo assim, esta pesquisa deve-se somar a outras com o intuito de caracterizar o uso na região ou mesmo no país.

Outra questão é a relação entre os usos de outros aparelhos sanitários da residência, caracterizando efetivamente, o uso da água em residências unifamiliares. A relação do uso da pia com outros aparelhos está em fase de desenvolvimento para, em breve, serem submetidos a publicação.

O equipamento utilizado é de baixo custo e possível de ser utilizado em diversas situações. O desenvolvimento de equipamentos que possam transmitir os dados de leitura sem fios será de grande valia para facilitar a aceitação.

Espera-se que novas pesquisas abordem outros aparelhos sanitários e vejam a participação destes, de forma conjunta, no consumo da residência.

Referências

ADEYEYE, Kemi; SHE, Kaiming; BĀĪRI, Abderrahmane. Design factors and functionality matching in sustainability products: A study of eco-showerheads. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 142, n. 4, p. 4214–4229. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652616320054>. Acesso em: 25 out. 2024

ADEYEYE, Kemi; SHE, Kaiming; MEIRELES, Inês. Beyond the flow rate: the importance of thermal range, flow intensity, and distribution for water-efficient showers. **Environmental Science and Pollution Research**, [S.l.], v. 27, n. 5, p. 4640–4660. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/338249488_Beyond_the_flow_rate_the_im

[portance of thermal range flow intensity and distribution for water-efficient showers](#). Acesso em: 27 out. 2024

- ADEYEYE, Kemi; SHE, Kaiming; MEIRELES, Inês. Thermal and flow distribution of showerheads as a method for understanding water user preferences. *In: WATEF Conference 2018*, 18, 2018, Aveiro. **Anais [...]**. [S.l.]: ResearchGate, 2018. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Kemi-Adeyeye-2/publication/328829077_Thermal_and_flow_distribution_of_showerheads_as_a_method_for_understanding_water_user_preferences/links/5be556324585150b2ba90cc6/Thermal-and-flow-distribution-of-showerheads-as-a-method-for-understanding-water-user-preferences.pdf. Acesso em: 27 out. 2024.
- ALHARSHA, Iman; MEMON, Fayyaz A.; FARMANI, Raziye; HUSSIEN, Wa'El A. An investigation of domestic water consumption in Sirte, Libya. **Urban Water Journal**, [S.l.], v. 19, n. 9, p. 922–944, 2022. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1573062X.2022.2105239#:~:text=The%20results%20show%20that%20the,255%20l%2Fp%2Fd>. Acesso em: 27 out. 2024.
- MAZZONI, Filippo; ALVISI, Stefano; FRANCHINI, Marco; MIRJAM, Blokker. Exploiting high-resolution data to investigate the characteristics of water consumption at the end-use level: A Dutch case study. **Water Resources and Industry**, v. 29, p. 100198, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212371722000312>. Acesso em: 27 out. 2024.
- OHNAKA, Tadakatsu; TOCHIHARA, Yutaka; WATANABE, Yumiko. The effects of variation in body temperature on the preferred water temperature and flow rate during showering. **Ergonomics**, v. 37, n. 3, p. 541–546, 1994. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00140139408963669>. Acesso em: 27 out. 2024.
- OKAMOTO, Minami; SATO, Minoru; SHODAI, Yoshihiko. Identifying the Physical Properties of Showers That Influence User Satisfaction to Aid in Developing Water-Saving Showers. **Water**, v. 7, n. 12, p. 4054–4062, 2015. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/282208421_Identifying_the_Physical_Properties_of_Showers_That_Influence_User_Satisfaction_to_Aid_in_Developing_Water-Saving_Showers. Acesso em: 27 out. 2024.
- PAULA, Ruanny Ferreira de. **Análise do uso final de água potável em uma edificação unifamiliar na cidade de Goiânia**. 2018. 174 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2018.
- WONG, Ling Tim; MUI, Kwok Wai; CHAN, Yiu-Wing. Showering Thermal Sensation in Residential Bathrooms. **Water**, v. 14, n. 19, p. 2940, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/363703056_Showering_Thermal_Sensation_in_Residential_Bathrooms. Acesso em: 27 out. 2024.