



DOI: 10.5281/zenodo.18929529

Práticas de Consumo de Água em Residências: Análises a partir de Monitoramento de Alta Resolução e Entrevistas

Gabriella Laura Peixoto Botelho¹

Karla Patrícia Oliveira Esquerre²

Mariza Souza de Mello³

Asher Kiperstok⁴

André Luiz Andrade Simões⁵:

Resumo

Diante do agravamento da crise hídrica global, impulsionada pelo crescimento populacional e pela má gestão da água, torna-se essencial promover o seu uso racional. Tal prática contribui para prolongar a vida útil dos mananciais e reduzir a necessidade de exploração de novas fontes. Esta pesquisa teve como objetivo compreender os hábitos individuais de consumo de água, por meio de entrevistas semiestruturadas e do monitoramento de alta resolução do consumo em residências. As análises foram realizadas com base em dados coletados entre dezembro de 2012 e abril de 2014, em domicílios do bairro de Plataforma, em Salvador (BA). A separação do consumo por tipo de aparelho hidrossanitário foi feita por meio da análise computacional das curvas de vazão, permitindo estimar os usos finais da água. A partir desses dados, surgiram contribuições relevantes para a gestão eficiente da água em domicílios, como sugestões práticas para o uso racional, como a importância de analisar os insumos utilizados em cada uso de água, pois confirmou-se que o uso da energia elétrica em chuveiros pode interferir num maior ou menor consumo, como sugestão, fica a possibilidade de estudar a influência de outros insumos em cada atividade. Outro aspecto é a catalogação das intenções de uso da água em cada atividade, para auxiliar na diferenciação dos usos essenciais e com isso direcionar essa informação para a elaboração de tarifas mais justas, com subsídio para os usos mínimos, especialmente para a população de baixa renda. Foi destacada também a importância da manutenção preventiva dos aparelhos hidrossanitários a partir da capacitação e autonomia do residente, sendo este, agente ativo dessa manutenção. Foram observadas tendências sobre a relação do consumo com a tarifa de água.

¹Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFBA), gbotelho@ufrb.edu.br

²Universidade Federal da Bahia (UFBA), karlaesquerre@ufba.br

³Universidade Federal da Bahia (UFBA), mariza.smello@gmail.com

⁴Universidade Federal da Bahia (UFBA), asherkiperstok@gmail.com

⁵Universidade Federal da Bahia (UFBA), andre.simoes@ufba.br

Palavras-chave: Uso racional de água, Hábitos de consumo, Monitoramento em alta resolução, Usos finais de água, Gestão da água urbana.

Abstract

Given the worsening global water crisis, driven by population growth and poor water management, it is essential to promote rational water use. This practice helps to extend the useful life of water sources and reduce the need to explore new sources. The aim of this study was to understand individual water consumption habits through semi-structured interviews and high-resolution monitoring of consumption in homes. The analyses were conducted based on data collected between December 2012 and April 2014 in homes in the Plataforma neighborhood of Salvador (BA). Consumption was separated by type of water supply device using computer analysis of flow curves, allowing the estimation of end uses of water. From these data, relevant contributions emerged for the efficient management of water in households, such as practical suggestions for rational use, such as the importance of analyzing the inputs used in each use of water, since it was confirmed that the use of electricity in showers can interfere in greater or lesser consumption. As a suggestion, there is the possibility of studying the influence of other inputs in each activity. Another aspect is the cataloging of the intentions of water use in each activity, to help differentiate essential uses and thus direct this information to the elaboration of fairer rates with subsidies for minimum uses, especially for the low-income population. The importance of preventive maintenance of plumbing fixtures was also highlighted, based on the training and autonomy of the resident, who is an active agent of this maintenance. Trends were observed regarding the relationship between consumption and water rates. **Keywords:** Rational use of water, Consumption habits, High-resolution monitoring, End uses of water, Urban water management.

Introdução

Embora o uso doméstico não constitua a principal fração do consumo total de água no Brasil (ANA, 2024), a complexidade da crise hídrica demanda uma abordagem multidimensional, que integre diferentes estratégias de intervenção sem desconsiderar ou subestimar nenhuma oportunidade de melhoria. Desta forma, mobilizar a população para a ação coletiva, através do envolvimento do usuário doméstico na busca pelo uso racional de água, possui potencial para fomentar o engajamento social e ampliar as possibilidades de articulação em torno de outros objetivos que visem o interesse coletivo.

Desse modo, surge um questionamento pertinente: como mensurar e avaliar ações de uso racional de água em domicílios? Uma forma de começar a fazer isso, é por meio do monitoramento do consumo de água da família com alta resolução e por aparelho sanitário para identificar os padrões de uso. Mas não basta apenas monitorar, é preciso entender as motivações que levam a cada uso, os modos de realizar as tarefas domésticas

e apontar caminhos mais eficientes, levantar as características das instalações domésticas e seu potencial para desperdícios e mal uso (como empregar água potável para afastar dejetos), os materiais utilizados em cada uso e como eles interagem com o uso da água, e aspectos relacionados à qualidade ambiental da edificação, de forma a identificar hábitos e oportunidades de melhorias (BOTELHO, 2022; KIPERSTOK; KIPERSTOK, 2017).

A composição do consumo de água e energia em edificações, em nível individual, pode ser explicada por cinco principais fatores, conforme Kiperstok e Kiperstok (2017). O *controle* que envolve elementos reguladores do consumo, como a consciência do usuário e a tarifa. O *consumo efetivo* que pode ser necessário (relacionado a necessidades fisiológicas) ou desejado (associado ao conforto e lazer). O *desperdício* refere-se ao uso sem função específica, enquanto as *perdas na instalação* decorrem de falhas ou ausência de manutenção nos sistemas hidráulicos. Já a *qualidade ambiental da construção* diz respeito à presença de soluções que otimizam o uso da água, como o aproveitamento da água de chuva ou dispositivos hidráulicos mais eficientes. (BOTELHO et al., 2022) complementam essa análise ao incluir os *materiais utilizados* no processo de consumo, como sabões e equipamentos que afetam a eficiência no uso da água e da energia. Esses fatores demonstram a complexidade envolvida na gestão do consumo em edificações e apontam caminhos para sua otimização.

Uma outra abordagem que ajuda a compreender a formação e dissolução de hábitos ao longo do tempo é a abordagem das práticas sociais (SPA), conforme discutida por Mylan (2015) e Liu, Oosterveer e Spaargaren (2016), oferece uma perspectiva abrangente e atual para compreender o consumo, ao integrar ações individuais e estruturas sociais. Nessa abordagem, as práticas cotidianas são a unidade central de análise, sendo formadas pela interação de três elementos: significados (valores, normas e aspirações que orientam as ações), materiais (infraestruturas e tecnologias que possibilitam ou limitam as práticas) e competências (conhecimentos e habilidades dos indivíduos). De acordo com Shove, Pantzar e Watson (2012), as práticas emergem, persistem ou desaparecem conforme os vínculos entre esses elementos se formam ou se rompem.

Essa abordagem se destaca por superar a separação entre estrutura e ações, oferecendo uma visão dinâmica e integrada do comportamento humano. Apesar de críticas quanto à dificuldade em mensurar mudanças e sua limitação a contextos locais, ela é valiosa para identificar como padrões de comportamento se consolidam e, conseqüentemente, como podem ser transformados. No contexto do consumo de água residencial, a SPA permite compreender como hábitos relacionados ao uso da água — como banhos longos, lavagem de calçadas ou uso de eletrodomésticos — são moldados por normas sociais, infraestrutura doméstica e conhecimentos sobre uso racional da água. Isso mostra que estratégias de mudança devem ir além de campanhas educativas e políticas tarifárias, considerando também os arranjos materiais e simbólicos que sustentam os comportamentos. Assim, a transformação das práticas pode levar a padrões mais sustentáveis de consumo. A

SPA, portanto, conecta aspectos individuais com condições estruturais, oferecendo um caminho para repensar políticas públicas e iniciativas que promovam o uso consciente da água em residências, entendendo o comportamento como resultado de práticas socialmente incorporadas e não apenas de escolhas racionais individuais.

O uso de ferramentas da Ciência de Dados, junto com a coleta de dados de consumo detalhados e a realização de entrevistas para entender melhor os hábitos de consumo, pode ajudar a esclarecer os fatores que incentivam a adoção do uso consciente da água nas residências a nível individual.

Objetivo

Este trabalho visou, a partir de ferramentas de análise de dados, avaliar e identificar medidas de uso racional de água, destacando os hábitos de usos de água domiciliares.

Material e Método

A pesquisa foi realizada em 7 residências no bairro de Plataforma em Salvador. As residências foram denominadas *A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* e *G*. Em quatro das sete residências monitoradas (*A*, *C*, *D* e *E*), foram aplicadas entrevistas semiestruturadas, com a finalidade de descobrir os seus hábitos de consumo. A aplicação da entrevista foi feita com a chefe da família da casa, que em todos os casos foram mulheres uma vez que as mesmas culturalmente são as maiores responsáveis pelas atividades domésticas além de grande parte das famílias que participaram da pesquisa serem compostas de mães solteiras. O bairro foi escolhido por conta de já ter sido desenvolvidos estudos prévios nessa localidade, pelo grupo de pesquisa, com aplicação de uma Survey que levantou informações acerca de 111 domicílios nesse bairro. Com a aplicação do questionário foi possível realizar a caracterização das famílias residentes da localidade e foi investigada a possibilidade de participação dessas famílias na segunda etapa da pesquisa, o monitoramento longitudinal do consumo.

Além disso, a realização deste estudo longitudinal foi viabilizada pelo vínculo prévio de membros da equipe com lideranças comunitárias locais, cuja mediação foi essencial para o acesso à área. Trata-se de um território com limitações de circulação associadas à presença de dinâmicas de controle informal, que impõem desafios operacionais e exigem sensibilidade sociopolítica por parte dos pesquisadores.

Por haver recursos limitados na pesquisa, apenas 7 casas foram selecionadas para o estudo longitudinal. A escolha de cada domicílio foi baseada na disponibilidade para fazer parte do projeto de pesquisa e no tipo de instalação hidráulica da casa, ou seja, possuir reservatório superior independente para cada família estudada. Foi, ainda, definido pelos pesquisadores, consensualmente, que seriam investigadas habitações ocupadas há mais de cinco anos, pois assim o comportamento e padrões de consumo estariam mais consolidados.

O sistema de monitoramento adotado foi detalhado no trabalho de (OLIVEIRA-ESQUERRE et al., 2021). De forma resumida, como monitoramento principal, foram acoplados na saída de água do reservatório superior da residência hidrômetros com fundo de escala de 100mL que emitiam pulsos para *data loggers* que captavam o consumo de água a cada 10 segundos, esse sistema ficou em funcionamento em intervalo de tempo que variou entre dezembro de 2012 a abril de 2014, a depender da residência estudada. Uma reflexão sobre a época do monitoramento é que mudanças comportamentais importantes, como as associadas à pandemia de COVID-19, podem ter impactado significativamente o consumo domiciliar de água em períodos mais recentes. Foi realizado em paralelo a esse sistema principal longitudinal, uma sondagem, em escala de tempo de no mínimo 1 semana, a partir de instalação em cada ponto de consumo das residências sensores de fluxo do tipo YF-S201, que visou captar os usos por equipamento, para servir como base para construção das curvas de vazões de cada uso final. Esse sistema secundário, composto pelo sensor de fluxo, teve também função de realizar uma checagem do funcionamento adequado do monitoramento principal, sendo verificado se os dados encontrados no primeiro eram compatíveis com o segundo. Os hidrômetros e *data loggers* foram comprados com certificado de calibração de fábrica.

Os dados provenientes desse monitoramento longitudinal foram tratados a partir da remoção de *outliers* que ocorriam esporadicamente no banco de dados. Foi estabelecido um critério de remoção desses dados, com base em estudos precursores que adotaram sistema de monitoramento similar (BOTELHO, 2013). A análise dos dados foi feita por pesquisador treinado, utilizando inicialmente análise de planilhas em Excel e remoção de *outliers*, manualmente avaliando cada dia de dados. Após essa etapa, análises também de forma analógica foram feitas para cada dia, utilizando o software Trace Wizard®, que analisava as séries temporais de consumo e com base em árvore de decisão, alimentadas com critérios estabelecidos pelos pesquisadores, mas que podiam ter sua classificação alterada pelo pesquisador, conforme identificação visual do perfil de consumo a cada dia. Os critérios automáticos de classificação foram elaborados a partir de estudos dos consumos registrados pelo sistema de monitoramento secundário. Os resultados dessas análises geraram arquivos na plataforma Microsoft Access®, que traziam informações detalhadas sobre durações, volumes, frequência em séries temporais de consumo de cada aparelho hidrossanitário das residências.

O banco de dados original, em Access apresentava as informações organizadas de modo que cada arquivo apresentava informações de 1 dia. Em cada dia analisado, constava 10 tabelas diferentes, com os seguintes títulos: 1) “Erros de conversão”, em que eram mostrados possíveis erros de conversão entre os arquivos do Trace Wizard® e Access®, 2) “EventFixtures” em que eram mostradas codificações com a identificação de cada evento, o tipo de classificação de cada aparelho hidráulico, que era apresentada a partir de um código numérico, e se a classificação foi feita automaticamente pelo software ou se foi

modificada pelo pesquisador. 3) “Events”, nessa planilha constava a hora de início e final de cada evento, sua duração, classificação, pico de vazão, moda e frequência da moda. Na tabela 4) “Fixture” era apresentado o código numérico de cada dispositivo hidráulico e suas características configuradas no template utilizado como dados de entrada do modelo de classificação, como volume máximo, mínimo, pico de vazão, duração, moda, frequência da moda, também em valores máximos e mínimos. A tabela de 5) “Flows” que apresentava a série temporal, a cada 10 segundos, a identificação do evento e vazão instantânea. Na tabela 6) “Parameters” eram organizados os parâmetros resumo dos dados de entrada no software como máxima e mínima vazão para continuar, mínimo volume base para iniciar, mínima duração base para iniciar, mínima variação de vazão para começar, mínimo volume, mínima duração, mínima vazão base para iniciar. 7) “Virtual Fixtures” que é parecida com a tabela 4, onde se tem os parâmetros de base para configurar as entradas de dados para possibilitar a classificação, com a diferença que neste podemos encontrar outros aparelhos hidráulicos que são padrão do software, mas que não foram utilizados no template. 8) “Event Summary” em que se tinha a classificação do uso final, a data, a hora de início e final de cada evento, sua duração, pico, volume, moda e frequência da moda. 9) “Event no Leaks” que trazia informações de eventos que aparentemente não apresentaram “vazamentos”. 10) “Summed Events Volume” em que era apresentado o volume total de uso de cada aparelho em cada dia.

Após essa etapa foi construído o banco de dados em R Core Team® (2025), com a extração automática dos dados que estavam no formato Access®. Inicialmente foram carregados os pacotes bizdays (FREITAS, 2025), chron (JAMES E HORNIK, 2024), plyr (WICKHAM, 2011), dplyr (WICKHAM ET AL, 2023), ggplot2 (WICKHAM, 2016), qpcR (SPIESS, 2018), RODBC (RIPLEY e LAPSLEY, 2024), tcltk, R Core Team (2025) — usados para manipulação de dados, conexões com banco Access e visualização. Para a configuração inicial foi definido o diretório de trabalho (setwd) onde estão os arquivos .accdb. Depois foi feita a Listagem e Extração de Arquivos em Access, e foi criada uma lista com todos os arquivos .accdb., depois uma iteração foi feita para identificar a “casa” a que pertencem pelo nome do arquivo (ex: "Elizabete").

Após isso, o código escrito fez a conexão a cada banco de dados Access® usando RODBC e extraiu a tabela descrita no parágrafo anterior de: “Flows”. Para cada dado de vazão foi identificado qual dispositivo está associado. Após, foram adicionadas colunas com o nome do dispositivo (fixture) e o nome da casa (casaID). Todos os dados extraídos foram concatenados em um único data.frame chamado “dados”. Depois disso foi feita a sua organização e padronização utilizando conversões da coluna data e hora para formato apropriado, bem como foi realizada a padronização do nome dos dispositivos, para evitar duplicidades.

Construindo o banco de dados secundário, chamado “Features” foram criadas variáveis temporais como hora do dia (hora), dia da semana (dia), mês (mes) e foram extraídas

do banco principal as características de cada evento de fluxo de água, partindo da série temporal de vazões organizada a cada 10 segundos, assim, foram calculados os valores como duração: tempo total do evento, considerando o início e fim de cada série temporal de uso, o *nmoda*, que é o número de vezes que o valor mais comum aparece, o volume total em litros de cada evento, valores de média, pico, mediana e moda dos dados de vazão.

Após essa etapa inicial de extração de dados, iniciou-se a construção dos gráficos e informações relevantes para a pesquisa. O script em R teve como objetivo gerar diversas figuras relacionadas ao consumo de água em domicílios. Assim o código carregou os pacotes necessários, como *tidyverse* (WICKHAM ET AL, 2019), que serve para manipulação de dados, *ggpubr* (KASSAMBARA, 2023), que tem como função principal facilitar a criação e personalização de gráficos com o *ggplot2* (WICKHAM, 2016), especialmente para fins de publicação científica ou apresentação. O *lubridate* (GARRETT e HADLEY, 2011) que é usado para facilitar tarefas que envolvem manipulação de séries temporais, *ggthemes* (ARNOLD 2024) que no R é uma extensão do *ggplot2* (WICKHAM, 2016) que fornece mecanismos para facilitar a personalização estética dos gráficos sem precisar ajustar cada elemento manualmente, *ggrridges* (WILKE 2024) que serve para visualizar comparações entre distribuições, empilhadas, ideal para ver padrões ou diferenças entre grupos.

Assim foi abordado o consumo per capita de água, para todas as residências da pesquisa. Para isso, foi necessário determinar o número de dias monitorados por casa e associar manualmente o número de moradores de cada uma. O volume total de consumo diário por residência foi dividido pelo número de habitantes correspondentes, gerando assim uma estimativa do consumo médio por pessoa. Esse valor foi representado graficamente através de *boxplots* que mostraram a variação do consumo per capita entre as casas.

Em seguida, o script concentrou-se em analisar dados de chuveiro para as casas *A*, *C*, *D* e *E*, foram analisadas apenas essas quatro residências pois foram essas as que participaram das entrevistas semiestruturadas, assim podendo cruzar dados do monitoramento com as respostas dadas. Deste modo, o script gerou duas visualizações: um *boxplot* de distribuição do volume diário por casa e outra do volume por acionamento do chuveiro. Foram calculadas somas diárias de volume por residência e por data, permitindo representar a distribuição do consumo de maneira detalhada. O chuveiro consiste em um dos aparelhos de maior consumo nas residências, por isso a relevância de estudá-lo de modo mais aprofundado.

Resultados e Discussão

A tabela 1 mostra as principais características levantadas sobre cada residência da pesquisa. As residências monitoradas fazem parte de um conjunto habitacional, sendo por-

tanto casas com padrão construtivo similar, todas possuíam originalmente 5 pontos de consumo de água, (chuveiro, pia da cozinha, lavatório, torneira externa e bacia sanitária), mas duas delas (casas *C* e *D*) passaram por reforma ampliando o número de pontos de consumo. As torneiras de lavanderia são situadas em área externa compartilhada, o que pode interferir na rotina de consumo, uma vez que pessoas externas podem usar a torneira eventualmente; o tipo de piso nas casas *C*, *D* e *E* é cerâmico e na casa *A* cimento batido, essa informação é importante pois pode interferir no uso de água para limpeza.

Tabela 1: Características das residências.

Residências	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>C</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>F</i>	<i>G</i>
Número de habitantes	2	2	6	2	2	3	2
Situação do medidor	N	R	I	I	N	N	I
Número de pontos de água	4	5	9	7	5	4	6
Bacia sanitária	1	1	2	2	1	1	2
Chuveiro	1	1	2	2	1	1	1
Torneiras internas	2	2	4	2	2	1	2
Torneiras externas	0	1	1	1	1	1	1
Número de dias monitorado	320	396	236	222	307	341	246

Fonte: Adaptado de Oliveira-Esquerre et al. (2021)

Para iniciar as análises acerca do consumo de água nas residências estudadas, foi feito um gráfico, observado na Figura 1, do tipo boxplot com o consumo *per capita* a fim de destacar as principais diferenças de consumo entre as residências e buscar correlações desse consumo com as respostas fornecidas durante a entrevista semi-estruturada

A Figura 1 mostra a variação do consumo per capita entre as famílias avaliadas. Nesse gráfico, chama atenção a residência *D* que teve um intervalo interquartil amplo, indicando grandes variações de consumo, além de ter tido também o maior consumo mediano (~ 231 L/pessoa/dia), essa residência, junto com a casa *G*, faziam uso de “gato” de água.

Sabendo que a tarifa é um regulador do consumo de água (KIPERSTOK; KIPERSTOK, 2017), era de se esperar que sem pagar a conta de água, o consumo nas casas *D* e *G* seria maior. Realmente isso ocorreu na casa *D*, porém na casa *G*, observou-se uma tendência de consumo próxima a de outras casas da pesquisa que pagavam pela água consumida. Esse resultado indica que existem outros fatores que podem influenciar mais do que a tarifa de água, como a consciência do usuário. Na Figura 1 também chama atenção as casas *C* e *E* que possuem intervalo interquartil estreito e com valores baixos, indicando um comportamento de consumo de água sem grandes variações, o que pode indicar uma rotina mais padronizada e consistente.

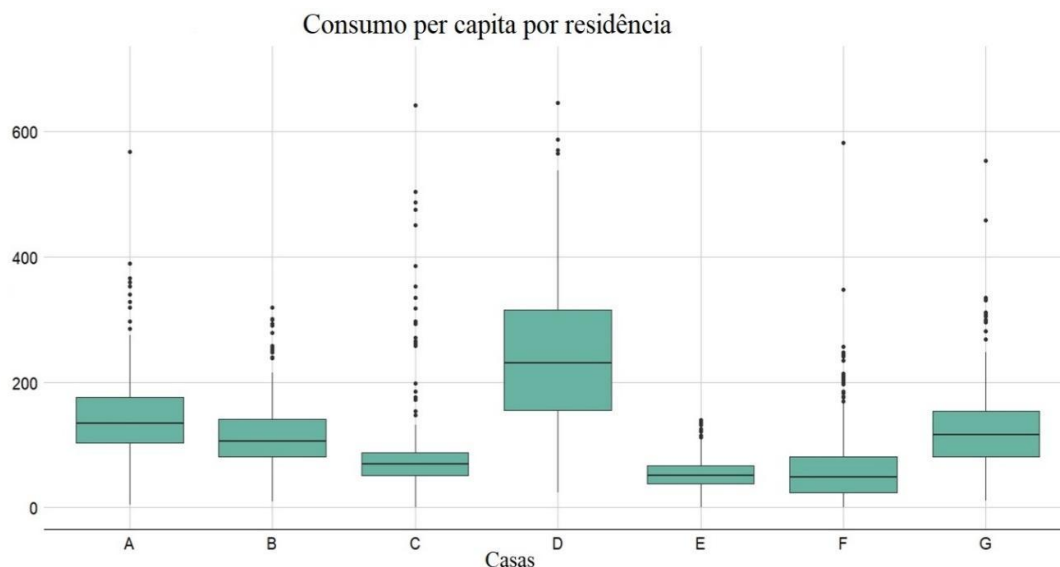


Figura 1: Análise do consumo *per capita* das residências estudadas.

Fonte: Adaptado de Botelho et al. (2022)

Os próximos resultados relacionam o cruzamento das informações de consumo de água através do chuveiro e as informações das entrevistas analisadas com base no modelo conceitual de racionalização do consumo de Kiperstok e Kiperstok (2017), por esse motivo só aparecerão nas análises as casas *A*, *C*, *D* e *E*, que foram as participantes da etapa de entrevistas da pesquisa. Foi tomado como exemplo o banho por esse ser um dos maiores consumos de água residenciais de modo geral.

Em relação às respostas da entrevista, quanto à frequência média de banhos por dia, observou-se que na casa *A* e *C* esse número foi por volta de 2 a 3 banhos diários, e na casa *D*, foram 4 banhos, sendo que a casa *E* não respondeu a essa pergunta. Além dessa, foram perguntas chaves na pesquisa o hábito de fechar a válvula do chuveiro ao se ensaboar e a presença do chuveiro elétrico. Observou-se que todas as casas exceto a *C*, que não respondeu à pergunta, fecham a válvula do chuveiro ao ensaboar-se e quanto a presença do chuveiro elétrico, só ocorre na casa *D*. Também foi perguntado sobre o processo do uso do chuveiro de forma mais detalhada e a residência *A* informou que utiliza o chuveiro também para lavar roupas, já que não utilizavam a torneira externa (comunitária), que estava quebrada. A lavagem era realizada em baldes, processo não ergonômico. A posição desconfortável dificultava a abertura e o fechamento do chuveiro, o que poderia favorecer que a torneira permanecesse aberta durante todo o processo. Uma sugestão de melhoria seria usar um suporte para elevar o nível do balde/bacia. O uso do chuveiro para lavar a roupa íntima durante o banho foi relatado nas casas *C* e *D*; e não era um hábito nas casas *A* e *E*.

A Figura 2 apresenta como ocorre o uso por acionamento e o uso do volume diário consumido através do chuveiro em cada residência.

O lado direito da Figura 2 apresenta o registro dos volumes de água por acionamento

do chuveiro. Nesse cenário, a casa *D* apresentou o maior consumo por acionamento, o que não equivale a um banho completo, considerando que um banho pode ter vários acionamentos, já que a residência *D*, por exemplo, respondeu que tinha o hábito de fechar o registro nos intervalos do banho. e a casa *A* destacou-se por um consumo menor por acionamento, apesar de utilizar também o chuveiro para lavar roupas, o que sugere que na lavagem de roupas o enchimento dos baldes era feito e o chuveiro não ficava aberto durante todo o processo. A alternância de atividades no chuveiro como banho e lavagem de roupas, na casa *A*, pode explicar os intervalos interquartis da residência serem os maiores, mostrando ampla variação de volume consumido entre os dias.

Ao relacionar os gráficos da esquerda e da direita (Figura 2), Para as casas *C* e *E*, por exemplo, que no gráfico da direita apresentam volume por acionamento em faixas de valores centrais próximos, já no gráfico da esquerda, apresentaram consumo diário notavelmente discrepantes, sendo o consumo da casa *C* muito superior ao da casa *E*, isso indica que o chuveiro foi acionado com mais frequência na primeira, o que é coerente com o fato de ali residirem seis pessoas, enquanto na residência *E* residiam 2 pessoas.

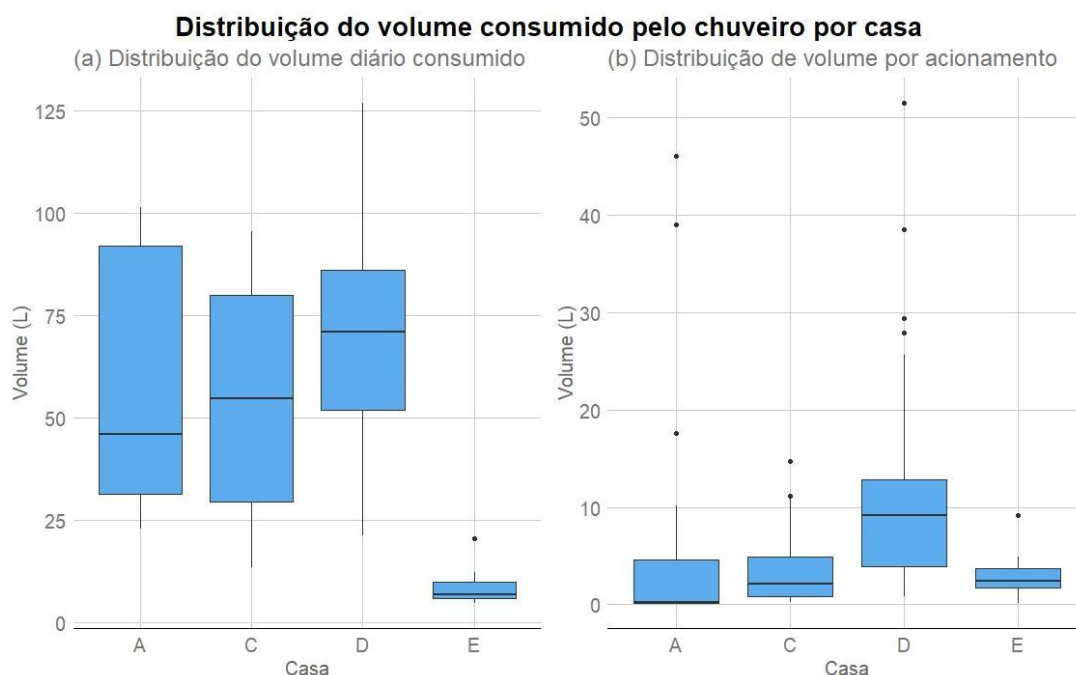


Figura 2: Distribuição do volume consumido por casa. O boxplot do lado esquerdo representa a distribuição diária do volume consumido; o boxplot do lado direito representa a distribuição do volume consumido por acionamento.

Fonte: Adaptado de Botelho et al. (2022)

Esse raciocínio não é aplicável para a residência *D*, que apesar de ser composta também por dois moradores, apresenta um intervalo interquartil menor e mais concentrado em valores mais altos que a casa *C* (Figura 2, lado esquerdo), que tinha 6 moradores, indicando que nessa residência o volume consumido por habitante é muito maior. Conforme os dados obtidos na entrevista, uma diferença dessa residência para as outras, é que

essa possui chuveiro elétrico. A presença desse elemento pode levar a banhos mais longos por serem mais confortáveis ou banhos mais curtos para evitar maiores gastos com água e eletricidade, fator relevante dada a faixa de renda das famílias estudadas, no entanto a casa *D* possuía “gato” de água e não se tem informações relacionadas a “gato” de energia.

Ainda relacionando os dois lados dos gráficos da Figura 2, chama atenção a residência *E*, que apresentou o menor volume por acionamentos com pequena variação (Figura 2, lado direito) e o mesmo padrão observado no consumo diário (Figura 2, lado esquerdo). Esses resultados sugerem que os moradores não utilizam o chuveiro para fins alternativos como relaxamento após um dia mais estressante, ou outros fins, mas sim prioritariamente e quase exclusivamente para higiene pessoal. Essa informação foi parcialmente confirmada na entrevista, uma vez que nem a lavagem de peças íntimas era feita no chuveiro nessa residência.

Segundo pesquisa de Gleick (1996), o consumo mínimo recomendado para chuveiro é de 15 L/pessoa/dia, variando de 5 L/pessoa/dia a 70 L/pessoa/dia. Com exceção da casa *E*, onde o valor foi um pouco menor, todos os valores encontrados ficaram dentro dessa faixa. A Casa *C* teve um dos menores volumes per capita; esse menor consumo pode estar relacionado ao número de pessoas nesta casa (6), que possui apenas dois banheiros, podendo haver filas para o banho, resultando em tempos de banho mais curtos.

Conclusão

A partir de reflexões feitas acerca dos banhos nas residências, comparando informações das entrevistas e monitoramento em alta resolução, chegou-se a algumas considerações interessantes. Os insumos utilizados no momento do banho podem interferir num maior ou menor consumo, como foi observado para a energia elétrica, sugere-se para trabalhos futuros, levantar informações sobre outros insumos também relevantes como tipo de produtos de higiene utilizados.

A observação acerca das intenções de uso do chuveiro no momento do banho como lavagem de roupas e banho exclusivamente para fins de higiene influenciam diretamente no consumo, assim, para trabalhos futuros, sugere-se incluir no roteiro da entrevista perguntas sobre quais motivos levaram a pessoa ao chuveiro, quais as atividades que antecedem o uso, como exercícios físicos, trabalho, sono, situações estressantes, e quais atividades ocorrem no chuveiro além do banho, como lavagem de roupas, lavagem do chão do banheiro. Também para futuras pesquisas, sugere-se ampliar a amostra, ainda que com um monitoramento menos intensivo, visando maior generalização dos resultados, além de estudar as mudanças no consumo após a pandemia de COVID-19.

A presença de vazamentos e equipamentos hidrossanitários com defeito não foram exploradas no presente trabalho, mas são importantes fontes de desperdício e mal uso da água. Assim pensando nesse viés, medidas como capacitação das famílias, para realizar

ações de manutenção preventiva periódica, que além de evitar vazamentos, permite ao morador regular as vazões para níveis ideais, evitando desperdícios, seria muito importante.

Por fim, a tarifa de água também se evidenciou como importante fator de influência no consumo de água. Descobrir o consumo mínimo para manutenção das condições básicas de saúde e higiene e prover subsídios para garantir esse consumo, especialmente para famílias de baixa renda, são importantes medidas de justiça social.

Referências

ANA - AGENCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil. [s.l: s.n.]. Disponível em: <www.gov.br/ana/pt-br>.

ARNOLD J (2024). `_ggthemes`: Extra Themes, Scales and Geoms for 'ggplot2'_. doi:10.32614/CRAN.package.ggthemes <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.ggthemes>>, R package version 5.1.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=ggthemes>>.

BOTELHO, G. et al. A Framework for Archive Demand Management Strategies: A Pilot Study on Water Use in a Low-Income Brazilian Area. *Sustainability* (Switzerland), v. 14, n. 1, 1 jan. 2022.

BOTELHO, G. Sistema de Suporte à Gestão da Demanda da Água Domiciliar: Análise de um Estudo Piloto em Área de Baixa Renda em Salvador, Bahia. Salvador: UFBA, maio 2022.

BOTELHO, G. L. P. Avaliação do consumo de água em domicílios: Fatores intervenientes e metodologia para setorização dos usos. Dissertação—Salvador: Mestrado em Meio Ambiente, Águas e Saneamento - MAASA - UFBA, 2013.

FREITAS W (2025). `_bizdays`: Business Days Calculations and Utilities_. doi:10.32614/CRAN.package.bizdays <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.bizdays>>, R package version 1.0.17, <<https://CRAN.R-project.org/package=bizdays>>

GARRETT Golemund, HADLEY Wickham (2011). Dates and Times Made Easy with lubridate. *Journal of Statistical Software*, 40(3), 1-25. URL <https://www.jstatsoft.org/v40/i03/>.

GLEICK, P. H. Basic water requirements for human activities: meeting basic needs. *Water International*, v. 21, n. 2, p. 83–92, 22 jun. 1996.

JAMES D, HORNIK K (2024). `_chron`: Chronological Objects which Can Handle Dates and Times_. doi:10.32614/CRAN.package.chron <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.chron>>, R package version 2.3-62, <<https://CRAN.R-project.org/package=chron>>.

KASSAMBARA A (2023). `_ggpubr: 'ggplot2' Based Publication Ready Plots_`. doi:10.32614/CRAN.package.ggpubr <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.ggpubr>>, R package version 0.6.0, <<https://CRAN.R-project.org/package=ggpubr>>.

KIPERSTOK, A.; KIPERSTOK, A. C. Technology Improvements or Influencing User Behaviour for Water Savings in Administrative and University Buildings: Which One Should Come First? *Frontiers in Civil Engineering*. [s.l.: s.n.].

LIU, W.; OOSTERVEER, P.; SPAARGAREN, G. Promoting sustainable consumption in China: a conceptual framework and research review. *Journal of Cleaner Production*, v. 134, p. 13–21, out. 2016.

OLIVEIRA-ESQUERRE, K. et al. Water end-use consumption in low-income households: Evaluation of the impact of preprocessing on the construction of a classification model. *Expert Systems with Applications*, v. 185, 15 dez. 2021.

R Core Team (2025). `_R: A Language and Environment for Statistical Computing_`. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

RIPLEY B, LAPSLEY M (2024). `_RODBC: ODBC Database Access_`. doi:10.32614/CRAN.package.RODBC <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.RODBC>>, R package version 1.3-26, <<https://CRAN.R-project.org/package=RODBC>>.

SHOVE, E.; PANTZAR, M.; WATSON, M. *The Dynamics of Social Practice everyday life and how it changes*. London: SAGE, 2012.

SPIESS A (2018). `_qpcR: Modelling and Analysis of Real-Time PCR Data_`. doi:10.32614/CRAN.package.qpcR <<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.qpcR>>, R package version 1.4-1, <<https://CRAN.R-project.org/package=qpcR>>.

WICKHAM H. The Split-Apply-Combine Strategy for Data Analysis. *Journal of Statistical Software*, 40(1), 1-29. URL <https://www.jstatsoft.org/v40/i01/>., 2011

WICKHAM H. *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis*. Springer-Verlag New York, 2016.

WICKHAM H, Averick M, Bryan J, Chang W, McGowan LD, François R, Grolemund G, Hayes A, Henry L, Hester J, Kuhn M, Pedersen TL, Miller E, Bache SM, Müller K, Ooms J, Robinson D, Seidel DP, Spinu V, Takahashi K, Vaughan D, Wilke C, Woo K, Yutani H (2019). “Welcome to the tidyverse.”

__Journal of Open Source Software__, *4*(43), 1686. doi:10.21105/joss.01686
<<https://doi.org/10.21105/joss.01686>>.

WICKHAM H, FRANÇOIS R, HENRY L, MÜLLER K, VAUGHAN D (2023). __dplyr: A Grammar of Data Manipulation__. doi:10.32614/CRAN.package.dplyr
<<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.dplyr>>, R package version 1.1.4, <<https://CRAN.R-project.org/package=dplyr>>.

WILKE C (2024). __ggridges: Ridgeline Plots in 'ggplot2'__. doi:10.32614/CRAN.package.ggridges
<<https://doi.org/10.32614/CRAN.package.ggridges>>, R package version 0.5.6, <<https://CRAN.R-project.org/package=ggridges>>.

Anexo

Código para o gráfico da Figura 3.

```
# -----  
library(tidyverse)  
library(ggbridges)  
library(ggthemes)  
library(ggpubr)  
library(lubridate)  
# FIGURA 3  
load("dados/data_class_sensor.Rdata")  
shower<-features[features$fixture=="Shower"&          features$houseID          %in%  
c("A","C","D","E"),]  
ntable<- shower %>%  
dplyr::group_by(houseID, date) %>%  
dplyr::summarise(volume = sum(volume))  
ntable %>%  
dplyr::group_by(houseID) %>%  
dplyr::summarise(volume = median(volume))  
p1<- ggplot(ntable) + geom_boxplot(aes(houseID, volume), fill = "steelblue2") +  
labs(x="House", y="Volume (L)", title = "(a) Distribution of the daily volume consu-  
med") +  
theme_gdocs()+ theme(text = element_text(size=15), title = ele-  
ment_text(size=11), axis.title = element_text(size=15),  
plot.background=element_blank())  
p2<-ggplot(shower) + geom_boxplot(aes(houseID, volume), fill = "steelblue2") +  
labs(x="House", y="Volume (L)", title = "(b) Volume distribution per trigger") +  
theme_gdocs()+ theme(text = element_text(size=15), title = ele-  
ment_text(size=11), axis.title = element_text(size=15),  
plot.background=element_blank())  
title <- textGrob("Distribution of volume consumed through the shower per house",  
gp=gpar(fontsize=20,fontface=2))  
grid.arrange(p1, p2, ncol=2, top = title)  
rm(list=ls())
```