

TECNOLOGIA, AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE

Coletânea de Artigos

Organizadores:

João da Costa Pantoja
Márcio Augusto Roma Buzar
Naiara Guimarães de Oliveira Porto



Universidade de Brasília

	UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
Reitora: Vice-Reitor: Decana de Pesquisa e Inovação: Decanato de Pós Graduação:	Márcia Abrahão Moura Henrique Huelva Maria Emília Machado Telles Walter Lucio Remuzat Rennó Junior
Diretor da FAU Vice Diretoria da FAU Coordenadora de Pós-Graduação: Coordenadora do LaSUS: Coordenador do LaBRAC:	FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO - UnB Marcos Thadeu Queiroz Magalhães Cláudia da Conceição Garcia Luciana Saboia Fonseca Cruz Marta Adriana Bustos Romero João da Costa Pantoja
Coordenação de Produção Editorial, Preparação, Revisão e Diagramação: Capa:	João Vitor Lopes Lima Farias Ana Luiza Alves de Oliveira Stefano Galimi
Conselho Editorial	Humberto Salazar Amorin Varum Osvaldo Luiz de Carvalho Souza Yara Regina Oliveira Paulo de Souza Tavares Miranda
Organização:	João da Costa Pantoja Marcio Augusto Roma Buzar Naiara Guimarães de Oliveira Porto

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Tecnologia, ambiente e sustentabilidade [livro eletrônico] : coletânea de artigos / organização João da Costa Pantoja , Marcio Augusto Roma Buzar , Naiara Guimarães de Oliveira Porto. -- 1. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU : Editora da Universidade de Brasília-UnB, 2021.

ePDF

ISBN 978-65-992384-4-4

1. Artigos - Coletâneas 2. Meio ambiente 3. Sustentabilidade ambiental 4. Tecnologia I. Pantoja, João da Costa. II. Buzar, Marcio Augusto Roma. III. Porto, Naiara Guimarães de Oliveira.

21-63042

CDD-660.02

Índices para catálogo sistemático:

1. Tecnologia 660.02 Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

1ª Edição

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.
Caixa Postal 04431, CEP 70842-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 3107-7458. Email: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

ORGANIZADORES E AUTORES

João da Costa Pantoja | Organizador e Autor | Brasil

Márcio Augusto Roma Buzar | Organizador e Autor | Brasil

Naiara Guimarães de Oliveira Porto | Organizador e Autor | Brasil

Alexandre M C Dutra | Autor | Brasil

Ana Luiza Alves de Oliveira | Autor | Brasil

Clarice C. D. da Silva | Autor | Brasil

Daniel Richard Sant'Ana | Autor | Brasil

Eduardo Bicudo de Castro Azambuja | Autor | Brasil

Francisco Afonso de Castro Júnior | Autor | Brasil

Hillary Damaceno de Brito | Autor | Brasil

Hugo Rodrigues Pinheiro | Autor | Portugal

Iberê Pinheiro de Oliveira | Autor | Brasil

Igor Rafael Mendes Guimarães Alcantara | Autor | Brasil

Joára Cronemberg Ribeiro Silva | Autor | Brasil

Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa | Autor | Brasil

Louise Boeger Viana dos Santos | Autor | Brasil

Luiza Teixeira Naili | Autor | Brasil

Mafalda Fabiene Ferreira Pantoja | Autor | Brasil

Marcelo Aquino Corte Real da Silva | Autor | Brasil

Márcio Busón | Autor | Brasil

Pedro Pantoja Luz | Autor | Brasil

Philipe Queiroz Rodrigues | Autor | Brasil

Rudi Sato Simões | Autor | Brasil

Thaís Aurora Vilela Sancho | Autor | Brasil

Stefano Galimi | Autor | Brasil

Valmor Cerqueira Pazos | Autor | Brasil

Victor Villar de Queiroz Milani | Autor | Brasil

Vitor Ramos de Quadros | Autor | Brasil

Wender Camico Costa | Autor | Brasil

ÍNDICE

Tema 1 - Estruturas e Arquitetura

I - Manutenção de helipontos elevados - Plataformas de distribuição de cargas em estruturas de concreto/aço instaladas em edifícios já construídos	07
II - A ponte de ferro de Cachoeiro do Itapemirim.....	28
III - Caracterização dos blocos de apartamento da Colina Velha na Universidade de Brasília: História, arquitetura, pré-moldado, sistemas estruturais e patologias	47
IV - Arquitetura de madeira roliça brasiliense: Um estudo de caso, Maloca e academia Unique	83
V - Aplicação do método de bielas e tirantes em vigas de equilíbrio na ferramenta Cast	97

Tema 2 - Sustentabilidade, Qualidade e Eficiência do Ambiente Construído

VI - Edificações de porte monumental de arquitetura modernista: Uma contribuição para a avaliação Acústica	119
VII - Técnicas de auditoria do consumo de água: Relatos de experiência em campo	142
VIII - Elaboração de algoritmo de uso e ocupação do solo para terrenos do Distrito Federal - Brasill	157
IX - Aproveitamento de águas pluviais em edificações públicas: O caso da procuradoria geral da república	180
X - Análise de uma cobertura paramétrica de bambu composta por paraboloides hiperbólicos	194
XI - Análise da ventilação natural e de qualidade do ar interno: Hospitais Sarah Brasília e Sarah Lago Norte	206

Tema 3 - Tecnologia de Produção do Ambiente Construído

XII - Trincas em sistemas de vedação decorrentes da resistência do concreto	229
XIII - Avaliação probabilística do nível de segurança e durabilidade de estruturas existentes em concreto armado	241
XIV - A conservação do patrimônio moderno através das práticas de retrofit na infraestrutura urbana de Brasília.....	261
XV - A influência da fabricação digital junto ao design aberto nas novas gerações de produtos	283
XVI - Degradação e processo de recuperação de obra de infraestrutura: Viaduto Galeria dos Estados.....	302

TEMA 2: SUSTENTABILIDADE, QUALIDADE E EFICIÊNCIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Controle e avaliação ambiental integrada e tecnologias eficientes para projeto, construção, operação e reabilitação de edificações e áreas urbanas, revitalização da paisagem. Planejamento estratégico e gestão ambiental urbana e infraestrutura. Condições bioclimáticas e tradições culturais. Qualidade de vida urbana, desempenho ambiental e eficiência: energia, água, materiais e resíduos.

Artigos:

- VI. *Edificações De Porte Monumental De Arquitetura Modernista: Uma Contribuição Para A Avaliação Acústica*
Oliveira, A.; Pantoja, J.; Silva, C.; Buzar, M.
- VII. *Técnicas De Auditoria Do Consumo De Água: Relatos De Experiência Em Campo*
Alcantara, I.; Pazos, V.; Boeger, L.; Sant'Ana, D.
- VIII. *Elaboração De Algoritmo De Uso E Ocupação Do Solo Para Terrenos Do Distrito Federal - Brasil*
Simões, R.; Pantoja, J.
- IX. *Aproveitamento de águas pluviais em edificações públicas: o caso da procuradoria geral da república*
Galimi, S.; Pantoja, J.
- X. *Análise De Uma Cobertura Paramétrica De Bambu Composta Por Paraboloides Hiperbólicos*
Quadros, V.; Pantoja, J.
- XI. *Análise Da Ventilação Natural E Da Qualidade Do Ar Interno: Hospitais Sarah Brasília E Sarah Lago Norte*
Sancho, T.; Pantoja, J.; Silva, J.

VII

TÉCNICAS DE AUDITORIA DO CONSUMO DE ÁGUA: RELATOS DE EXPERIÊNCIA EM CAMPO

AUDITING TECHNIQUES FOR WATER CONSUMPTION: FIELD EXPERIENCE REPORTS

Igor Rafael Mendes Guimarães Alcantara

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído
Brasília – DF, Brasil
irmalcantara@gmail.com

Valmor Cerqueira Pazos

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído
Brasília – DF, Brasil
pazos@unb.br

Louise Boeger

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído
Brasília – DF, Brasil
louiseboeger@unb.br

Daniel Sant'Ana

Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído
Brasília – DF, Brasil
dsantana@unb.br

Resumo: Auditoria de água é o processo documentado na avaliação quantitativa e qualitativa dos fluxos de água dentro de um determinado domínio. A auditoria de água pode ser realizada em diferentes cenários naturais ou construídos, da macro à micro escala. Neste trabalho, apresentamos diferentes técnicas de auditoria do consumo de água em edificações a partir de experiências em campo. As técnicas aqui apresentadas variam de estimativas baseadas em entrevistas e observações a medições realizadas por diferentes instrumentos. A auditoria do consumo de água em edificações é capaz de caracterizar os usos-finais de água, gerando informações de consumo, frequência, tempo de uso, vazão de equipamentos hidrossanitários, hábitos de uso de água e rotinas de manutenção predial, padrão de consumo predial, vazamentos e ineficiências do sistema hidráulico. As informações geradas podem ser utilizadas para gerar modelos de previsão de demanda, no dimensionamento de redes hidráulicas e reservatórios de sistemas prediais de água potável e de água não potável, avaliar o desempenho de diferentes estratégias voltadas a conservação de água, a eficácia de políticas públicas, entre outros.

Palavras-Chave: Auditoria de Água, Usos-finais de Água, Experiências em Campo

Abstract: Water auditing is the documented process in the quantitative and qualitative assessment of water flows within a given domain. Water audits can be carried out at different natural or built scenarios, from macro to micro scale. In this work, we present different auditing techniques for water consumption in buildings based on fieldwork experiences. The techniques presented vary from simple and cost-effective strategies (such as observations, questionnaires and

interviews) to precise technological devices capable measuring water flow. Building water audit is able to characterize water end uses, generating data on water consumption, frequency of water use, time per use, water flow, use habits, maintenance routines, consumption patterns, leaks and inefficiencies within the plumbing system. The information can be used to generate demand forecasting models, dimensioning potable and non-potable water systems, evaluating the performance of water conservation strategies, the effectiveness of public policies and others.

Keywords: Water Audit, Water End-Uses, Fieldwork Experiences

1. INTRODUÇÃO

Auditoria de água é o processo documentado na avaliação quantitativa e qualitativa dos fluxos de água dentro de um determinado domínio. Sua essência quantitativa é de medir o volume de água utilizada em diferentes tipos de usos e compreender como a água está sendo utilizada dentro do domínio estabelecido (**auditoria do consumo de água**). Os volumes de entrada e saída deste domínio são comparados; eles devem estar dentro de uma tolerância pré-determinada para considerar os resultados como satisfatórios. Em sua essência qualitativa, as características físicas, químicas e biológicas dos volumes de entrada e de saída do domínio são analisadas e os processos de uso avaliados (**auditoria da qualidade de água**).

A auditoria de água pode ser realizada em diferentes cenários naturais ou construídos, da macro à micro escala. Por exemplo, sistemas naturais como bacias hidrográficas, rios e lagos podem ser auditados, assim como sistemas urbanos de distribuição de água, drenagem ou de esgotamento sanitário. Já a auditoria de água em sistemas prediais é capaz de caracterizar a quantidade e a qualidade de água de diferentes pontos de entrada (abastecimento) e saídas (efluentes). Como resultado, ineficiências no sistema analisado podem ser identificados, gerando indicadores quantitativos e qualitativos de desempenho ambiental - informações cruciais para a gestão sustentável da água.

A auditoria do consumo de água em edificações é capaz de caracterizar os usos-finais de água, gerando informações de consumo, frequência, tempo de uso, vazão de equipamentos hidrossanitários, hábitos de uso de água e rotinas de manutenção predial, padrão de consumo predial, vazamentos e ineficiências do sistema hidráulico. As informações geradas podem ser utilizadas para gerar modelos de previsão de demanda, no dimensionamento de redes hidráulicas e

reservatórios de sistemas prediais de água potável e de água não potável, avaliar o desempenho de diferentes estratégias voltadas a conservação de água, a eficácia de políticas públicas, entre outros.

Um dos primeiros estudos de caracterização de usos-finais de água foi realizado por Thackray et al. (1978) tendo como objeto de estudo o consumo doméstico de duas famílias inglesas em cidades diferentes no ano de 1971. Para o levantamento dos dados de consumo, usaram como método a leitura das marcações diárias dos hidrômetros das casas e preenchimento manual de diários de consumo de cada membro da família, considerando o número de vezes e a finalidade do consumo da água. Para complementar o levantamento dos perfis, os pesquisadores realizaram ensaios de consumo de vários eletrodomésticos para cruzar as informações de volume de água consumida com os lançamentos feitos nos diários. Sobre este estudo, Barreto (2008) salienta que esta caracterização do consumo de água é restrita e aplicável somente à época de realização do estudo, embora seus métodos possam ser replicáveis em estudos atuais.

Outro trabalho seminal com relevante metodologia foi o de De Oreo et al. (1996), em que realizaram o monitoramento do consumo de uma residência através da instalação de um hidrômetro acoplado a um datalogger para se extrair o perfil de consumo de cada ponto de consumo de água da casa. Para tanto, desenvolveram uma técnica denominada “análise de traço” em que, a partir dos dados de consumo aferidos pelo datalogger, obtiveram curvas de vazão características para cada equipamento de água, gerando uma ‘assinatura’ de vazão através da frequência de uso em cada ambiente e determinando, assim, o perfil de consumo final da água.

Na medida em que pesquisas nacionais e internacionais evoluem para analisar o uso de água em diferentes tipos de edificações, observa-se, cada vez mais, o emprego de diferentes técnicas capazes de caracterizar os usos-finais de água. Este trabalho teve como objetivo apresentar diferentes técnicas de auditoria do consumo de água a partir de experiências em campo.

2. MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

A depender da finalidade da investigação e da viabilidade de acesso dos pesquisadores para realizar o levantamento dos dados, cada estudo pode optar

por lançar mão de técnicas que possibilitem obter dados quantitativos, qualitativos, ou ambos, para subsidiar suas análises. Neste sentido, Sant’Ana & Mazzega (2018) ressaltam a importância de utilizar tantas técnicas quanto possíveis para se verificar a consistência entre diferentes subconjuntos de informações, bem como para mitigar modelos de erro de covariância associados aos dados obtidos de diferentes fontes.

A fim de caracterizá-las, serão classificadas e tipificadas no presente artigo metodologias de aferição de consumo de água em seus usos finais. Serão descritos os principais equipamentos utilizados em estudos de usos finais da água, citados no decorrer de cada metodologia. Os métodos de medição serão listados conforme sua abrangência de amostragem, divididos em: medição geral, medição setorizada e medição específica.

As técnicas de levantamento de dados de consumo descritas serão, em sua maioria, fruto de experiências de campo dos próprios autores, podendo haver reforço teórico ou não, visando documentar componentes e técnicas que possam colaborar em metodologias de estudos futuros. Estas serão classificadas conforme a acessibilidade na obtenção dos dados, ou seja, por técnicas de amostragem direta ou indireta.

Miranda (2002) ressalta que a limitação técnica, seja por insuficiência material ou por falta de calibragem ou manutenção regular dos equipamentos, assim como a própria obsolescência dos equipamentos, provocam erros nas medições. Daí a importância de se gerar uma base de dados e protocolos fundamentados e devidamente testados para viabilizar aplicações futuras de forma mais consistente, esquivando-se de erros já predicados.

Segundo Sá (2007), as perdas de água estão presentes em todas as partes de um sistema de abastecimento, desde a captação até os pontos de consumo, como por exemplo, as residências de cada usuário. Para a determinação e identificação das perdas é fundamental que os volumes em cada parte do sistema sejam medidos, através da micromedição.

Entende-se por micromedição o cálculo do abastecimento por usuários finais, convencionalmente realizado através da instalação de hidrômetros dos ramais de distribuição da cidade chegando às edificações. A hidrometração é o tipo de micromedição mais amplamente utilizado em pequenos e médios setores urbanos. Nos ramais de instalações individuais, o medidor é instalado na ponta

do ramal predial externo e na entrada da tubulação predial interna do imóvel.

Estes equipamentos devem ser escolhidos conforme critérios de aplicabilidade, adequação técnica e custos operacionais de acordo com o escopo do trabalho a ser realizado. Em se tratando de instalações hidráulicas, critérios como pressão de utilização, tipo de material e finalidade da aplicação devem pesar na escolha de cada um dos componentes.

3. MEDIÇÕES GERAIS E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS

As medições gerais são empregadas em estudos de consumo do edifício como um todo. O uso da água pode variar dentre as diversas tipologias e finalidades de edificações.

O principal equipamento de medição de consumo geral, inclusive estabelecido por Lei, é o hidrômetro. O hidrômetro é um equipamento cuja finalidade é indicar e totalizar, continuamente, o volume de água que o atravessa (Rech,1999). Para dimensionamento do hidrômetro em medições gerais ou setorizadas, considera-se a demanda de vazão servida à edificação ou ao setor específico a ser medido.

Há que ponderar a justa medida de trabalho do equipamento, entre não extrapolar suas limitações técnicas - com volumes excessivos de medição - nem trabalhar com vazões muito reduzidas que inviabilizam seu correto funcionamento. Além da vazão máxima de trabalho determinada pela demanda do consumidor, é necessário conhecer a vazão mínima, na qual se prevê que o sistema irá operar e que o equipamento deverá registrar corretamente.

3.1. Medições Setorizadas

Define-se por setorização do consumo de água a divisão do sistema hidráulico em setores de utilização. A setorização pode ocorrer por atividades de consumo ou conforme a disposição e áreas dos ambientes, ou o que se mostrar mais aplicável. No segundo caso, é dado um enfoque hidráulico com agrupamento de áreas ou pontos de consumo (PNCDA, 2003).

Para investigação de usos finais, a observação dos dados de perfil de consumo pode ser realizada através do uso de equipamentos conversores de pulsos magnéticos em pulsos digitais, que chamaremos aqui de medidores de fluxo, instalados na linha de adução hidráulica antes do objeto de estudo. Estes

medidores de fluxo podem ser encontrados no mercado nas bitolas de $\frac{1}{2}$ " e 1" (para medições específicas) e $1\frac{1}{2}$ " (para medições setorizadas), produzidos em plásticos de engenharia ou aço inoxidável – para trabalhos com fluidos reativos ou em altas temperaturas (Figura 1). Os dados de pulso computados pelos medidores de fluxo podem ser armazenados em dataloggers ou transmitidos via internet para outros equipamentos de armazenamento digital.

Em um trabalho de setorização de consumo realizado num condomínio residencial no Setor Sudoeste em Brasília-DF (Figura 3), foram utilizados medidores de fluxo de $1\frac{1}{2}$ " com filtro Y - para evitar que corpos estranhos bloqueassem a hélice dos medidores de fluxo; registros de esfera – para interrupção do fluxo de água no setor desejado e luvas de união – para viabilizar futuras intervenções técnicas sem a necessidade de cortes nas tubulações.

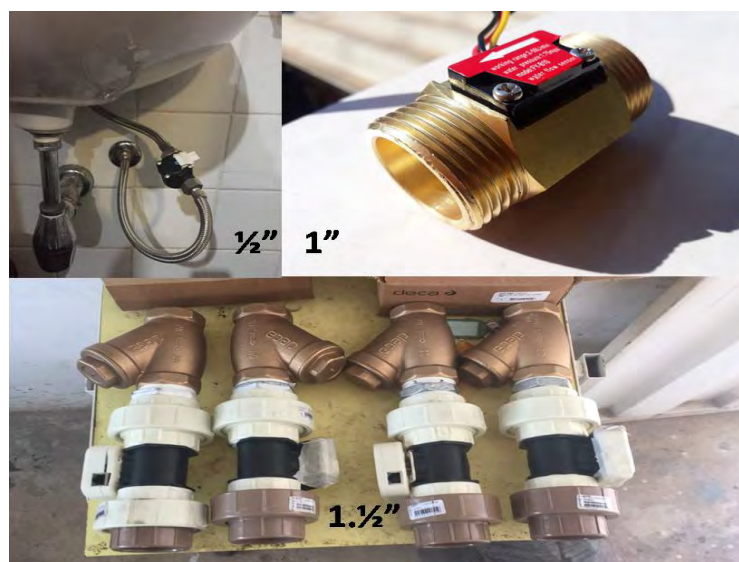


Figura 1. Exemplos de medidores de fluxo de diferentes bitolas e materiais

Neste contexto, o recurso da medição foi uma maneira de gerenciar o controle de consumo das unidades residenciais de acordo com a localização dos apartamentos, em quatro grupos: apartamentos de final 01 (101 a 601), 02 (102 a 602), 03 (103 a 603) e 04 (104 a 604). Para isso, foi necessário um mapeamento da pressão na rede, a fim de identificar os limites das áreas com diferentes faixas de pressão. Esta instalação foi realizada diretamente no barrilete, para que se tivesse cota piezométrica superior a 10 metros e, assim, fosse possível manter uma pressão adequada servida aos apartamentos.

Para um sistema de medição setorizada, é realizado um projeto de localização dos medidores de $1\frac{1}{2}$ ", com especificação dos elementos primários

(características de rede) e secundários (componentes do medidor) e meios de calibração. Os dados devem ser consolidados em relatórios gerenciais e deve ser elaborado um calendário de manutenção preventiva e corretiva das instalações.



Figura 2. Setorização de medição em um barrilete de condomínio residencial

Um edifício com sistema de medição e monitoração setorizada tem como benefícios o controle de consumo, ocasionado pela redução dos volumes totais consumidos em um determinado período e a pronta identificação de vazamentos internos ou desperdícios significativos que, a depender da companhia de saneamento, pode levar um mês ou mais para serem identificados.

3.2. Medições Específicas / Medição com medidores de fluxo de 1/2"

Consideramos medições específicas aquelas que registram o consumo em aparelhos hidráulicos de usos finais, tais como: torneiras, sistemas de descarga, máquinas de lavar, bebedouros etc.

Os medidores de fluxo de 1/2" são mais indicados para medições de consumo pontuais em torneiras, chuveiros, sistemas de descarga com caixa acoplada, duchas higiênicas, bebedouros e máquinas que consomem água em sua utilização (Figura 3. 1).

Para instalação, observamos maior eficácia no uso de engates flexíveis metálicos do tipo macho-fêmea de comprimentos diversos, conforme o acesso necessário. Flexíveis de plástico, embora tenham custo mais acessível, podem resultar em vazamentos indesejados, já que o bocal de rosqueamento costuma ter um comprimento maior que a rosca do medidor de fluxo, impedindo que a guarnição de borracha seja premida para a correta vedação. É importante que a

pressão não ultrapasse 40 m.c.a, para não danificar o medidor de fluxo (Figura 3.4).



Figura 3. Equipamentos de medição específica

Em um estudo realizado numa creche pública no Distrito Federal, usamos para registro de dados equipamentos do tipo datalogger, que armazenavam informações geradas pelos medidores de fluxo num cartão de memória, sem conexão à internet (Figura 3.2).

Nem sempre o datalogger pode ficar próximo aos medidores de fluxo, pois a umidade pode danificar o aparelho. Para se levar as informações do medidor de fluxo para o datalogger, usa-se um cabo de áudio tipo cânnon de 3 vias que deve ter até 12 metros, uma vez que foram registradas perdas de informação no uso de cabos mais extensos.

Outro tipo de combinação utiliza o datalogger acoplado ao medidor de fluxo, com uma placa de rede de internet embutida (Figura 3.3). Dessa forma, os dados mensurados são enviados via cabo ou via wi-fi para um servidor online. Junto a esse servidor podem ser utilizados softwares capazes de gerir os dados automaticamente e identificar as assinaturas de consumo de cada equipamento, desagregando os resultados em usos finais, por exemplo.

3.3.Registro manual de consumo com cronômetro

Usado para estimar a vazão de um determinado equipamento por meio do tempo necessário para encher um recipiente cujo volume já foi determinado, esse método utiliza um balde ou vasilhame milimetrado para receber a água e, com uso de um cronômetro ou marcador de tempo, identificar o tempo de

enchimento. Para obter a vazão, é calculada a razão entre o volume pré-determinado e o tempo de enchimento, em L/s ou L/min.

A vantagem deste recurso, além de seu baixo custo, é sua versatilidade e baixa complexidade de aplicação para se obter informações sobre as características de consumo de um determinado ponto, por exemplo, torneira de jardim, lavatório, tanque ou mesmo torneira boia para caixa d'água.

As limitações do registro em cronômetro estão em seu baixo nível de precisão, além da inviabilidade para amostragens de grande número de pontos de consumo. Também não é possível utilizar este método para alguns tipos de equipamento, como descargas sanitárias e máquinas de lavar.

4. TÉCNICAS DE AMOSTRAGEM

As técnicas de amostragem devem buscar equilibrar qualidade, quantidade e principalmente confiabilidade de dados para realização de um estudo. O controle através de sistemas inteligentes capazes de atuar de forma eficiente remete confiabilidade nas informações, rapidez na tomada de decisões e economia na operação (Santos, 2013).

Diferimos as técnicas de amostragem em amostragem direta, em que os agentes do estudo interferem ativamente nas atividades para obtenção de dados e amostragem indireta, onde a obtenção é passiva e, em geral, não implica em mudanças no funcionamento ou comportamento do objeto do estudo.

4.1. Entrevista/ Questionário

Esta é uma metodologia amplamente utilizada, que se caracteriza por entrevistas com consumidores de água. Tem por finalidade obter dados dos hábitos de consumo de água e outras informações como, por exemplo, dados socioeconômicos, que permitam investigar diferentes extratos sociais e sua relação com o consumo de água. Em geral, são seguidas de visitas aos locais de estudo (Dantas et al. 2006; Oliveira et al. 2006; Ywashima et al. 2006).

Os questionários são formulados com finalidade de se obter dados de caracterização de amostras que possam associar ou justificarem suas vazões de consumo (Berenhauser & Pulici, 1983), registradas por um período determinado. A seguir estes dados são processados e tabulados.

De acordo Berenhauser & Pulici (1983) os questionários e entrevistas tem

por escopo o preparo de perguntas que sejam:

- Ontológicas dentro do escopo do estudo, em que possam abranger múltiplos elementos que trarão riqueza na obtenção de dados para os estudos.
- Acessíveis, desde o entendimento para os entrevistados, do ponto de vista de sua compreensão, até em sua facilidade de acesso e simplicidade de resposta.
- Que sejam claras em sua construção, não dando margem a entendimentos dúbios ou equívocos que possam enviesar ou prejudicar o estudo.

O uso deste método foi aplicado especificamente para obtenção de informações de consumo em válvulas de descarga para bacia sanitária, em estudo do Grupo de Pesquisa Água e Ambiente Construído, numa creche em Brasília.

4.2. Contador analógico

Este pode ser um recurso para se investigar perfis de consumo em instalações hidrossanitárias com válvulas de descarga de forma não invasiva, com baixo custo e rápida instalação.

Em experiências em campo, foi utilizado um contador analógico digital embutido, cujo botão de registro fica alinhado a uma paleta da tecla de acionamento da válvula de descarga, de tal modo que o usuário, ao acionar a descarga, simultaneamente faz com que a paleta acione o botão de contador, registrando que a válvula foi usada (Figura 4).



Figura 4. Instalação de contadores analógicos em válvula de descarga

4.3. Registro em vídeo

Este método foi um recurso utilizado por Sant’anna et al., (2013) em estudo de perfil de consumo de uma escola pública em Brasília, no intuito de acompanhar o tempo de uso das torneiras na cozinha pelos funcionários, tendo uma câmera filmadora registrando a movimentação e usos, sem a interferência de um observador no local.

Nascimento & Sant’Ana (2015) valeram-se deste recurso para medir os usos finais da água em uma cozinha de hotel, usando, para tanto, os registros de câmeras de segurança, já instaladas no local.

Embora tenha custo operacional baixo, especialmente considerando sua implementação em locais que já contem com os equipamentos de vídeo pré-instalados, e possa ser aplicado em diversos ambientes, o manejo dos dados em vídeo para aferição dos tempos de consumo demanda muito tempo de trabalho. Além disso, para determinados ambientes em que se realiza consumo de água, especialmente em banheiros, o registro em vídeo torna-se inviável por motivos de privacidade dos usuários.

4.4. Cadernos/ Diários de registros

O registro diário de consumo é muito utilizado para parametrizar e controlar padrões de consumo. É comumente utilizado em condomínios e empresas, a fim de identificar desvios nas medições que possam indicar possíveis vazamentos em sua rede.

Em muitos casos, a melhor forma de estimar o perfil de consumo de um local é através dos registros de processos, a partir protocolos de controle. Torna-se também um recurso muito útil para estudos e levantamentos de consumo de estabelecimentos em que não se tem acesso aos hidrômetros da companhia de saneamento.

Num estudo realizado no Hospital de Apoio de Brasília em 2017, para se estimar o volume de consumo mensal da lavanderia, fez-se uso dos diários de registro de controle das pesagens diárias de roupa a ser lavada, anotadas pelos funcionários (Figura 5). Nesse caso, o peso da roupa a ser lavada era a variável associada ao consumo de água para esse uso final específico, o de lavagem de roupas.



Figura 5. Exemplo de diários de Registro

5. CONCLUSÃO

Embora ainda sejam poucas as experiências práticas desse tipo de estudo, tem se observado um crescente interesse em pesquisas referentes às medições de consumo de água. É importante considerar que a elaboração de técnicas e protocolos de procedimento de pesquisas de campo podem ser muito úteis no planejamento de estudos futuros, prevenindo desvios desnecessários.

Em termos de técnicas e procedimentos, consideramos fundamentais para a eficácia da operação (instalação, obtenção dos dados e remoção dos equipamentos de medição) que seja garantida a regularidade das instalações, a estanqueidade das vedações e o não compromisso às pressões ou vazões servidas, permitindo manutenções dinâmicas e, na medida do possível, mantendo a originalidade dos pontos de consumo investigados, tanto durante quanto após a instalação do conjunto hidráulico medidor.

Neste contexto, é importante que os métodos empregados sejam coetâneos, no sentido de trazerem informações derivadas de um mesmo âmbito de estudo. Os equipamentos estejam coerentes, em termos de calibração e confiabilidade de aferição. Tudo isso, dentro do processo conativo da pesquisa, em que várias instâncias do conjunto da obra estejam harmônicas.

Para selecionar os métodos mais adequados para aferição, deve-se, portanto, considerar o tipo de resultado desejado (consumo geral, setorizado ou por usos finais de água), o nível de acesso aos pontos de consumo que se deseja

aferir, a quantidade de recursos financeiros, técnicos, humanos e o tempo disponíveis para a pesquisa e o grau de confiabilidade desejado. Nem sempre será possível utilizar os métodos mais precisos, por exemplo, quando o volume de amostragem é maior. Torna-se, essencial, portanto, ao pesquisador, considerar na elaboração de sua metodologia os diversos fatores envolvidos na medição do consumo de água levantados no decorrer deste artigo.

A contribuição do presente estudo, portanto, reside na demonstração de diferentes métodos de medição de consumo de água empregados com sucesso em estudos realizados nos últimos anos, sob a forma de relatos de experiências de campo, que podem colaborar na escolha de métodos de outros estudos dessa área do conhecimento, trazendo uma perspectiva prática, a ser somada ao campo teórico.

6. AGRADECIMENTO

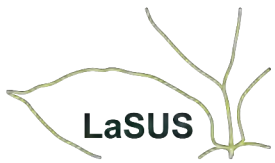
Agradecemos a Fundação de Apoio a Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento às pesquisas realizadas pelo Grupo de Pesquisa Água & Ambiente Construído.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRETO D. **Perfil do consumo residencial e usos finais da água**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 8, n. 2, p. 23-40, abr./jun. 2008.
- BERENHAUSER, J.C.B.; PULICI, C. **Previsão de consumo de água por tipo de ocupação do imóvel**. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 12. Balneário Camboriú, Santa Catarina, 1983. 34 p.
- DANTAS, C. T.; UBALDO JR., L.; POTIER, A. C.; ILHA, M. S. O. **Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Itajubá**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis – SC, Anais. CD Rom, 2006.
- DE OREO, W.B., HEANEY, J.P., MAYER, P.W. **Flow trace analysis to assess water use**. *Journal of American Water Works Association*, V.88, nº 1, p. 79 90, jan., 1996.

- MIRANDA, C., Ernani. **Avaliação de Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água – Indicadores de Perdas de Metodologias para Análise de Confiabilidade**. 2002. 130p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos) – Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.
- NASCIMENTO, E.A.A.; SANT’ANA, D.R. **Caracterização dos usos-finais do consumo de água em edificações do Setor Hoteleiro de Brasília**. Revista de Arquitetura IMED, Passo Fundo, v. 3, n. 2, p. 156-167., ISSN 2318-1109. fev. 2015. Disponível em: <https://is.gd/8JGUyx>.
- OLIVEIRA, L. H.; SOUSA, L. C.; SILVA, K. A.; PAIXÃO, A. **Caracterização do uso da água em habitações unifamiliares de interesse social**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis-SC, Anais.CD Rom, 2006.
- PNCDA – PROGRAMA NACIONAL DE COMBATE AO DESPERDÍCIO DE ÁGUA. DTA No F3. **Código de Prática de Projeto e Execução de Sistemas Prediais – Conservação de água em Edifícios** - Ministério do Planejamento e Orçamento, Secretaria de Política Urbana, Brasília, DF, 68p. 2003.
- RECH, Antônio L. **Água, micromedição e perdas**. São Paulo: Scortecci, 1999.
- SÁ, Clarissa Campos de. **A importância da micromedição no combate às perdas de água - estudo da hidromederação da Companhia águas de Joinville**. Florianópolis –SC, 2007.
- SANT’ANA, D.; MAZZEGA, P. **Socioeconomic analysis of domestic water end-use consumption in the Federal District**. Brazil. Sustainable Water Resources Management, v.3, p.1-16, 2017.
- SANT’ANNA, R.; MIRANDA, R.; CÉSAR, L.; SANT’ANA, D. **Análise do Consumo de água em Escola Pública do Distrito Federal**. Terra: [livro eletrônico]: Qualidade de Vida, Mobilidade e Segurança nas Cidades / Giovanni Seabra (organizador). – João Pessoa: Editora Universitária da UFPB, Vol. 3 1.243 pag. 2013.

- SANTOS, D.D. **Avaliação da metodologia para controle de perdas de água em sistema de distribuição no Recife-PE**. Dissertação (Mestrado). Orient.: Profa. Dra. Suzana Maria Montenegro. – Universidade Federal de Pernambuco. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil.121f. 2013
- THACKRAY, J. E.; COCKER, V; ARCHIBALD, G. **The Malvern and Mansfield studies of domestic water usage**. Proceedings of the institution of civil engineers: part 1-design and construction. v. 64, p. 37-61. London: Institution of Civil Engineers, fev. 1978.
- YWASHIMA, L. A.; CAMPOS, M. A. S.; PIAIA, E.; LUCA, D. M. P.; ILHA, M. S. O. **Caracterização do uso de água em residências de interesse social em Paulínia**. XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Florianópolis-SC, Anais. CD Rom, 2006.



ISBN: 978-65-992384-4-4

CRJ

9 786599 238444

This block contains the book's ISBN, a barcode, the publisher's logo (CRJ), and the ISBN number repeated at the bottom.