



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS VIII - ARARUNA
CENTRO DE CIÊNCIAS, TECNOLOGIA E SAÚDE
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL
CURSO DE BACHARELADO EM ENGENHARIA CIVIL**

WÊNIA DE FÁTIMA SILVA MEDEIROS

**ANÁLISE DO USO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR**

**ARARUNA - PB
2022**

WÊNIA DE FÁTIMA SILVA MEDEIROS

**ANÁLISE DO USO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM
EDIFÍCIO MULTIFAMILIAR**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos Hídricos.

Orientador: Profa. Dra. Yáscara Maia Araújo de Brito.

**ARARUNA – PB
2022**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

M488a Medeiros, Wenia de Fatima Silva.

Análise do uso de mecanismos poupadores de água em um edifício multifamiliar [manuscrito] / Wenia de Fatima Silva Medeiros. - 2022.

39 p. : il. colorido.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências, Tecnologia e Saúde, 2023.

"Orientação : Profa. Dra. Yáscara Maia Araújo de Brito, Coordenação do Curso de Engenharia Civil - CCTS."

1. Recurso hídrico. 2. Consumo de água. 3. Conservação de água. I. Título

21. ed. CDD 333.91

WÊNIA DE FÁTIMA SILVA MEDEIROS

ANÁLISE DO USO DE MECANISMOS POUPADORES DE ÁGUA EM UM EDIFÍCIO
MULTIFAMILIAR

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenação do Curso de Graduação em Engenharia Civil da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharela em Engenharia Civil.

Área de concentração: Recursos hídricos.

Aprovada em: 19/12/2022.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Yáscara Maia Araújo de Brito (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Profa. Dra, Maria Adriana de Freitas Mágero Ribeiro
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)



Prof. Me. Osires de Medeiros Melo Neto
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Ao meu filho, Matheus, sua chegada
iluminou minha vida, DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por ter me dado força e coragem para superar todos os desafios durante essa trajetória, por me permitir concluir mais um ciclo em minha vida.

Aos meus pais, Iraneide e Canindé, por todo amor, dedicação, encorajamento e confiança.

Ao meu esposo, Cláudio, por estar ao meu lado me motivando e acreditando na realização deste sonho.

Ao meu irmão, Wilton, por todo carinho e apoio.

Às minhas amigas, Amanda e Delany, que sempre estiveram comigo, me apoiando. Aos amigos que a UEPB me deu a oportunidade de conhecer e trilhar esse caminho junto.

Aos meus professores, todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para o meu conhecimento e me deram os ensinamentos necessários para chegar até aqui. Em especial a minha orientadora Yáscara Maia, que foi imprescindível para o desenvolvimento deste trabalho.

RESUMO

A água é um recurso natural finito fundamental para existência humana. Mas com o crescimento populacional, mudanças climáticas e o uso indiscriminado da água vêm ocorrendo crises de abastecimento urbano, gerando a necessidade de métodos de conservação de água, buscando o uso racional. Diante disso, o presente trabalho busca analisar a implantação de equipamentos economizadores em um apartamento de um edifício multifamiliar, como método para economia de água. Para tanto, foram elencados os equipamentos existentes no apartamento e seu respectivo custo de aquisição. Para análise, determinou-se o padrão de consumo e foram obtidos os consumos de água dos aparelhos. Os indicadores de consumo de água demonstraram que os maiores índices de consumo individual de água foram a cozinha (38,6%) e chuveiro (33,0%). Observou-se que o consumo mensal do apartamento é de 16,08 m³, obtendo o valor de 176,21 L/pessoa.dia. O consumo de água também foi caracterizado se não houvesse a existência de equipamentos poupadores de água, onde se observou que a inexistência desses equipamentos geraria um custo de R\$ 89,94 mensal. Diante do exposto, tem-se que os economizadores de água apresentam uma relevante viabilidade técnico-financeira, com um rápido tempo de retorno do valor monetário investido na aquisição dos poupadores de água.

Palavras-chave: Conservação de água. Dispositivos economizadores. Viabilidade técnico-financeiro.

ABSTRACT

Water is a finite natural resource fundamental to human existence. But with population growth, climate change and the indiscriminate use of water, urban supply crises have been occurring, generating the need for water conservation methods, seeking rational use. In view of this, the present work seeks to analyze the implementation of energy-saving equipment in an apartment of a multifamily building, as a method for saving water. For this purpose, the existing equipment in the apartment and its respective acquisition cost were listed. For analysis, the consumption pattern was determined and the water consumption of the appliances was obtained. Water consumption indicators showed that the highest individual water consumption rates were in the kitchen (38.6%) and shower (33.0%). He observed that the monthly consumption of the apartment is 16.08 m³, obtaining the value of 176.21 L/person.day. Water consumption was also characterized if there were no water-saving equipment, where it was observed that the lack of such equipment would generate a monthly cost of R\$ 89.94. In view of the above, water savers have a relevant technical and financial viability, with a quick return on the monetary value invested in the acquisition of water savers.

Keywords: Water conservation. Saving devices. Technical-financial viability.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Fluxograma das etapas metodológicas realizadas no estudo | 24 |
| Figura 2 – Imagem de satélite da localização da edificação | 25 |
| Figura 3 – Planta baixa com localização dos pontos hidráulicos | 26 |

LISTA DE GRÁFICOS

| | |
|---|----|
| Gráfico 1 – Síntese de estudos sobre usos em edificações multifamiliares | 23 |
| Gráfico 2 – Consumo de água por aparelho | 33 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|---|----|
| Quadro 1 – Torneiras com dispositivos economizadores de água | 19 |
| Quadro 2 – Dispositivos economizadores para bacias sanitárias e caixa acoplada | 20 |
| Quadro 3 – Economizadores para torneiras e chuveiros | 21 |
| Quadro 4 – Descrição e quantidade dos pontos hidráulicos do apartamento | 27 |
| Quadro 5 – Custo de aquisição dos poupadores de água | 27 |
| Quadro 6 – Tarifas mensais de contribuição à CAESB | 28 |
| Quadro 7 – Fator de redução por aparelho | 30 |
| Quadro 8 – Caracterização do balanço hídrico preliminar do apartamento | 32 |
| Quadro 9 – Indicadores de consumo individual | 33 |
| Quadro 10 – Histórico de volumes de água | 34 |
| Quadro 11 – Volume reduzido com uso de poupadores | 35 |
| Quadro 12 – Valores economizados conforme as faixas de consumo de água | 35 |
| Quadro 13 – Custo para aquisição dos equipamentos | 36 |

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

| | |
|----------------|---|
| ABNT | Associação Brasileira de Normas Técnicas |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| CAESB | Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal |
| C&C | Casa e Construção |
| DF | Distrito Federal |
| F _R | Fator de redução |
| IC | Indicadores de Consumo |
| L | Litro |
| mca | metros por coluna de água |
| Min | Minutos |
| m ³ | metro cúbico |
| n ^o | Número |
| NBR | Norma Brasileira Regulamentadora |
| PNCDA | Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água |
| Qtd. | Quantidade |
| SQN | Superquadra Norte |
| Vol. | Volume |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | INTRODUÇÃO | 12 |
| 2 | OBJETIVOS | 14 |
| 2.1 | Objetivo geral | 14 |
| 2.2 | Objetivos específicos | 14 |
| 3 | REFERENCIAL TEÓRICO | 15 |
| 3.1 | Conservação de água | 15 |
| 3.2 | Sistemas de abastecimento | 16 |
| 3.3 | Uso racional e eficiente da água: Gestão de oferta e demanda | 17 |
| 3.4 | Dispositivos economizadores | 19 |
| 3.5 | Usos finais de aparelhos | 22 |
| 4 | METODOLOGIA | 24 |
| 4.1 | Caracterização da área de estudo | 24 |
| 4.2 | Tarifa e cobrança | 28 |
| 4.3 | Balanço hídrico preliminar | 28 |
| 4.4 | Demanda de água potável | 29 |
| 4.5 | Cálculo dos indicadores de consumo | 30 |
| 4.6 | Adoção de aparelhos poupadores de água | 30 |
| 4.7 | Tempo de retorno pela aquisição dos aparelhos | 31 |
| 5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 32 |
| 5.1 | Demanda de água potável e consumo por aparelho | 32 |
| 5.2 | Indicadores de consumo | 33 |
| 5.3 | Avaliação técnico-econômica | 34 |
| 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 37 |
| | REFERÊNCIAS | 38 |

1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural finito essencial para existência de vida em nosso planeta. Estima-se que cerca de 70% da superfície da terra seja coberto por água, 97% é salgada e apenas 3% é água doce, desta porcentagem de água doce menos de 1 % é própria para consumo. De acordo com Vianna (2017), com o decorrer dos anos a quantidade de água para consumo humano vem sendo limitada pelas condições naturais do planeta, além de poluições dos mananciais e aumento da demanda ocorrido devido ao crescimento populacional causando uso imoderado de água.

Segundo a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (2019), “A demanda por água no Brasil é crescente, com aumento estimado de aproximadamente 80% no total retirado de água nas últimas duas décadas. A previsão é de que ocorra um aumento de 24%” na demanda até 2030”. Em decorrência às crises hídricas, ao crescimento populacional e, conseqüentemente ao aumento do consumo de água, vêm ocorrendo crises de abastecimento nos últimos anos, surgindo assim a necessidade da conservação de água, o que tem levado a população usar a água de forma racional.

De acordo com Sodr e *et al.* (2019),   importante salientar que de acordo com a tipologia da edifica o o n vel de consumo de  gua de qualidade   alto para todos os fins, sendo indispens vel para a manuten o cotidiana, seja ela comercial, residencial ou p blica. Desta forma, tem-se a necessidade de uma an lise sist mica para a minimiza o do consumo.

A Constitui o Federal garante o direito universal de acesso    gua limpa para toda a popula o, expresso no artigo 225 ao relatar que “Todos t m direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial   sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder P blico e a coletividade o dever de defend lo e preserv lo para as presentes e futuras gera es”.

  necess rio, ainda, levar em considera o as altera es do ciclo hidrol gico causadas pelo homem, o que torna o recurso  gua ainda mais escasso no mundo. Dentre os motivos, tem-se as perdas f sicas devido aos desperd cios e aos vazamentos. Existe uma prec ria cobertura do sistema de coleta e tratamento de esgotos, sem contar que ainda h  locais que inexistem esses servi os, al m disso ainda existe a polui o industrial onde os  rgoos t m dificuldade de controlar e,

consequentemente, transformam os cursos de água em esgoto a céu aberto. Ademais, geram conflitos de oferta e demanda de água, tanto em quantidade quanto em qualidade, o que ocasiona uma sobrecarga nos recursos hídricos.

A conservação de água engloba um conjunto de ações essenciais e complementares, na qual a gestão da demanda busca o uso racional e a minimização de perdas e desperdícios, enquanto a gestão da oferta analisa as fontes alternativas de abastecimento e reuso. De acordo com Hafner (2007), “a garantia do futuro hídrico está além da simples existência física da água, mas da sua utilização consciente e racional.”

Contudo, com o cenário mundial de água, torna-se inquestionável a necessidade de implementação de mecanismos com ênfase na conservação de água. A realização deste trabalho visa contribuir com o estudo de conservação de água em edificações multifamiliares, avaliando a viabilidade técnica e econômica na implantação de tecnologias economizadoras de água.

Diante do exposto, o presente trabalho busca analisar a aplicação de mecanismos poupadores de água em edificações multifamiliares, na busca por alternativas que possam aprimorar o consumo de água, baseada em ações tecnológicas, institucionais e educacionais para sua economia em construções residenciais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar a aplicação de mecanismos poupadores de água para um apartamento, de um edifício multifamiliar em Brasília – DF, com vistas a reduzir a demanda por água para abastecimento.

2.2 Objetivos específicos

- Analisar o consumo de uma unidade familiar típica em uma edificação multifamiliar;
- Fazer um comparativo entre os mecanismos poupadores e os não poupadores de água;
- Analisar a viabilidade técnica e econômica da implantação de mecanismos economizadores de água.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Conservação de água

A conservação de água é definida como um conjunto de ações que melhoram sistematicamente a demanda e oferta de água, visando o uso eficiente desse recurso natural. Desta forma, as decisões de racionalização do uso da água são fundamentais para qualquer decisão de conservação.

A conservação de água em edifícios é definida como um conjunto de ações que otimizam a operação do sistema hidráulico predial de modo a permitir a utilização apenas da quantidade de água necessária para o desempenho das atividades consumidoras (gestão da demanda) e ações que promovam a oferta de água produzida no próprio edifício e proveniente de fontes alternativas de água potável fornecidas por empresas prestadoras de serviços de saneamento (gestão de oferta), visando o uso eficiente da água (ABNT NBR 16.782:2019).

A conservação de água se baseia em dois conceitos principais: gestão da demanda e gestão da oferta, na qual a gestão da demanda busca a otimização do consumo de água e minimização dos efluentes gerados e a gestão da oferta busca ações de otimização das fontes de redução dos efluentes gerados.

A norma ABNT NBR 16.782:2019 – Conservação de água em edificações – Requisitos, procedimentos e diretrizes, determina orientações, diretrizes, requisitos e procedimentos é que concernem as práticas de conservação de água em edificações, seja ela pública, comercial ou residencial, valendo para as já existentes ou novas.

Hafner (2007) argumenta que todos os programas de conservação de água e todos englobam um conjunto de ações as quais podem ser divididas conceitualmente em dois grupos: Uso racional da água e fontes alternativas. De acordo com Silva (2022), “Para garantir o equilíbrio entre oferta e demanda de água potável no ambiente construído, é necessário incentivar políticas de conservação e uso racional, além de ações que diminuam o seu consumo”.

O uso racional da água busca incentivar e conscientizar a população da importância do não desperdício, aplicando ações para corrigir vazamentos, redução de perdas, campanhas educativas e implementação de tecnologias para a economia nos pontos de consumo de água. Já as de fontes alternativas são aplicadas ações de aproveitamento de água de chuva, reúso de água (com água cinza ou esgoto não segregado), entre outras.

Tamaki (2003) recomenda a aplicação de medições individuais para melhor controle de uso da água e detecção de vazamentos, em busca de uma maior conservação de água. Entretanto, toda vez que se aplica medidas economizadoras em uma edificação ocorre uma diminuição da demanda, o que evita a sobrecarga do sistema de abastecimento de água, logo a capacitação no manancial diminui. Da mesma forma, tem uma redução dos esgotos a serem tratados, conseqüentemente, aumenta a eficiência no tratamento e ocorre a diminuição da poluição dos corpos receptores. Além disso, a economia do consumo de água traz vantagens ambientais e econômicas.

Para implantação da conservação de água para uma edificação existente deve-se seguir os critérios recomendados pela ABNT NBR 16.782:2019. Inicialmente, realiza-se um estudo preliminar, coletando todas as características hídricas da edificação referente a gestão da demanda, de projeto, de consumo, alternativas do uso eficiente de água, viabilidade técnico-econômica, escolha da configuração. Em seguida, determina o detalhamento e implantação de soluções, em três etapas: desenvolvimento de projetos, implantação e avaliação do funcionamento. Por fim, recomenda-se a gestão de água para avaliação permanente dos indicadores de consumo, operação e manutenção adequados, avaliação permanentes dos resultados e ações corretivas e de melhorias do sistema.

3.2 Sistemas de abastecimento

O fornecimento de água de uma edificação por feito através do sistema público de abastecimento ou por meio de uma fonte particular, por exemplo, poço artesiano. O sistema público de abastecimento deve garantir os padrões de qualidade de potabilidade, fornecendo a população água em quantidade suficiente e de forma contínua. Desta forma, a água após tratamento, é distribuída pela rede de distribuição chegando até a edificação através de um ramal predial, onde nesse trecho instala-se um aparelho medidor de consumo (hidrômetro).

O sistema público inicia-se no ponto de captação da água bruta no manancial, que pode ser um rio, um lago ou o lençol subterrâneo. Essa água costuma apresentar uma qualidade que não se enquadra no padrão de potabilidade, necessitando de tratamento. Esse tratamento ocorre em uma Estação de Tratamento de Água e pode abranger várias fases e processos físicos e químicos. (Hafner, 2007).

Macintyre (1996) classifica o sistema de abastecimento em três tipos, de acordo com a separação entre rede pública e rede interna, sendo eles: sistema direto, sistema indireto e misto. No sistema direto a alimentação da rede interna de distribuição é feita diretamente pelo ramal predial, no qual é necessário que o abastecimento público supra todos os requisitos de instalações hidráulicas, pois nesse modal não há reservatórios na edificação. No sistema indireto adotam-se um ou mais reservatórios e cisternas de acumulação antes da distribuição pela rede interna. No sistema misto, parte da rede de distribuição interna é alimentada de forma direta e parte de forma indireta.

De acordo com Tsutiya (2006), a quantidade de água consumida, em um sistema de abastecimento de água, varia continuamente em função do tempo, das condições climáticas, hábitos da população, entre outros. O consumo doméstico, geralmente, apresenta uma grande variação, sabendo que a água para uso doméstico, corresponde a sua utilização tanto na área interna como na área externa da habitação.

De acordo com Hafner (2007), as primeiras ações para a implantação de programas de economia de água em edificações são a detecção e reparo de vazamentos para eliminação de perdas existentes. Sabendo que os vazamentos podem ocorrer por diversos fatores, dentre eles, os que ocorrem por desgaste natural dos sistemas hidráulicos como também os por instalações malfeitas.

Existem os vazamentos de fácil detecção, os vazamentos de torneiras e marcas de umidade nas paredes, que são visíveis e muitas das vezes o usuário não dá a devida importância acostumando-se com o mesmo. Os vazamentos também podem ser detectados apenas fechando os registros e verificando os equipamentos, como o hidrômetro e o nível da caixa de água. Sabendo que a maior parte dos vazamentos, em vazão, ocorre no ramal interno entre o hidrômetro e a cisterna, necessitando assim de equipamentos e técnicos especializados para uma análise precisa e eficiente do local onde está o vazamento.

3.3 Uso racional e eficiente da água: Gestão de oferta e demanda

Nas últimas décadas aumentou a preocupação com o consumo de água nas edificações já que a sociedade tem passado por momentos de escassez de água, sendo assim necessário a implementação do uso racional da água. Tal prática busca reduzir desperdícios através de um conjunto de ações que eliminam as perdas e usos

excessivos, sendo que muitas das vezes são decorrentes do mau funcionamento do sistema e, ou até mesmo por maus hábitos dos usuários.

No ano de 2016, a capital brasileira sofreu uma severa escassez de água, decorrente da irregularidade no regime das chuvas, do crescimento demográfico, da ocupação urbana irregular, do elevado índice de perdas de água na rede de abastecimento, falta de investimento adequando no sistema e do elevado consumo per capita (VIANNA. 2021).

Tamaki (2003) argumenta que o uso racional e eficiente da água necessita de ações técnicas, administrativas, econômicas e educacionais. O autor cita ainda alguns benefícios do uso eficiente da água, a saber:

- Disponibilidade de água para um maior número de usuário, usando estrutura de produção e distribuição existente;
- Redução dos custos associados ao abastecimento;
- Redução dos custos associados ao fornecimento de água por parte da concessionária;
- Redução do impacto das estiagens;
- Redução da quantidade de esgotos.

Segundo a ABNT NBR 16.782:2019 a gestão de oferta tem por objetivo a redução e substituição de água potável por água não potável para fins específicos, ou seja, água menos nobre para fins menos nobres. Já a gestão de demanda deve ser feita de forma que promova o uso eficiente da água na edificação, suprimindo todas as necessidades em suas atividades de utilização, por meios de procedimentos e tecnologias.

O Governo Federal, em 1997, criou o Programa Nacional de Combate ao Desperdício da Água – PNCDA, que tem como objetivo geral promover o uso racional da água nos sistemas de abastecimento de água. Existe duas classificações para as perdas de água nos sistemas de abastecimento: as perdas físicas, as que representam a parcela não consumida, e não físicas, as que correspondem à água consumida e não registrada.

De acordo com Hafner (2007), nas edificações busca-se eliminar os desperdícios quantitativo de água por meio de três vertentes complementares. Primeiramente, faz-se a detecção e correção das perdas e vazamentos. Em seguida,




aplica-se campanhas educativas, por micromedição e medição individualizada para que haja a conscientização e sensibilidade do usuário e, por fim, caso necessário, ocorre a substituição dos aparelhos convencionais por aparelhos economizadores. Os hábitos dos moradores, no consumo residencial, são determinantes para quantificar o volume utilizado e distribuir o consumo entre os usos comuns das residências.

3.4 Dispositivos economizadores

Segundo Hafner (2007), “dispositivos economizadores de água são equipamentos e acessórios hidrossanitários que apresentam, na utilização, uma maior eficiência hídrica quando comparados aos equipamentos convencionais”. Geralmente, são aparelhos que reduzem a vazão ou limitam o tempo de acionamento do dispositivo com fechamento automático do fluxo de água.

A seguir, no Quadro 1, estão expostas algumas torneiras economizadoras de água. São apresentados 3 tipos: i. as torneiras hidromecânicas, que dispõem de temporizador; ii. as torneiras com sensor presença, nas quais o acionamento e o desligamento acontecem a partir da detecção do usuário; iii. as torneiras que possuem uma válvula de pé, nas quais o acionamento é instalado no piso.

Quadro 1 – Torneiras com dispositivos economizadores de água




| | | |
|--|---|---|
| <p>Torneiras Hidromecânicas</p> | <p>A vazão é regulada por um registro regulador de vazão, ou seja, não tem interferência do usuário. Possuem temporizador, resultando na redução do consumo de água. Para evitar acionamento sequenciais pelo usuário na mesma lavagem, o tempo não deve ser muito curto.</p> |  |
| <p>Torneiras com Sensor</p> | <p>Através do sensor de presença que capta a presença de mãos do usuário o fluxo de água é liberado e o seu desligamento é automático, ocorrendo 2 segundos após o uso.</p> |  |
| <p>Torneira com funcionamento por válvula de pé</p> | <p>Com um dispositivo de acionamento instalado no piso, em frente à torneira, esse sistema é recomendado para ambientes hospitalares, laboratoriais, cozinhas, entre outros. Com ela é possível higienizar as mãos sem tocar na válvula.</p> |  |

Fonte: Elaborada a partir de Casa & Construção (2022).

Atualmente, existem equipamentos para instalações hidráulico-sanitárias que apresentam redução no consumo de água, as quais podem ser instaladas facilmente em edificações novas, porém, em edificações já existentes a instalação pode gerar complexidade e um maior custo (VIANNA, 2017).

O Quadro 2, apresenta alguns exemplos de dispositivos economizadores para bacias sanitárias. O primeiro, apresenta válvula de descarga de duplo acionamento, com volumes de 3 e 6 litros de água. O segundo detém uma válvula de descarga por sensor de acionamento, com volume mínimo de 6 litros de água. A terceira imagem apresenta uma bacia sanitária com caixa acoplada por acionamento duplo, conhecida como *dual-flush*. O dispositivo apresenta um acionamento para rejeitos sólidos, com volume de 6 litros, e outro para rejeitos líquidos, com volume de 3 litros.

Quadro 2 – Dispositivos economizadores para bacias sanitárias e caixa acoplada

| | | |
|--|---|---|
| <p>Válvula de descarga de duplo acionamento</p> | <p>Similares às caixas de descarga de duplo comando, permitindo que o usuário acione a válvula de 3 litros ou 6 litros.</p> |  |
| <p>Válvula de descarga por sensor</p> | <p>Similar à torneira com sensor, acionada pela presença das mãos do usuário. O volume de descarga pode ser regulado para 6 litros.</p> |  |
| <p>Caixa acoplada com duplo comando</p> | <p>Conhecidas como "dual-flush", possibilitam a descarga completa da caixa acoplada para os resíduos sólidos (6 litros) e meia caixa para resíduos líquidos (3 litros).</p> |  |

Fonte: Elaborada a partir de Casa & Construção (2022).

Em busca por economia de água, em todo o mundo, a troca de aparelhos convencionais por equipamentos economizadores de água tem se tornado ainda maior. Exemplo disso são as bacias sanitárias que utilizavam 12 litros por descargas e atualmente existem as de duplo acionamento, consumindo no máximo 6 litros. Além disso, existe as bacias sanitárias de descarga a vácuo, que se utilizam de apenas um litro de água por descarga.

Quadro 3 – Economizadores para torneiras e chuveiros

| | | |
|---|---|---|
| Arejadores | Comumente colocados na extremidade das torneiras e bicas, esses dispositivos abrandam o fluxo de saída de água. Funcionam pelo princípio de Venturi, incorporando uma quantidade considerável de ar ao fluxo de água, reduzindo a vazão e o volume de água utilizado. |  |
| Restritores de Vazão | Limitador da quantidade de água, instalado na entrada de água de chuveiros e torneiras, mantendo a pressão em uma faixa (em geral de 10 mca a 40 mca). |  |
| Redutor de Vazão | Semelhante aos restritores de vazão, contudo, possibilita ao usuário a regulação de vazão desejada. |  |
| Redutor de Pressão | Em edificações que apresentam elevada pressão da água em determinada área, a instalação de uma válvula redutora de pressão na tubulação de entrada de água dessa área é pertinente. |  |
| Duchas Economizadoras | As duchas de baixa vazão (6l/min) são aquelas que apresentam pequena variação de vazão mesmo com o aumento do mca, propiciando um banho com economia de água. Ducha Oxygen Axial - DRACO |  |
| Registro regulador de vazão para chuveiros e duchas | Dado a grande variedade de tipos e modelos de duchas e chuveiros, com diversidades de vazão. A inclusão de um registro regulador de vazão possibilita a redução de vazões excessivas, promovendo economia conforme a pressão existente no ponto e hábitos dos usuários. |  |
| Válvula de fechamento automático para chuveiros e duchas | Funcionam de forma similar às torneiras hidromecânicas, porém, com um ciclo de funcionamento em torno de 30 segundos. É indicado para ambientes coletivos e hoteleiros. |  |

Fonte: Elaborada a partir de Casa & Construção (2022), Leroy Merlin e DRACO (2022).

O Quadro 3 apresenta alguns dispositivos economizadores para torneiras e chuveiros. Os arejadores são utilizados nas extremidades de saída de água de torneiras e bicas, com o objetivo de adicionar um fluxo de ar para minimizar o fluxo de saída de água. Já os restritores de vazão limitam a quantidade de água na entrada de chuveiros e torneiras, mantendo a pressão de água na faixa de 10 a 40 metros de coluna de água (mca).

Os redutores de vazão, por sua vez, possuem um funcionamento similar aos restritores, entretanto, há uma regulação da vazão desejada. tem-se os redutores de pressão, que servem para reduzir a pressão da água em alguns pontos da rede de água, utilizado sobretudo em edifícios verticais.

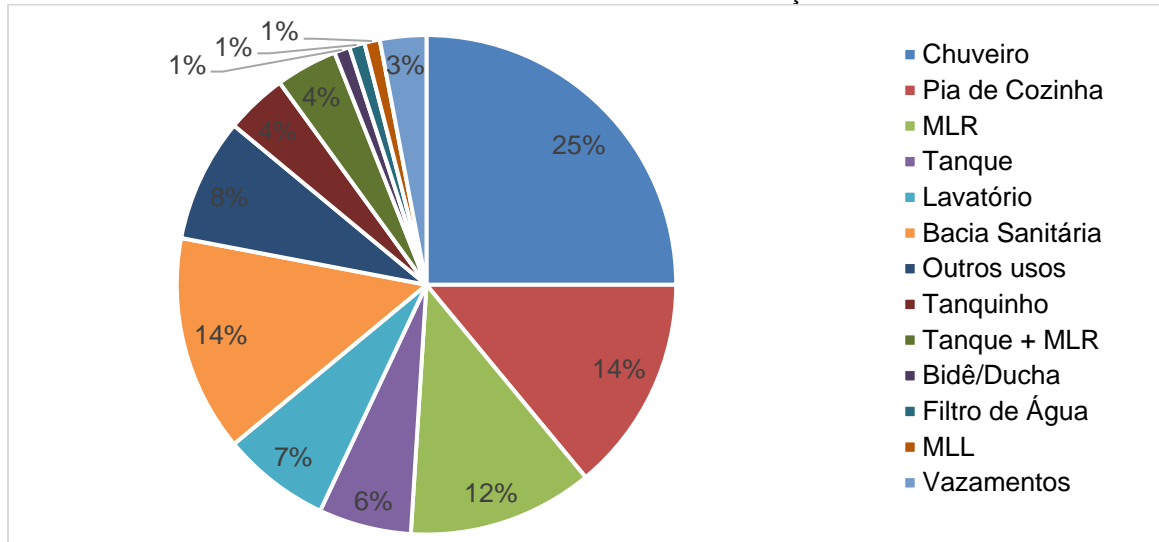
As duchas de baixa vazão (6 litros por minuto) mesmo com o aumento do mca apresentam pequena variação de vazão. Já os registros reguladores de vazão buscam reduzir vazões elevadas em pontos de utilização de água em edificações e as válvulas de fechamento automático, detém ciclos de funcionamento por volta dos 30 segundos, sendo muito utilizadas em ambientes coletivos como hotéis e shopping centers.

3.5 Usos finais de aparelhos

Existem poucos estudos nacionais com ênfase no consumo em residências com uso de aparelhos. Dentre os existentes, há um enfoque em edificações comerciais, escritórios, universidade e locais de interesse social. Sant'Ana et al. (2013) realizaram uma pesquisa no plano piloto em Brasília, na qual monitoraram dezenove apartamentos durante sete dias, utilizando cronômetros, dados dos equipamentos e questionários.

Enquanto Vianna (2017) realizou uma síntese de estudos sobre usos em edificações multifamiliares, o qual notou que o consumo relevante é dos chuveiros, bacias sanitárias, pias de cozinha e máquinas de lavar roupa, como demonstra o Gráfico 1.

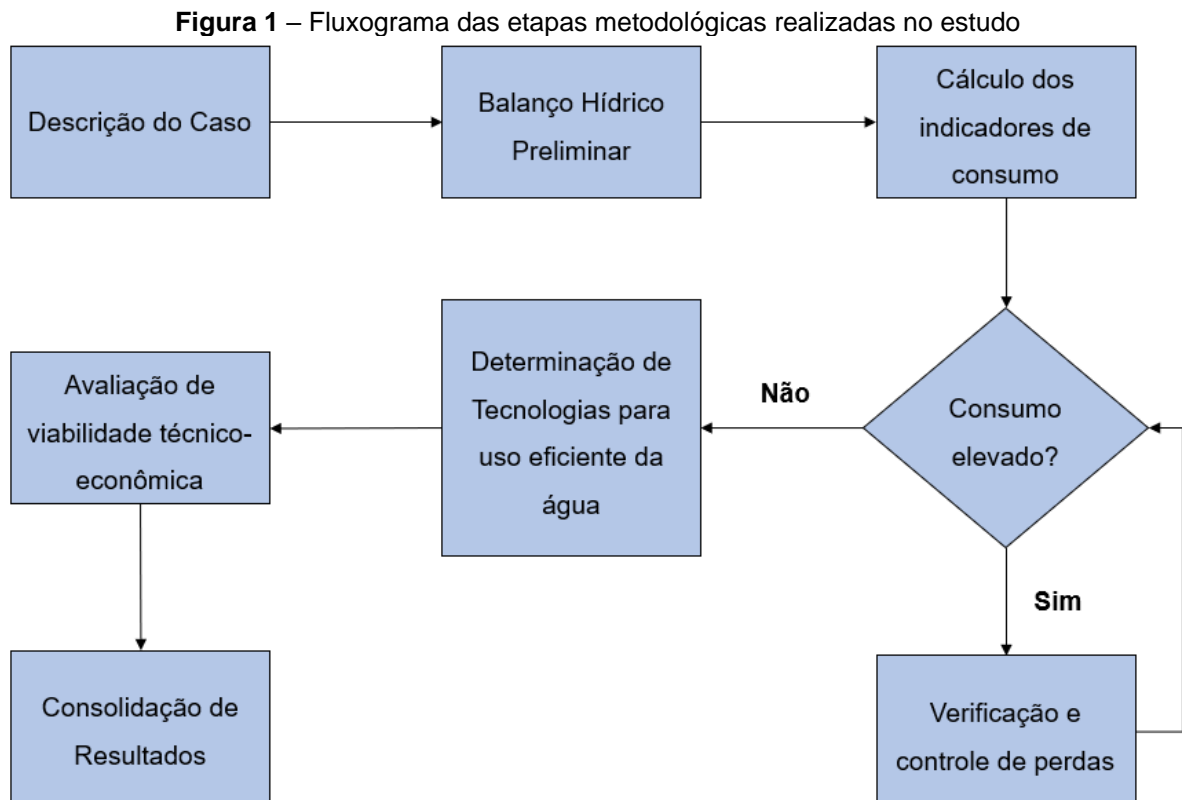
A caracterização do perfil de consumo necessita de alguns aspectos importantes devendo ser considerados pois possibilitam resultados distintos. De acordo com Hafner (2007), características como hábitos, cultura regional, localização geográfica, tradições, número de moradores, tempo de permanência, clima, renda e valor da tarifa de água costumam influenciar os resultados de consumo de água.

Gráfico 1 – Síntese de estudos sobre usos em edificações multifamiliares

Fonte: Elaborada a partir de Vianna (2017).

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada compreendeu uma pesquisa básica de abordagem qualitativa e de caráter exploratório, a partir de uma revisão bibliográfica utilizando de fontes já existentes e recentes com uma visão geral sobre a economia de água em edificações. Trata-se de um estudo de caso exploratório que busca elencar vantagens e desvantagens de mecanismos poupadores de água em uma edificação multifamiliar, analisando a viabilidade da adoção de aparelhos economizadores de água em um dos apartamentos da unidade, por meio de critérios econômicos, técnicos e ambientais. De acordo com a ABNT NBR 16.782:2019 foi estabelecido o delineamento da pesquisa, como mostra o fluxograma da Figura 1.



Fonte: Autora (2022).

4.1 Caracterização da área de estudo

O objeto de estudo do presente trabalho é um edifício localizado na Superquadra Norte – SQN 311, localizado na cidade de Brasília – DF. É um edifício multifamiliar, com seis pavimentos tipo, térreo e um subsolo de garagem. As

superquadras de Brasília foram idealizadas por Lúcio Costa com o objetivo de criar bairros que propiciassem os laços locais.

Todas as Superquadras compartilham o mesmo dimensionamento, densidade, cinta arborizada periférica, gabarito de seis pavimentos e, dentre essas normas, destaca-se a adoção de pilotis, que liberam o solo de obstáculos, tornando-o desimpedido e transponível – espaço de conciliação do domínio público e o privado. (Ferreira e Gorovitz, 2009).

O residencial dispõe de três entradas, sendo 4 apartamentos por entrada, ou seja, 12 apartamentos por pavimento, totalizando 72 apartamentos. Para estudo foi decidido utilizar um apartamento da unidade que possui uma área de 95,84 m², sendo composto por uma suíte, dois quartos, um banheiro social, uma cozinha, área de serviço e uma dependência completa de empregada e uma vaga de garagem de 12 m².

Figura 2 – Imagem de satélite da localização da edificação

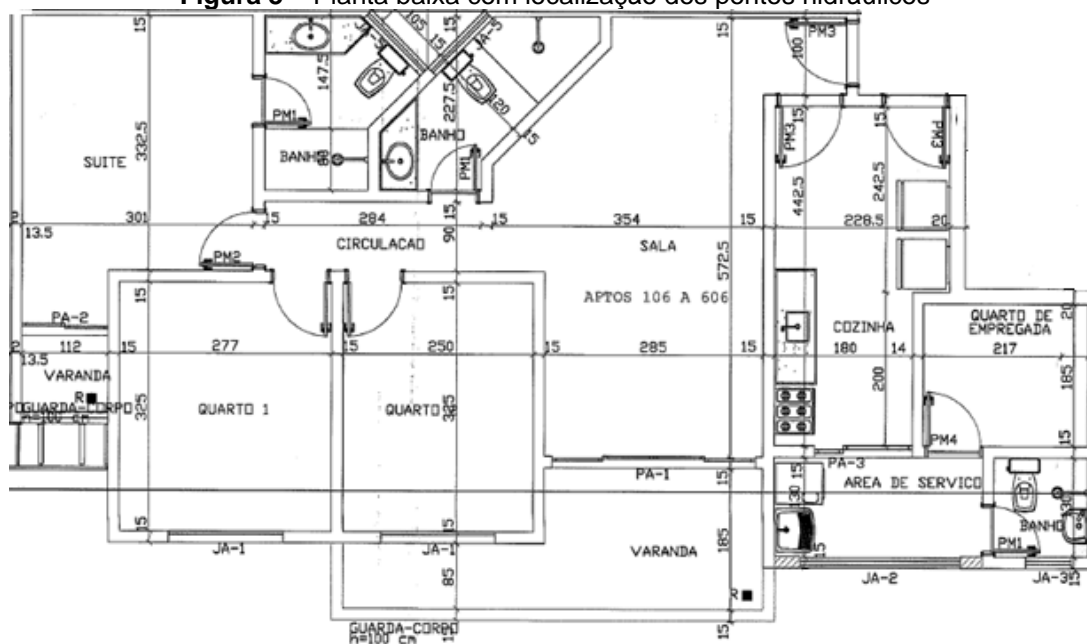


Fonte: Google Earth (2022).

A imagem A da Figura 2 é uma imagem de satélite que mostra Brasília. A imagem B é uma vista de cima da superquadra 311 que segue as características padrão das quadras idealizadas por Lúcio Costa, quadra que o edifício está localizado.

A Figura 3, é o recorte da planta baixa de arquitetura da edificação com a representação dos pontos hidráulicos e aparelhos de uso na unidade em estudo.

Figura 3 – Planta baixa com localização dos pontos hidráulicos



Fonte: Construtora CONBRAL (2008).

Essa edificação foi entregue em maio de 2000. Os apartamentos foram entregues com torneiras metálicas sem arejadores (banheiros, cozinha e tanque), com bacias sanitárias com caixas acopladas sem acionamento duplo e sem chuveiros. O apartamento de estudo contém 3 moradores na unidade.

Quando a edificação foi entregue o sistema de abastecimento de água era coletivo, sendo apenas um hidrômetro responsável pela leitura do consumo de água predial. Com o passar do tempo houve a individualização, em meados do ano de 2006, onde cada apartamento teve seu hidrômetro instalado, localizado na parte superior do prédio. Além do hidrômetro do condomínio, o qual é responsável pela leitura do consumo de água de todo edifício. Desta forma, o valor faturado ao condomínio é do volume calculado no hidrômetro geral deduzido do somatório dos volumes faturados para cada unidade residencial.

A leitura do hidrômetro é realizada por um funcionário da concessionária, auxiliado pelo porteiro do condomínio, tendo em vista que os hidrômetros estão localizados na cobertura do edifício. Para melhor detalhamento dos pontos hidráulicos do apartamento, foi feito um levantamento de todos os aparelhos hidráulicos utilizados na residência, com a respectiva quantidade e ambiente de localização, como mostra o Quadro 4.

Quadro 4 – Descrição e quantidade dos pontos hidráulicos do apartamento

| Ponto Hidráulico | Descrição | Qtd. |
|------------------|---|------|
| Lavatório | Torneira deca Link mesa bica baixa cr1197 | 3 |
| Bacia Sanitária | Com caixa acoplada de acionamento duplo | 3 |
| Chuveiro | Lorenzetti Duo Shower Eletrônica | 3 |
| Cozinha | Torneira Bica Alta Cromado Link 1167 | 1 |
| Tanque | Torneira Bica Alta Cromado Link 1167 | 1 |
| Máquina de Lavar | Frontal 11kg Electrolux Premium Care Inverter com Água Quente/Vapor (LFE11) | 1 |

Fonte: Autora (2022).

No Quadro 5 estão expostos os equipamentos economizadores de água utilizados na pesquisa, seus fabricantes e os respectivos custos de aquisição no mercado varejista.

Quadro 5 – Custo de aquisição dos poupadores de água

| Equipamento | Modelo | Fabricante | Preço unitário (R\$) * |
|--|---|------------|------------------------|
| Torneiras | | | |
| Torneira de Pressão Mesa | Link Mesa bica baixa 1197 | DECA | 216,00 |
| Torneira de Pressão Mesa | Bica Alta Cromado Link 1167 | DECA | 423,00 |
| Bacia Sanitária | | | |
| Mecanismo completo para caixa acoplada | Dual Flush | CENSI | 159,90 |
| Chuveiro/Ducha | | | |
| Chuveiro | Duo Shower Eletrônica | LORENZETTI | 256,00 |
| Máquina de Lavar | | | |
| Máquina de Lavar Roupas Frontal 11kg | Premium Care Inverter com Água Quente/Vapor | ELECTROLUX | 3.199,00 |

*preços pesquisados na Amazon, Casa & Construção e Leroy Merlin.

Fonte: Autora (2022).

Destaca-se que, para a determinação dos preços unitários, utilizou-se os sites de compras Casa & Construção, Amazon e Leroy Merlin, referente ao mês de dezembro de 2022. Ressaltando que os preços podem diferenciar dependendo da loja varejista. Os poupadores propostos foram definidos para todos os pontos de utilização do apartamento, incluindo as torneiras, bacias sanitárias, chuveiros e duchas, além da máquina de lavar.

4.2 Tarifa e cobrança

A tarifa e cobrança do consumo mensal de água, medido em metros cúbicos, é de responsabilidade da CAESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal, companhia responsável pelo abastecimento de água da edificação.

No fim do primeiro semestre de 2020, a CAESB aplicou as alterações provocadas pela Lei Distrital nº 6.272/2019, cuja principal mudança foi o término da cobrança do consumo mínimo de 10m³ por mês, sendo cobrado uma tarifa fixa para a categoria residencial, além do consumo efetivo de água. Cabe observar que tanto o fixo como o efetivo são cobrados para água e esgoto na mesma proporção. Esta mudança se deu com o intuito de estimular o uso racional e consciente de água.

Quadro 6 – Tarifas mensais de contribuição à CAESB

| RESIDENCIAL PADRÃO | | | | R\$ 8,03 |
|--------------------|-------------------------|-----------------------------------|--|----------------|
| | Faixa (m ³) | Volume da faixa (m ³) | Alíquota (R\$) Preço por m ³ | Da Faixa (R\$) |
| 1 | 0 a 7 | 7 | 2,97 | 20,79 |
| 2 | 8 a 13 | 6 | 3,56 | 21,36 |
| 3 | 14 a 20 | 7 | 7,05 | 49,35 |
| 4 | 21 a 30 | 10 | 10,23 | 102,30 |
| 5 | 31 a 45 | 15 | 15,34 | 230,10 |
| 6 | Acima de 45 | | 19,94 | |

Fonte: Elaborada a partir de CAESB (2022).

4.3 Balanço hídrico preliminar

De acordo com a ABNT NBR 16.782:2019 o balanço hídrico de uma edificação é feito pela caracterização hídrica do edifício, tendo como objetivo identificar ofertas e demandas a partir do consumo de água e geração de efluentes.

Conforme o que preconiza ABNT NBR 16.782:2019 no anexo C, realizou-se a elaboração do balanço hídrico deste trabalho através de um levantamento das seguintes informações:

- I. Tipologia da edificação;
- II. Oferta de água;
- III. População estimada;
- IV. Atividade e processos consumidores de água;
- V. Levantamento de campo para identificar o sistema de alimentação, distribuição, águas pluviais, esgoto, entre outros;

- VI. Identificação dos medidores existentes;
- VII. Avaliação da condição dos equipamentos do sistema predial;
- VIII. Conta de água para cálculo do consumo histórico;
- IX. Projeto de arquitetura para levantamento para identificação dos espaços existentes;
- X. Identificação das características e periodicidades dos procedimentos de operação e manutenção;
- XI. Histórico de manutenção dos sistemas hidráulicos prediais.

4.4 Demanda de água potável

Para calcular o consumo de água por aparelho utilizaram-se os valores de vazão fornecidos pelas fichas técnicas dos equipamentos hidrossanitários existentes no apartamento. Por meio de monitoramento do consumo em uma semana no apartamento foi apurado o tempo de uso com auxílio de um cronômetro. Com os valores de vazão e tempo de uso, foram obtidos os valores de consumo por aparelho utilizando a Equação 1.

$$D_e = q_e \times t \quad \text{Eq. 1}$$

Em que:

D_e é o consumo de água por equipamento, em metros cúbicos (m³);

q_e é a vazão para cada aparelho, em L/min (Litros por minutos);

t é o tempo de consumo medido e monitorado por uma semana, em minutos (min).

Para as bacias sanitárias monitorou-se o consumo de acordo com as vezes que a descarga foi acionada, observando a utilização quando era meia descarga e descarga completa. Estimou-se a demanda de água da lavagem de roupas através do uso da máquina de lavar e descarga sanitária conforme a Equação 2.

$$D_a = q_a \times n \quad \text{Eq. 2}$$

Em que:

D_a é o consumo de água do aparelho hidráulico, em metros cúbicos (m³);

q_a é a vazão do aparelho hidráulico, em L/min (Litros por minutos);

n é o número de usos.

4.5 Cálculo dos indicadores de consumo

O indicador de consumo (IC) é a relação do entre o volume de água consumido pela quantidade de agente consumidor por um determinado período de tempo. É obtido pela seguinte Equação 3:

$$IC = \frac{\text{consumo de água do período}}{\text{quantidade de agentes consumidores} \times \text{período de atividades}} \quad \text{Eq. 3}$$

Para determinar o indicador de consumo, inicialmente analisou-se o histórico de consumo do apartamento da unidade residencial no período de 12 meses (um ano), com o intuito de obter o volume de água médio consumido em um período mínimo como preconiza a ABNT NBR 16.782:2019.

Contudo, foi feita uma média aritmética simples dos volumes de água consumidos no período de análise, para obter o consumo médio mensal. Por meio da Equação 4 foi calculado o volume de água a partir do histórico de volumes.

$$C_m = \sum \frac{v_m}{12} \quad \text{Eq. 4}$$

Em que:

C_m é o consumo médio do período definido;

v_m é o volume médio mensal.

4.6 Adoção de aparelhos poupadores de água

Nesta etapa do trabalho, realizaram-se pesquisas na literatura que fornecessem dados de redução do consumo de água potável quando se utiliza aparelhos poupadores de água. Guedes (2014) fornece em seu trabalho valores de fator de redução para determinado aparelho poupador. O Quadro 7, descreve o fator de redução para cada aparelho hidrossanitários.

Quadro 7 – Fator de redução por aparelho

| Aparelho economizador | F_R |
|------------------------|-------|
| Arejador | 0,20 |
| Válvula descarga dupla | 0,63 |
| Redutor de Vazão | 0,20 |

Fonte: Adaptado de Guedes (2014).

Desta forma, para encontrar a economia gerada pela adesão de aparelhos economizadores de água e comparar se não houvesse os mesmos no apartamento,

realizou-se um cálculo reverso para obtenção dos volumes que foi reduzido com uso dos equipamentos economizadores, pela Equação 5.

$$V_R = V_m \times F_R \quad \text{Eq. 5}$$

Onde:

V_R é o volume reduzido de água potável (m³);

V_m é o volume medido de água potável (m³)

F_R é o fator de redução.

4.7 Tempo de retorno pela aquisição dos aparelhos

Através do mercado varejista obtiveram-se informações dos valores para aquisição dos equipamentos economizadores. Considerou-se apenas o valor monetário de aquisição foi possível calcular o tempo de retorno pela Equação 6.

$$T_R = \frac{\text{Custo de aquisição}}{\text{Valor de economia gerado}} \quad \text{Eq. 6}$$

Em que:

T_R é o tempo de retorno.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Seguindo os procedimentos definidos na metodologia, no primeiro momento foi realizado o balanço hídrico preliminar, realizando a caracterização do apartamento 206 do edifício de acordo o que preconiza a norma ABNT NBR 16.782:2019, como mostra o Quadro 8.

Quadro 8 – Caracterização do balanço hídrico preliminar do apartamento

| Diagnóstico | Caracterização |
|---|--|
| Tipologia | Apartamento residencial |
| Oferta de água | Rede pública de abastecimento da Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal - CAESB |
| População | 3 pessoas |
| Atividade e Processos consumidores | Atividades domésticas (banho, lavagem de roupas, louças e descarga do vaso sanitário) |
| Sistema de alimentação, distribuição e esgoto | Alimentação indireta; sistema de esgoto predial |
| Identificação e caracterização dos medidores | Hidrômetro |
| Avaliação da condição dos sistemas prediais | Sem vazamentos visíveis |
| Condições de equipamentos que utilizam água | Em perfeitas condições de utilização |
| Conta de água | Foram utilizadas contas de água de 12 meses |
| Projeto de Arquitetura | Elaborado pela Construtora CONBRAL |
| Histórico de Manutenção | Anualmente e intervenções quando necessário |

Fonte: Autora (2022).

5.1 Demanda de água potável e consumo por aparelho

O apartamento está localizado no segundo andar do edifício com 6 pavimentos, considerou-se que ele possui 15 mca. De acordo com a ficha técnica de cada equipamento obtiveram-se as vazões dos equipamentos hidráulicos sanitários e os valores obtidos para consumo mensal utilizando a Equação 1, descritas no Quadro 9.

Quadro 9 – Indicadores de consumo individual

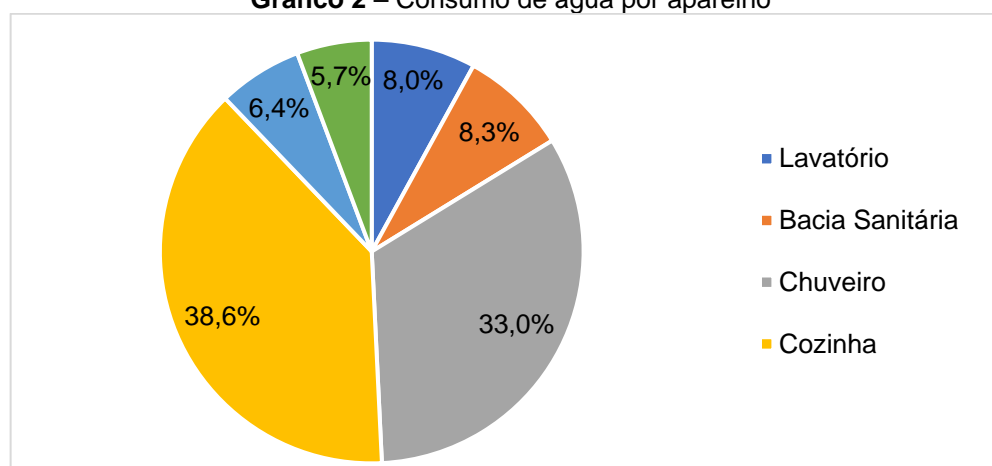
| Ponto Hidráulico | Vazão | Frequência | Demanda Mensal (m ³) |
|------------------------------------|-------------|--------------|----------------------------------|
| Lavatório | 4,68 L/Min | 3,1 min/dia | 1,31 |
| Bacia Sanitária 3L - meio uso * | 3 L/uso | 3 usos/dia | 0,81 |
| Bacia Sanitária 6L - uso completo* | 6 L/uso | 1 uso/dia | 0,54 |
| Chuveiro | 6 L/min | 10 min/dia | 5,40 |
| Cozinha | 4,68 L/Min | 15 min/dia | 6,32 |
| Tanque | 4,68 L/Min | 2,5 min /dia | 1,05 |
| Máquina de Lavar * | 104 L/ciclo | 0,10 p/ciclo | 0,94 |
| Total | | | 16,36 |

*por pessoa/dia

Fonte: Autora (2022).

Vale salientar que o valor de consumo mensal é o resultado da equação de consumo, multiplicado pela quantidade de moradores e pelo período de trinta dias. Ressalta-se que os valores apresentados são referentes aos equipamentos existentes no apartamento.

O Gráfico 2 abaixo demonstra os valores de consumo em percentual. Por meio da interpretação gráfica, as atividades que apresentam o maior índice de consumo individual de água foram a cozinha (38,6%) e chuveiro (33,0%).

Gráfico 2 – Consumo de água por aparelho

Fonte: Autora (2022).

5.2 Indicadores de consumo

Para o cálculo dos indicadores de consumo, inicialmente foi realizado um levantamento histórico de volumes consumidos analisando as faturas de conta de

água da CAESB. O Quadro 10, mostra os valores de volumes de água consumidos no período de doze meses, sendo de dezembro de 2021 até novembro de 2022.

Quadro 10 – Histórico de volumes de água

| Meses | Volume de água (m ³) |
|--------------|----------------------------------|
| Dezembro/21 | 18 |
| Janeiro/22 | 20 |
| Fevereiro/22 | 1 |
| Março/22 | 16 |
| Abril/22 | 18 |
| Mai/22 | 14 |
| Junho/22 | 18 |
| Julho/22 | 14 |
| Agosto/22 | 16 |
| Setembro/22 | 16 |
| Outubro/22 | 21 |
| Novembro/22 | 21 |

Fonte: Autora (2022).

O volume médio mensal foi calculado por meio da Equação 4, resultando 16,08 m³ de volume. Para determinação o IC foi utilizado a Equação 3, sendo 3 o número de moradores do apartamento, obtendo o valor de 176,21 L/pessoa.dia. Desta forma, é possível perceber que o consumo de água no apartamento está dentro do determinado por Creder (2006) que define 200 L/pessoa.dia para apartamentos.

5.3 Avaliação técnico-econômica

O apartamento já utiliza economizadores de água, como mostrado anteriormente, no Quadro 4. Com esses equipamentos foi possível medir o consumo de água individualizado. Realizou-se o cálculo reverso do volume consumido a partir do consumo atual, que é fruto dos equipamentos poupadores. No Quadro 11 estão descritos os resultados.

Quadro 11 – Volume reduzido com uso de poupadores

| Ponto Hidráulico | Volume (m ³) com poupadores | Aparelho adotado | F _R | Volume (m ³) sem poupadores | Volume (m ³) Reduzido | Percentual Redução |
|------------------|---|------------------------|----------------|---|-----------------------------------|--------------------|
| Lavatório | 1,31 | Arejador | 0,20 | 1,63 | 0,33 | 20% |
| Bacia Sanitária | 1,35 | Válvula Descarga Dupla | 0,63 | 3,65 | 2,30 | 63% |
| Chuveiro | 5,40 | Redutor de Vazão | 0,20 | 6,75 | 1,35 | 20% |
| Cozinha | 6,32 | Arejador | 0,20 | 7,90 | 1,58 | 20% |
| Tanque | 1,05 | Arejador | 0,20 | 1,32 | 0,26 | 20% |
| Total | 15,43 | - | - | 21,24 | 5,82 | 27,4% |

* F_R – Fator de redução

Fonte: Autora (2022).

A utilização de equipamentos poupadores de água gerou uma economia de 27,4% no volume mensal. Com o resultado da redução do consumo de água, observou-se que pelos equipamentos economizadores de água foi obtido o valor monetário de R\$ 44,97, apresentado no Quadro 12. Vale salientar que esse valor é computado como água e como esgoto, ou seja, na fatura de água foi economizado R\$ 89,94 reais mensais.

Quadro 12 – Valores economizados conforme as faixas de consumo de água

| RESIDENCIAL PADRÃO | | | | | | R\$ 8,03 |
|----------------------|-------------|---------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|----------------|----------|
| Faixa m ³ | Vol. Faixa | Alíquota (R\$) Preço p/m ³ | Volume Anterior (m ³) | Volume Reduzido (m ³) | Economia (R\$) | |
| 1 | 0 a 7 | 7 | 2,97 | 7,00 | - | - |
| 2 | 8 a 13 | 6 | 3,56 | 6,00 | - | - |
| 3 | 14 a 20 | 7 | 7,05 | 7,00 | 4,58 | 32,29 |
| 4 | 21 a 30 | 10 | 10,23 | 1,24 | 1,24 | 12,69 |
| 5 | 31 a 45 | 15 | 15,34 | - | - | - |
| 6 | Acima de 45 | - | 19,94 | - | - | - |
| Total | | | 21,24 | 5,82 | 44,97 | |

Fonte: Autora (2022).

Considerou-se apenas o lado financeiro, analisou-se as vantagens dos equipamentos poupadores de água, fazendo uma correspondência entre economia de água e custo dos equipamentos. A relação custo-benefício foi calculada por meio do tempo de retorno do investimento, ou seja, o tempo necessário para que o custo de aquisição dos equipamentos (desconsiderando o custo e consumo da máquina de lavar) seja compensado e recuperado pela redução na cobrança de consumo de água.

De acordo com a Equação 6, determinou-se que o tempo de retorno para economia gerada é de 30,48 meses, ou seja, aproximadamente 31 meses.

Quadro 13 – Custo para aquisição dos equipamentos

| Equipamento | Preço | Qtd. | Custo |
|-----------------------------------|------------|------|-----------------|
| Torneiras | | | |
| Torneira de Pressão Mesa | R\$ 216,00 | 3 | R\$ 648,00 |
| Torneira de Pressão Mesa | R\$ 423,00 | 2 | R\$ 846,00 |
| Bacia Sanitária | | | |
| Mecanismo Completo Caixa Acoplada | R\$ 159,90 | 3 | R\$ 479,70 |
| Chuveiro/Ducha | | | |
| Chuveiro | R\$ 256,00 | 3 | R\$ 768,00 |
| Total | | | 2.741,70 |

Fonte: Autora (2022)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho fez um levantamento das características tipologia da edificação residencial em Brasília, levando em consideração alternativas de conservação de água em um apartamento, localizado na Superquadra Norte 311, caracterizando usos finais do consumo doméstico de água e indicadores de consumo para diferentes atividades.

Os indicadores de consumo de água demonstraram que os maiores índices de consumo individual de água foram a cozinha (38,6%) e chuveiro (33,0%). Observou-se que o consumo mensal do apartamento é de 16,08 m³, obtendo o valor de 176,21 L/pessoa.dia. O consumo de água também foi caracterizado se não houvesse a existência de equipamentos poupadores de água, onde observou-se que o consumo mensal seria 5,82 m³ a mais.

Com a adoção dos equipamentos economizadores de água obteve-se uma redução de 27,4% no total de água no consumo mensal. A inexistência desses equipamentos geraria um custo adicional de R\$ 89,94 mensal na fatura mensal. Ao analisar o lado financeiro da adoção a equipamentos economizadores do apartamento e avaliando o custo-benefício, foi possível perceber que o tempo de retorno para tal investimento seria de aproximadamente 31 meses.

Vale lembrar que o custo dos equipamentos leva apenas em consideração o valor de aquisição do equipamento, não considerando material e mão de obra para instalação. Sugiro para próximos estudos a verificação da economia gerada em todos os apartamentos da edificação, com a adoção de equipamentos economizadores, como também custo de implantação dos equipamentos poupadores, considerando custo de material e mão de obra.

REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 16782:2019**: Conservação de água em edificações — Requisitos, procedimentos e diretrizes. Rio de Janeiro - RJ: ABNT, 2019. 22 p.
- ANA – Agência Nacional de Águas (Brasil). **Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil**. Brasília: ANA, 2019.
- CAESB - COMPANHIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO DISTRITO FEDERAL. **Tarifas e preços**. Disponível em: < <https://www.caesb.df.gov.br/tarifas-e-precos.html>>. Acesso em: dezembro de 2022.
- CREDER, Hélio. **Instalações hidráulicas e sanitárias**. 6ª ed. Rio de Janeiro – RJ: LTC, 2006.
- BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil**, 1988. Assembleia Nacional Constituinte Senado Federal. Disponível em: <www25.senado.leg.br/web/atividade/legislacao>. Acesso em: outubro de 2022.
- CASA & CONSTRUÇÃO (C&C). **Material de construção**. 2022. Disponível em: <<https://www.cec.com.br/material-de-construcao>>. Acesso em: dezembro, 2022.
- CASA & CONSTRUÇÃO (C&C). **Material hidráulico**. 2022. Disponível em: <<https://www.cec.com.br/material-hidraulico>>. Acesso em: dezembro, 2022.
- CASA & CONSTRUÇÃO (C&C). **Metais e acessórios**. 2022. Disponível em: <<https://www.cec.com.br/metais-e-acessorios>>. Acesso em: dezembro, 2022.
- DRACO. **Ducha oxygen axial**. 2022. Disponível em: <<https://www.dracoeletronica.com.br/chuveiros/chuveiros-ducha/chuveiro-ducha-oxygen-axial-80.808.htm>>. Acesso em: dezembro, 2022.
- FERREIRA, M. M.; GOROVITZ, M. **A invenção da superquadra**: o conceito da Unidade de Vizinhança em Brasília. Brasília: IPHAN, 2009. 528p.
- GUEDES, M.; RIBEIRO, M.; VIEIRA, Z. Alternativas de Gerenciamento da Demanda de Água na escala de uma Cidade. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v.19, n.2, p.123-134, 2014.
- HAFNER, A. V. **Conservação e reuso de água em edificações** – experiências nacionais e internacionais. Rio de Janeiro: UFRJ, 2007. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil.
- LEROY MERLIN. **Material hidráulico**. 2022. Disponível em: <<https://www.leroymerlin.com.br/materiais-hidraulicos>>. Acesso em: dezembro, 2022.
- MACINTYRE, A. J. **Instalações hidráulicas prediais e industriais**. 3.Ed. LTC, 1996.
- PNCDA – **Programa Nacional de Conservação ao Desperdício de água**. Disponível em: <www.pncda.gov.br>. Acesso em: novembro, 2022.

SANT'ANA, D.; BOEGER, L.; VILELA, L. **Aproveitamento de águas pluviais e o reuso de águas cinzas em edifícios residenciais de Brasília** – Parte 1: redução no consumo de água. Brasília: Paranoá, Brasília, nº 10, 2013. p. 77-84.

SILVA, O. de L. C.; BATISTA, E. dos S.; SILVESTRE, L. da N; FILHO, P. A. da S. **Avaliação Técnica e Econômica de Dispositivos de Vazão de Água nas Instalações Hidráulicas de Residência Populares**. Revista de Ciência e tecnologia – RCT. Roraima – RR, 2020.

SILVA, I. A.; SIDNEI, J. R.; SILVA, T. A. C.; PAULA, H.M; REIS, R.P.A. **Mapeamento bibliográfico de referências sobre a conservação racional de água em edificações: estado da arte atual e lacunas de pesquisa sobre o tema**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO,19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-13.

SODRÉ, V. D. de Azevedo.; FUKASAWA, B. N.; OLIVEIRA M. R. **Guia orientativo das normas de conservação de água, fontes alternativas não potáveis e aproveitamento de água de chuva em edificações**. Câmara Brasileira da Indústria e construção. Brasília-DF: CBIC, 2019.

TAMAKI, H. O. **A medição setorizada como instrumento de gestão da demanda de água em sistemas prediais – estudo de caso**: Programa de uso Racional da Água da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003. 151 p.

TSUTIYA, Milton Tomoyuki. **Abastecimento de água** – 3ª edição - São Paulo - Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2006. XIII - 643 p.

VIANNA, Jorge Thiago Duarte da Silva. **Análise de alternativas para conservação de água em edificações residenciais funcionais em Brasília – DF**. [Distrito Federal] 2017. xvii, 128p.

VIANNA, J. T. D. S.; SANT'ANA, D. R.. **Uma análise financeira de tecnologias de conservação de água em residências do Distrito Federal**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.9, p.612-621, 2021.