

Uma proposta de redução do consumo de água durante o seu período de aquecimento pelo sistema a gás

Engenharia de Controle e Automação

*A proposal to reduce water
consumption during its heating
period by the gas system*

Diogo Martins Gonçalves de Morais

(pro7113@cefesa.edu.br)

*Doutor em Administração pela Universidade Municipal de São
Caetano do Sul (USCS) e professor da Faculdade Engenheiro
Salvador Arena*

Gilson Ferreira

(eng_gilsonferreira@hotmail.com)

*Especialista em Gestão de Projetos em Inovação e
Sustentabilidade pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena*

Luciana Gisele Brito Ferraz

(luciana-gisele@hotmail.com)

*Especialista em Gestão de Projetos em Inovação e
Sustentabilidade pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena*

Rogério Martins Ferraz

(rm-ferraz@hotmail.com)

*Especialista em Gestão de Projetos em Inovação e
Sustentabilidade pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena*

Sérgio Nistal

(sergio.nistal@compassminerals.com.br)

*Especialista em Gestão de Projetos em Inovação e
Sustentabilidade pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena*

FTT Journal of Engineering and Business

- SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP DEZ. 2021.
- ISSN 2525-8729

Submissão: 17 abr. 2021 Aceitação: 16 dez.2021

Sistema de avaliação: às cegas dupla (double blind review)

FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA, p.124-135.

FTT JOURNAL
of Engineering and Business



FACULDADE
ENGENHEIRO
SALVADOR ARENA

Resumo

O presente estudo propõe o desenvolvimento de um dispositivo constituído por um sensor de temperatura, que será acoplado ao cano do chuveiro elétrico para identificar quando a água submetida a sistemas de aquecimento a gás, solar ou por caldeira estiver aquecida, de modo que seja desligado de maneira autônoma o sistema elétrico do chuveiro, assumindo o aquecimento convencional e assim eliminando o desperdício de água no início do banho. O dispositivo proposto neste estudo foi denominado TERMO DUO, e para a sua criação foi realizado o presente estudo, que se caracteriza como pesquisa aplicada, contando com revisão da literatura sobre o tema e pesquisa de mercado, uso de ferramentas de criação como Design Thinking, Modelagem de Negócios por meio do Canvas e elaboração de um Balanced ScoreCard, além de estudo de viabilidade financeira e apresentação de protótipo do dispositivo. Concluiu-se neste trabalho que o TERMO DUO é uma solução inovadora e com baixo custo para um problema existente. Os testes funcionais com o protótipo desenvolvido foram positivos, com *payback* - o pagamento dos valores investidos - em 2,8 meses, eliminando-se o desperdício de água no início do banho.

Palavras-chave: Termo Duo. Tecnologia Sustentável. Desperdício de Água. Inovação. Sustentabilidade.

Abstract

The present study proposes the development of a device consisting of a temperature sensor, which will be installed on the pipe of the electric shower to identify when the water submitted by gas, solar or boiler systems is heated, so that the electrical device of the system turns off the shower autonomously, assuming conventional heating and thus eliminating water waste at the beginning of the bath. The device proposed in this paper was called TERMO DUO, and this study was carried out for its production, which is characterized as applied research based on the specific literature and market review, as well as the use of creative tools such as Design Thinking, Business Modeling through Canvas and elaboration of a Balanced Scorecard. In this research, it was concluded that TERMO DUO is an innovative and low-cost solution to an existing problem. The functional tests with the developed prototype were positive, eliminating the waste of water at the beginning of the bath.

Keywords: Duo Term. Sustainable Technology. Waste of Water. Innovation. Sustainability.

Introdução

Com o aumento da população mundial, as sociedades organizadas se veem cada vez mais ameaçadas pela limitação dos recursos naturais, principalmente da água. Segundo a Agência Nacional de Águas, por meio do seu Relatório de Conjuntura dos Recursos Hídricos 2019, o uso de água no país, em termos de quantidade utilizada, se dá majoritariamente pela irrigação (49,8%), seguido pelo abastecimento humano (24,4%) e pela indústria (9,6%) (BRASIL, 2019).

Com base na Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial, 42,5% das residências brasileiras aquecem o banho de alguma maneira, sendo que 40,9% fazem o uso da eletricidade, 0,51% usam o gás e 0,96% utilizam o sistema de aquecimento solar (ELETROBRÁS, 2019).

Dos números apresentados emerge a questão central deste estudo, que é a possibilidade de se economizar razoável quantidade de água usada nos banhos aquecida por meio de gás ou de energia solar, visto que esse sistema exige um intervalo de tempo necessário para o aquecimento da água, a partir da abertura da torneira pelo usuário.

Nesse contexto, o estudo se justifica por apresentar a proposta de um dispositivo inovador de fácil instalação, baixo custo e alto benefício para reduzir o desperdício de água. Outro fator considerado é a eliminação do desconforto do usuário aguardando o tempo de aquecimento da tubulação e da serpentina. O dispositivo torna-se também uma estratégia de contingência em caso de quebra do sistema de aquecimento primário.

Diante disso, o trabalho propõe o desenvolvimento de um controlador com sensor de temperatura acoplado ao cano do chuveiro elétrico com a função de interromper o seu funcionamento assim que é atingida a temperatura desejada para o banho, o qual recebeu a denominação de TERMO DUO. Dessa forma, o dispositivo proposto tem como meta eliminar o desperdício de água durante a espera para aquecimento pelo sistema primário.

Para a operacionalização deste estudo, foram realizados os seguintes objetivos específicos:

- a) Desenvolvimento de um dispositivo elétrico inovador e sustentável para ser acoplado em chuveiros com sistema de aquecimento a gás, solar ou por caldeira;
- b) Estudo da viabilidade mercadológica da proposta;
- c) Estudo da viabilidade financeira da proposta;

d) Avaliação da percepção de valor por parte do usuário.

No que se refere às questões de sustentabilidade do equipamento, observa-se que o conceito do TERMO DUO se relaciona com o tópico seis descrito nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), que trata sobre a Água Potável e Saneamento. Segundo a ONU, a escassez de água afeta mais de 40% da população mundial.

Para permitir que todas as pessoas tenham acesso à água potável, a Agenda 2030 prevê como meta uma gestão mais responsável dos recursos hídricos, incluindo a implantação de saneamento básico em todas as regiões vulneráveis e a proteção dos ecossistemas relacionados à água, como rios e florestas (PLAN INTERNATIONAL, 2021).

A apresentação deste estudo está dividida em cinco partes: a primeira delas, introdutória, em que são expostos o contexto e o objetivo do estudo; a seção 2, que apresenta o referencial teórico e dos resultados dos principais estudos já realizados; a seção 3, que se refere aos procedimentos metodológicos utilizados; a apresentação e a análise dos resultados, na seção 4; e a seção 5, contendo as considerações finais.

Referencial teórico

Para atender ao objetivo geral deste estudo, que é a instalação de um controlador com sensor de temperatura acoplado ao cano do chuveiro elétrico para interromper o seu funcionamento assim que é atingida a temperatura desejada do banho, buscou-se identificar na literatura científica e também no mercado as soluções que tivessem algum grau de semelhança com a proposta deste trabalho.

Por meio de uma revisão da literatura voltada ao tema, constatou-se a existência de uma grande quantidade de estudos relacionados ao conceito e às possibilidades de serem aplicados em um ambiente conhecido como “casas inteligentes”. Contudo, não foi encontrado nenhum estudo semelhante à proposta desta pesquisa.

Os textos sobre casas inteligentes propõem uma integração entre as funcionalidades de uma residência com sistemas capazes de aprender e tomar decisões baseadas em leituras de dados de sensores, câmeras, luzes, eletrodomésticos, como também nas experiências dos próprios usuários e na interação com o ambiente (YUI; PING, 2017).

Diante disso, partiu-se para a busca no mercado de um produto semelhante, concluindo-se que existe apenas um equipamento comercializado, que faz exatamente o que se pretende neste projeto, denominado Acqua Duo, da fabricante Lorenzetti (2020); no entanto, ele já se apresenta como um chuveiro específico com esta tecnologia embarcada.

Observa-se, portanto, por meio da revisão da literatura e das possibilidades oferecidas no mercado brasileiro, que há uma lacuna tanto no que se refere aos estudos científicos quanto nas soluções já existentes no mercado, no que diz respeito à oferta de dispositivos acessíveis ao perfil dos brasileiros, com a função de diminuir o desperdício de água.

Assim sendo, o presente estudo propõe uma solução diferenciada daquela disponível no mercado, visto que deverá ser utilizada em conjunto com um sistema primário de aquecimento e um chuveiro elétrico de qualquer modelo e marca.

Procedimentos metodológicos

Para a criação da proposta do dispositivo foi utilizada, inicialmente, a metodologia denominada Design Thinking. Trata-se de um conjunto de técnicas e ferramentas centradas no usuário que dá sustentação a um processo para produzir, analítica e criativamente, soluções para desafios reais, como é o caso do desperdício de água causado pela demora no seu aquecimento em instalações que utilizam gás, energia solar ou caldeira (BROWN, 2020).

Nesta fase do estudo, o processo de criação se dividiu em 5 etapas:

1. Empatia: desenvolver uma compreensão profunda do problema de desperdício de água no Brasil e no mundo;
2. Definição: determinar claramente o problema que se quer resolver;
3. Ideação: elaborar *brainstorm* para a geração de potenciais soluções e seleção da ideia central que melhor se adequar para a solução do problema;
4. Prototipagem: desenvolvimento de um protótipo, que no caso se concretizou como o dispositivo denominado TERMO DUO, para testar toda ou parte da sua solução;
5. Teste: validação da solução proposta.

Paralelamente ao processo de Design Thinking, elaborou-se um Business Model Canvas para auxiliar no desenvolvimento do projeto do TERMO DUO, na perspectiva de modelo de negócio. A Figura 1 apresenta as dimensões desse modelo.

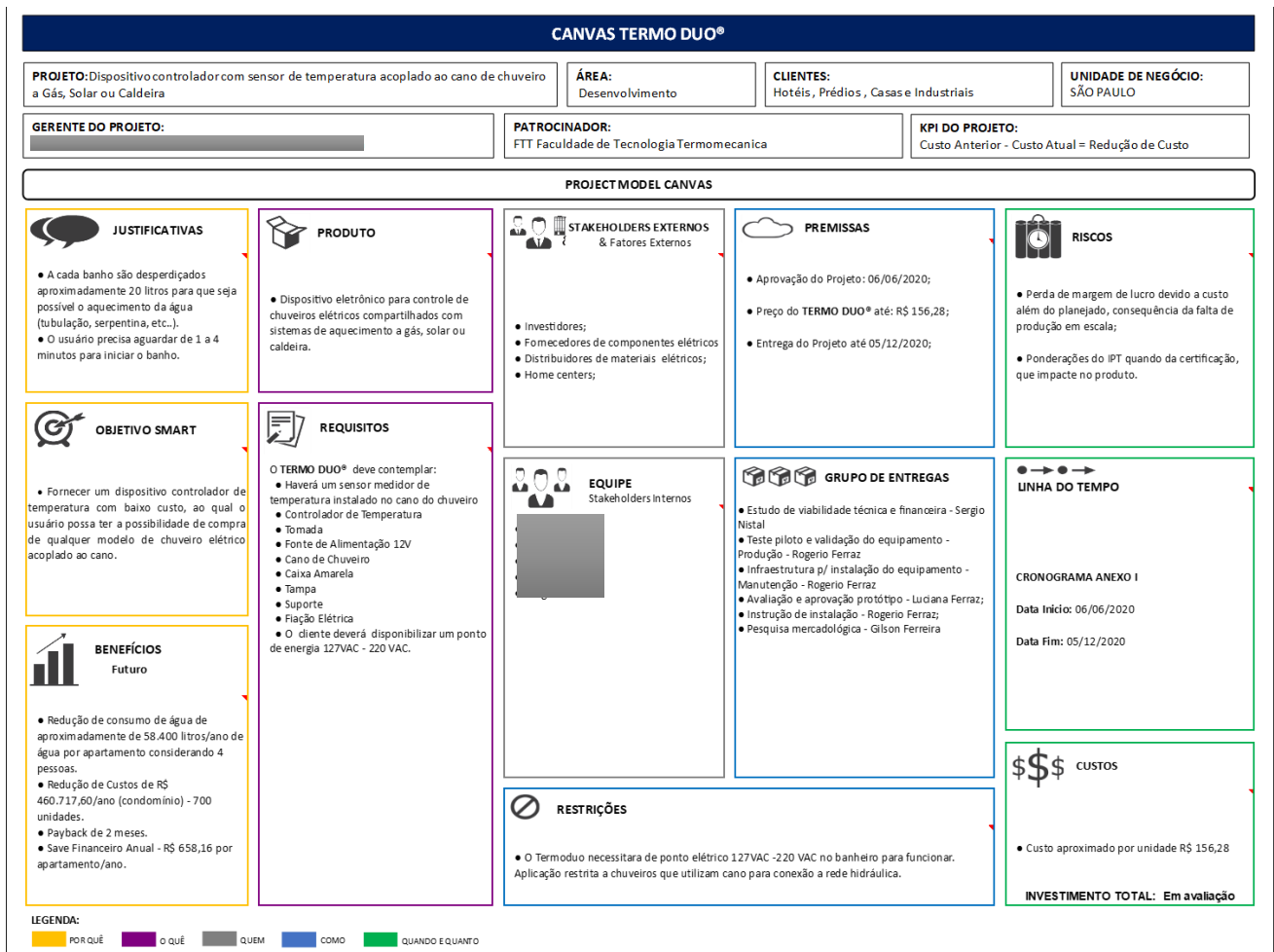


Figura 1 – Modelo de Negócio Canvas do TERMO DUO.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

O uso do modelo Canvas mostrou a viabilidade prática do TERMO DUO, enquanto modelo de negócio, frente ao cenário socioeconômico descrito na introdução deste artigo. Outra ferramenta utilizada foi o Balanced Scorecard (BSC).

Considerado um modelo de gestão estratégica, o método surgiu para desmistificar a visão de que, para obter sucesso, um negócio precisa focar unicamente em indicadores financeiros e contábeis. E, ao mesmo tempo, conta com a vantagem de definir estratégias e disponibilizar planejamentos de uma maneira muito mais abrangente (KAPLAN; NORTON, 1992).

Com a elaboração do *Balanced Scorecard* (BSC), obteve-se uma visão estratégica do projeto de desenvolvimento do TERMO DUO levando-se em conta os seguintes aspectos: financeiro, potenciais clientes, aprendizado Interno e questão socioambiental. A Figura 2 apresenta o *Balanced Scorecard* referente ao dispositivo em estudo.



Figura 2 - *Balanced Scorecard* do TERMO DUO.
 Fonte: elaborado pelos autores (2021).

O *Balanced Scorecard* elaborado demonstrou os caminhos a serem explorados e as possibilidades de desenvolvimento do TERMO DUO.

Para a elaboração do protótipo, foi utilizado um controlador de temperatura com display eletrônico para suportar carga de até 50^a, que de forma automática mede e regula o grau de calor ou de frio de acordo com a programação estabelecida, que neste estudo foi de aproximadamente 37°C através de um sensor de temperatura modelo DS 18B20 capaz de medir temperaturas de -55°C a 125°C, o qual foi acoplado ao cano do chuveiro garantindo o seu desligamento assim que é atingida a temperatura programada.

Para adaptação do sistema, foi utilizada uma caixa elétrica de tomada na qual os componentes foram totalmente resinados para garantir que não houvesse entrada de vapor e de água no sistema e a consequente queima dos componentes eletrônicos.

Apresentação e discussão dos resultados

O dispositivo poderá ser utilizado em locais com sistemas de aquecimento da água a gás, por energia solar ou por caldeira, sendo a água no estágio inicial de aquecimento ainda fria

transportada através da tubulação e a temperatura monitorada pelo dispositivo TERMO DUO com a função liga/desliga do chuveiro elétrico, permitindo a entrada imediata da pessoa no banho. Assim que a água atinge a temperatura estipulada, o chuveiro elétrico é desligado, dando vazão para a água aquecida pelos sistemas primários.

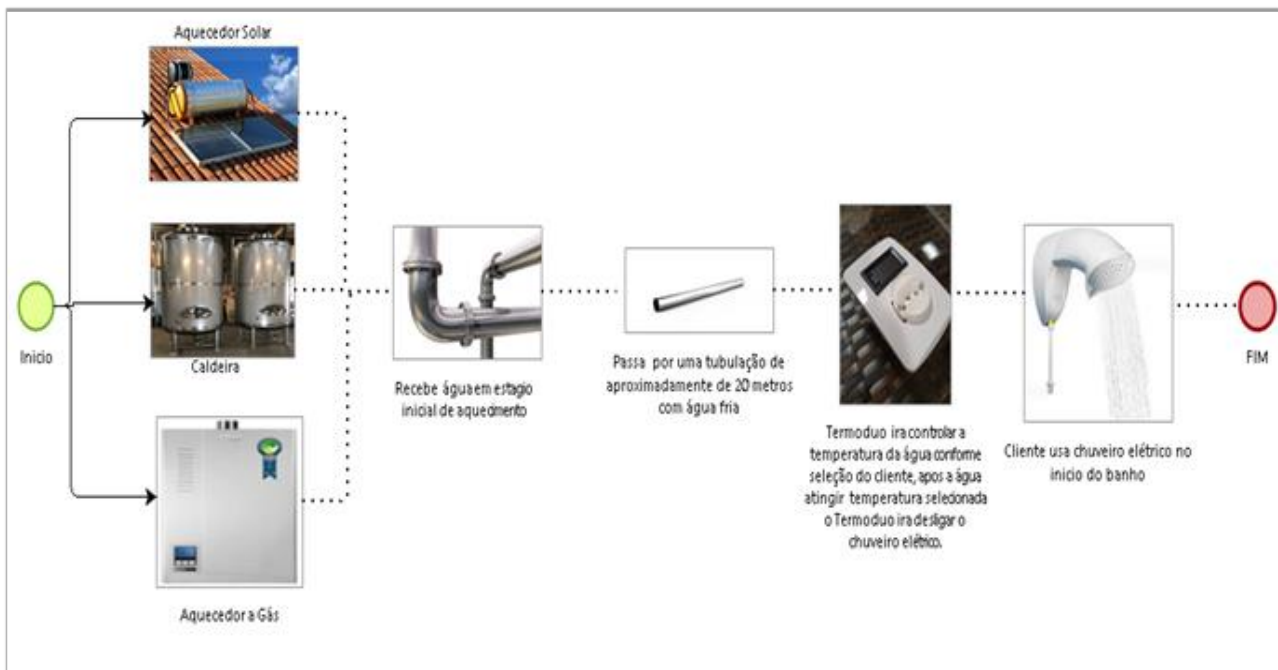


Figura 3 – Processo macro de funcionamento do TERMO DUO.
Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Para a confecção do protótipo do TERMO DUO foram utilizados: um termocontrolador, um sensor de temperatura, uma tomada, uma fonte de alimentação, cola quente, fiação elétrica e cano de chuveiro, tendo como custo final o valor de R\$ 156,28, segundo levantamento de preços realizado junto às lojas brasileiras, pela internet, em 21/11/2020. A Figura 4 apresenta o protótipo do termocontrolador.



Figura 4 – Protótipo do termocontrolador.
Fonte: elaborado pelos autores (2021).

No cálculo de retorno do investimento, foi considerada uma família com 4 pessoas e uma frequência de 2 banhos diários. A redução no custo mensal de água seria de R\$ 39,49; portanto, em 4 meses o custo do dispositivo seria totalmente pago.

O preço da água fornecida pela SABESP na região de São Bernardo do Campo em novembro de 2020 era de R\$ 11,27 /m³. A Figura 5 apresenta os números que permitiram a obtenção do *payback* (pagamento dos investimentos feitos) em 2,8 meses para o TERMO DUO.

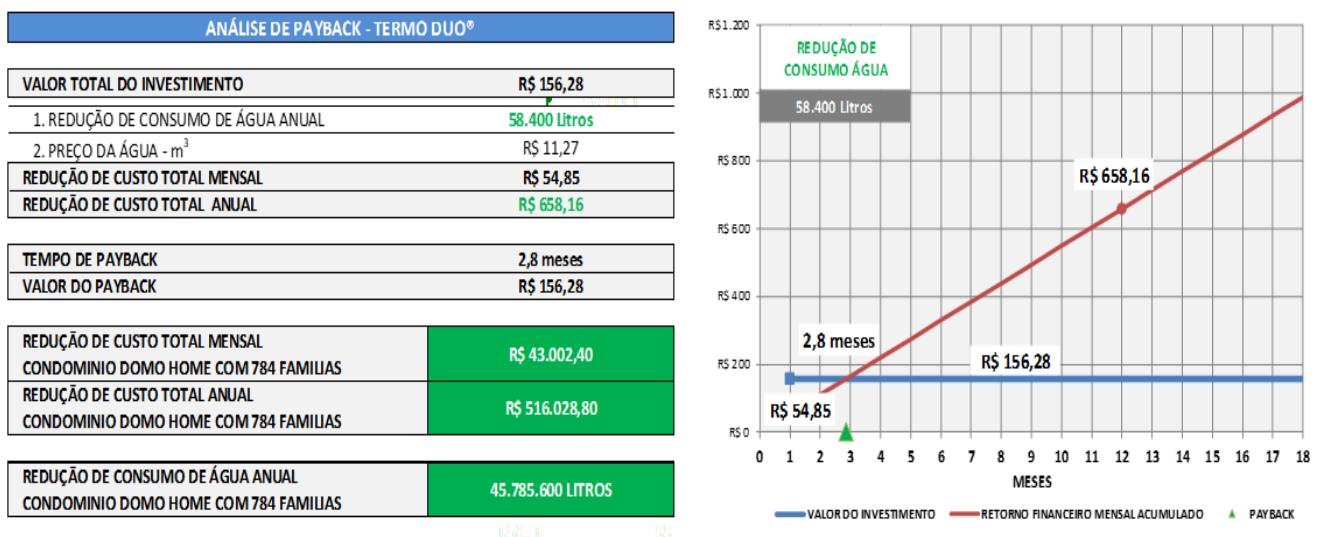
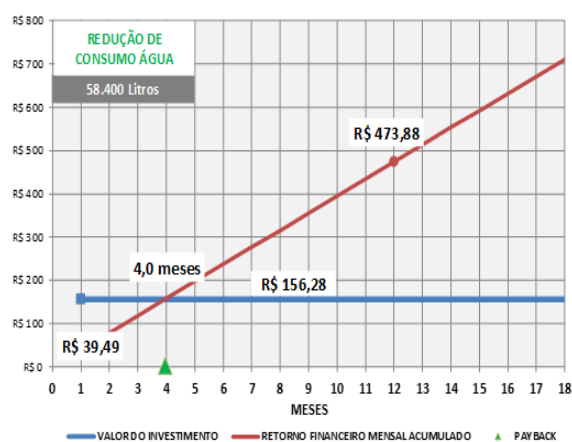


Figura 5 – Análise do *payback*.
Fonte: elaborado pelos autores (2021).

Os testes foram realizados em um apartamento no Condomínio Domo Home de 123 m² localizado no centro da cidade de São Bernardo do Campo, que possui um sistema de aquecimento a gás natural da marca Rheem, modelo RB3AP25PVNAIN-A, com capacidade de 26,5 l/min e potência

nominal de 44,2 kW (38012 kcal/h). A Figura 6 apresenta a análise do *payback*, incluindo as despesas com energia elétrica.

ANÁLISE DE PAYBACK - TERMO DUO®	
VALOR TOTAL DO INVESTIMENTO	R\$ 156,28
1. REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA ANUAL	58.400 Litros
2. PREÇO DA ÁGUA - m ³	R\$ 11,27
REDUÇÃO DE CUSTO TOTAL MENSAL	R\$ 39,49
REDUÇÃO DE CUSTO TOTAL ANUAL	R\$ 473,88
TEMPO DE PAYBACK	4,0 meses
VALOR DO PAYBACK	R\$ 156,28
REDUÇÃO DE CUSTO TOTAL MENSAL CONDOMÍNIO DOMO HOME COM 784 FAMÍLIAS	R\$ 43.002,40
REDUÇÃO DE CUSTO TOTAL ANUAL CONDOMÍNIO DOMO HOME COM 784 FAMÍLIAS	R\$ 516.028,80
REDUÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA ANUAL CONDOMÍNIO DOMO HOME COM 784 FAMÍLIAS	45.785.600 LITROS
DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA - MENSAL	R\$ 15,36
DESPESA COM ENERGIA ELÉTRICA - ANUAL	R\$ 184,32



* Estudo de Payback considerando uma família de 4 pessoas com 2 banhos diários.
* O estudo considera valores de energia elétrica de R\$ 0,80 por KW.

*Incluindo as Despesas com Energia Elétrica

Figura 6 – Análise do *payback* considerando as despesas com energia elétrica.

Fonte: elaborado pelos autores (2021).

O modelo do potencial concorrente - Ducha Acqua Duo Flex -, tem preço médio de R\$ 520,00, sendo produzido pela empresa Lorenzetti. Trata-se de um chuveiro com sistema de desligamento automático tendo a desvantagem de ser um modelo único com custo alto e sem a possibilidade de escolha pelo consumidor final.

Além das questões econômicas apresentadas, o TERMO DUO funciona também como uma estratégia de contingência para o usuário, tendo em vista a complexidade da manutenção e o tempo de atendimento da assistência técnica especializada para os sistemas de aquecimento a gás, solar ou por caldeira.

Para a observação da percepção do usuário, realizou-se a criação de um perfil no Instagram intitulado TERMODUO para a divulgação do equipamento e conscientização dos usuários com relação ao problema de desperdício de água no início do banho.

Aos poucos, foi possível observar um aumento no número de seguidores deste perfil no Instagram, demonstrando que existe interesse por parte de muitas pessoas em conhecer uma solução de baixo custo para o problema identificado.

Além disso, foram feitos comentários positivos sobre o dispositivo, incluindo uma proposta para fabricação de algumas unidades para ensaios preliminares em laboratório, conforme regulamentação específica para dispositivos elétricos.

E houve inclusive solicitação de alguns usuários sensibilizados com o problema do desperdício de água para aquisição do equipamento.

Considerações finais

Concluiu-se no estudo que o dispositivo TERMO DUO é uma solução inovadora, sustentável e viável para o problema de desperdício de água no início do banho, com baixo custo validado em testes funcionais.

O TERMO DUO mostrou também que funciona como uma estratégia de contingência para o usuário, nos casos de necessidade de manutenção em que é preciso levar em conta o tempo de atendimento da assistência técnica especializada nos sistemas de aquecimento a gás, solar ou por caldeira.

Não obstante a viabilidade financeira e mercadológica, um dos obstáculos identificados foi a ausência de um ponto de energia elétrica de 220 VCA nos banheiros dos apartamentos de prédios residenciais, quando possuem outro sistema de aquecimento dos chuveiros, o que dificulta a instalação do dispositivo proposto.

Por se tratar de uma pesquisa aplicada, foi apresentada a proposta e a realização do estudo de viabilidade, mas, para estudos futuros ou até mesmo para a eventual comercialização do equipamento, sugere-se iniciar o processo providenciando a elaboração de patentes de acordo com as regulamentações normativas, como por exemplo, o Regulamento Específico RESP/002-AAQ do INMETRO, exigido para aprovação, fabricação e comercialização de dispositivos desse tipo, o que representa mais um desafio para a implementação desse produto.

É de se supor que este artigo amplie o horizonte de estudos e de possibilidades relacionadas a tecnologias sustentáveis, e desperte o interesse de usuários e empresas em produzir e comercializar o produto, bem como divulgar seu conceito.

Referências

- BRASIL. Agência Nacional de Águas. **Relatório Conjuntura de Recursos Hídricos 2019**. Brasília: ANA, 2019.
- ELETROBRÁS - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – Procel. **Pesquisa de Posse e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial**. [S.l.], 2019.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The balanced scorecard: measures that drive performance. **Harvard Business Review**, v. 70, n. 1, p. 71-80, 1992.
- LORENZETTI. **Chuveiro híbrido Acqua Duo Flex**. Disponível em: <https://www.lorenzetti.com.br/produto/acqua-duo-flex-1699>. Acesso em: 20 de jul. 2020.
- PLAN INTERNATIONAL. **Conheça os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Disponível em: <https://plan.org.br/conheca-os-17-objetivos-de-desenvolvimento-sustentavel/>. Acesso em: 25 de jan. 2021.
- BROWN, T. **Design Thinking**: uma metodologia poderosa para decretar o fim das velhas ideias. Rio de Janeiro: Alta Books, 2019.
- YUE, C. Z.; PING, S. **Voice activated smart home design and implementation**. 2nd International Conference on Frontiers of Sensors Technologies (ICFST), Shenzhen, pp. 489-492, 2017.