

SMART HOME IOT: UMA ANÁLISE ACERCA DA REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA RESIDENCIAL COM DISPOSITIVOS SMART ACESSÍVEIS

SMART HOME IOT: AN ANALYSIS ABOUT THE REDUCTION OF RESIDENTIAL ELECTRICITY CONSUMPTION WITH ACCESSIBLE SMART DEVICES

Cristiano Gomes Casagrande

Professor Doutor, Universidade Federal de Juiz de Fora, Brasil
cristiano.casagrande@ufjf.br

Ana Carolina Caldas Rodrigues

Mestranda em Ambiente Construído, Arquiteta e Urbanista, UFJF, Brasil
ana.rodrigues@arquitetura.ufjf.br

Tuanny Cristinny da Cunha Guimarães

Mestranda em Ambiente Construído, Arquiteta e Urbanista, UFJF, Brasil
tuanny.guimaraes@estudante.ufjf.br

RESUMO

Este artigo faz uma análise a respeito de como o avanço e disseminação da internet culminou em novos padrões de comportamento. Percebe-se que o desenvolvimento de novas tecnologias possibilita o surgimento de produtos com certo grau de inteligência que podem otimizar as tarefas diárias dos indivíduos. Por conseguinte, o novo conceito de *smart home* apresenta a possibilidade do uso mais eficiente de aparelhos domésticos para economia de energia, por meio de estratégias que colaboram para a eficiência energética sem grandes compromissos financeiros. O objetivo deste artigo é apresentar alguns dispositivos com foco nas *smart home* que possam ser adquiridos de forma acessível financeiramente, ou seja, com baixo custo e que não exijam um sistema de instalação complexo, como demais automações que elevam o custo final do produto. O trabalho partiu da pesquisa bibliográfica e documental com base nas seguintes temáticas: internet das coisas, *smart home*, eficiência energética e sistemas e dispositivos. Além disso, foi realizada uma busca mercadológica por tecnologias e produtos inteligentes comercializados no Brasil, com baixo custo e de fácil instalação. O principal resultado desta pesquisa expõe alguns dispositivos que podem auxiliar na redução do consumo de energia e que se apresentam acessíveis no mercado com valores variáveis de acordo com marca e modelo. Posto isso, nota-se a viabilidade de adotar novas estratégias nas residências brasileiras, a partir dos dispositivos mencionados para corroborar com políticas governamentais que incentivem a eficiência energética, com o intuito de fortalecer um dos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU, produção e consumo responsáveis.

PALAVRAS-CHAVE: Internet das coisas. Smart home. Eficiência energética residencial.

ABSTRACT

This article makes an analysis about how the internet advancement and dissemination culminated in new behavior patterns. It is noticed that the development of new technologies enables the emergence of products with a certain degree of intelligence that may optimize the users' daily tasks. Therefore, the new concept of smart home presents the possibility of a more efficient use of household appliances for energy saving, through strategies that collaborate for energy efficiency without large financial commitments. The purpose of this article is to present some devices focused in smart homes that can be purchased in an financially accessible way, in other words, with a low cost and do not require a complex installation system installation, like other automations that raise the final cost of the product. The work started from the bibliographical research and documents based on the following themes: internet of things, smart home, energy efficiency and systems and devices. Furthermore, market research was carried out searching for smart technologies and products commercialized in Brazil, with low cost and easy installation. The main result of this research exposes some devices that can help reduce energy consumption and are accessible in the market with variable values according to brand and model. Having said that, the feasibility of adopting new strategies in Brazilian homes is noted, based on the devices mentioned to corroborate government policies that encourage energy efficiency, with the aim of strengthening one of the ONU's sustainable development goals, responsible production and consumption.

KEYWORDS: *Internet of things. Smart home. Residential energy efficiency.*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil tem potencial para economizar cerca de 10% da energia consumida, onde o maior potencial de economia (eficiência energética) se encontra nas residências, cerca de 15%, segundo a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia - ABESCO (2015). De acordo com o relatório síntese da Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2022), a eletricidade é a principal fonte de energia do setor residencial, representando cerca de 46,2% em relação às demais fontes, e está diretamente ligada ao uso de iluminação, refrigeração dos ambientes e ao uso de eletrodomésticos.

Atualmente, é possível se utilizar de diversos meios para contribuir com a redução do consumo de energia elétrica nas residências. A automação residencial é um recurso capaz de contribuir, dentre outras coisas, no conforto do usuário e na eficiência energética das edificações. Os sistemas de automação têm atraído cada vez mais usuários que buscam conforto e praticidade, gerando uma grande demanda por tecnologias inovadoras e de baixo custo (SANTOS, 2014). Também segundo Santos (2014), há uma vasta variedade de sistemas no mercado que, por visar projetos de alto padrão, apresentam custo elevado. Porém, já é possível encontrar sistemas de automação menos complexos com alto grau de eficácia. A possibilidade de implementar uma automação residencial de baixo custo que possa trazer mais conforto e praticidade aos usuários, juntamente com a redução do consumo de energia elétrica, já é uma realidade em virtude do avanço do desenvolvimento tecnológico.

A internet pode ser considerada um marco civilizatório, pois sua criação e disseminação mudou o modo como as pessoas pensam e agem, encurtou a barreira de espaço-tempo e possibilitou entre outras coisas, diversos avanços tecnológicos. Pode-se considerar que o contínuo avanço do seu desenvolvimento culminou na expressão “internet das coisas” (IoT, do inglês *Internet of Things*). De acordo com Azevedo (2016), a internet das coisas tem o objetivo de conectar os dispositivos a pessoas e a outros dispositivos, além de reforçar a integração entre o mundo físico e virtual. Para Gomes e Bergamo (2018), com novos atributos e funções dos objetos, estes são cada vez mais capazes de desenvolver tarefas simples do dia a dia ou até mesmo mais complexas como monitorar o tráfego de veículos em uma cidade.

A praticidade e conveniência dos dispositivos conectados à internet, juntamente com a constante escassez de tempo livre, tem levado cada vez mais usuários residenciais a utilizarem dispositivos que possam facilitar e otimizar suas tarefas domésticas. E, como já citado anteriormente, uma das formas de se aplicar a usabilidade desses dispositivos nas residências é através da automação.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar dispositivos com foco nas *smart home* que possam ser adquiridos de forma acessível financeiramente, ou seja, com baixo custo e que não exijam um sistema de instalação complexo, como demais automações que elevam o custo final do produto. Além disso, cabe destacar que esses dispositivos, bem como a IoT, podem auxiliar na eficiência energética da residência, diminuindo o consumo de energia elétrica.

3 METODOLOGIA

Uma vez delineado o objetivo da pesquisa – apresentar dispositivos com foco nas *smart home* que possam ser adquiridos de forma acessível financeiramente, ou seja, com baixo custo e que não exijam um sistema de instalação complexo, como demais automações que elevam o custo final do produto – o método empregado na condução da pesquisa foi a pesquisa bibliográfica, documental e mercadológica.

Para isso, foram delineadas as seguintes etapas metodológicas: (a) identificação das fontes, tendo como universo deste trabalho todos os materiais referentes aos temas: internet das coisas, *smart home*, eficiência energética, sistemas e dispositivos; (b) localização das fontes nas bibliotecas virtuais como Portal Periódicos CAPES e informações técnicas fornecidas pelo site dos fabricantes dos dispositivos mencionados. Como amostra da pesquisa serão utilizados os materiais produzidos nos últimos 10 anos, a destacar o uso de materiais produzidos por autores relevantes sobre o tema casa inteligente da década de 90; (c) tomada de apontamentos, a fim de destacar os pontos importantes e fazer anotações; (d) construção lógica do trabalho, e por último (e) busca mercadológica por tecnologias e produtos inteligentes comercializados no Brasil, com baixo custo e de fácil instalação.

4 REFERENCIAL TEÓRICO

4.1 *Smart home*: tecnologias domésticas inteligentes

Ainda que a automação residencial venha sendo discutida desde os anos 80, apenas recentemente o conceito de casa inteligente vem chamando atenção devido a IoT (HORRIGAN, 1987). Com o avanço da tecnologia, parte das casas possuem hoje algum grau de “inteligência”. A presença de sensores e controladores eletrônicos embutidos nos eletrodomésticos se enquadra na categoria de sistemas de automação, porém, não caracteriza o que se entende como casa inteligente (do inglês *Smart Home*) (ALBASTROIU et al., 2021).

Na literatura atual, quando se refere a tecnologia inovadora com certo grau de inteligência artificial, utiliza-se o termo “inteligente”. Assim, uma tecnologia inteligente tem como principal característica adquirir informações do ambiente e capacidade de resposta (CHAN et al., 2008; BALTA-OZKAN et al., 2014). Como define Aldrich (2003, p.17) casa inteligente é “uma residência equipada com tecnologia da informação e informatizada, que antecipa e responde às necessidades dos ocupantes, trabalhando para promover seu conforto, conveniência, segurança e entretenimento por meio do gerenciamento de tecnologia dentro da casa e conexões com mundo além” (tradução nossa). Lutolf (1992, p.00) tem uma abordagem semelhante, descrevendo casa inteligente como “a integração de diferentes serviços dentro de uma casa, empregando um sistema de comunicação comum. Garante uma operação econômica, segura e confortável da casa e inclui um alto grau de funcionalidade inteligente e flexibilidade” (tradução nossa).

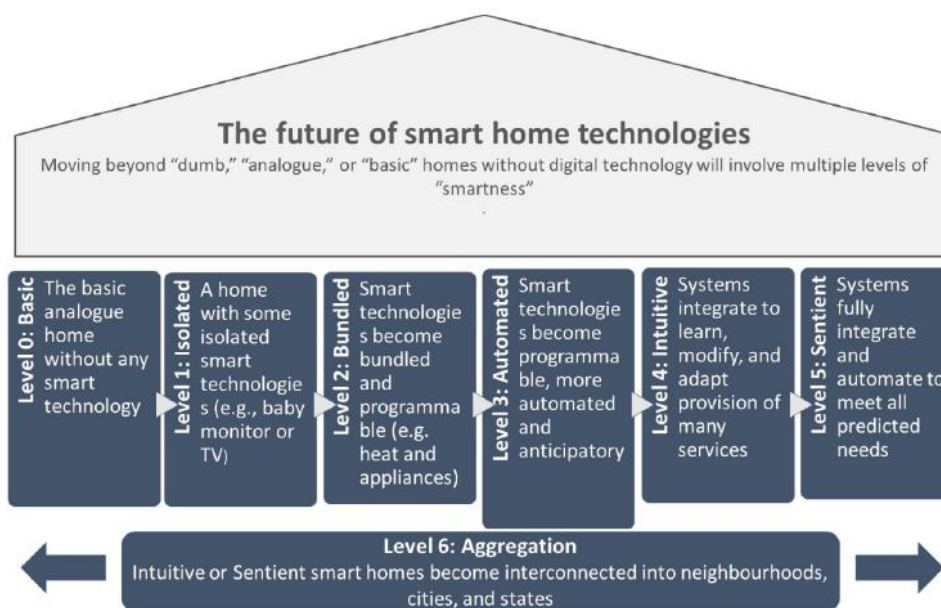
As definições acima apresentadas pelos autores para o conceito de *smart home*, concentram o discurso na componente tecnológica, na função e na satisfação das necessidades dos usuários. Assim, no conceito *smart home* IoT os dispositivos estão interligados entre si e com o consumidor por meio de um controle centralizado (ALBASTROIU et al., 2021), que permite

criar um ambiente que atenda às necessidades e expectativas do estilo de vida deste usuário. Desta forma, por meio remoto há uma facilitação no gerenciamento das tarefas de uma casa que poupam tempo e esforço do ocupante.

Easthope (2004) e Steward (2000), apontam que a *smart home* desafia ou expande o significado de lar, levando a refletir sobre qual o papel de uma casa e para o que e a serve. No que compreende as tecnologias domésticas inteligentes comercialmente disponíveis no mercado, podemos destacar os “[...] eletrodomésticos, iluminação, energia e utilidades, entretenimento, saúde e bem-estar, segurança e proteção, monitores para bebês e animais de estimação, roupas e acessórios, veículos e drones, robôs domésticos, jardinagem integrados”, entre outros (SOVACOO, DEL RIO, 2023, p. 9).

Visto a variedade de opções de tecnologia doméstica inteligente, estas não apresentam o mesmo nível de inteligência, como sugere Sovacool e Del Rio (2023) em sua pesquisa. Segundo o material levantado por estes autores, foi possível identificar cinco níveis de *smart home* caracterizados pelo nível de inteligência dos equipamentos (figura 01).

Figura 1– Níveis de tecnologias domésticas inteligentes



Fonte: SOVACOO, DEL RIO (2023)

Para esta discussão, partimos do entendimento de uma casa tradicional, que não possui tecnologias domésticas inteligentes, caracterizando uma casa “burra” ou “básica”, segundo os autores Sovacool e Del Rio (2023). No primeiro nível temos uma casa com algumas tecnologias não integradas que apresentam dispositivos como monitor de bebê ou sistema solar fotovoltaico, de forma que os usuários optam por uma forma analógica de resposta e estes permanecem isolados. No segundo nível, as tecnologias tornam-se agrupadas e programáveis, fornecendo serviços domésticos como sistemas de aquecimento ou entretenimento por meio dos dispositivos celulares, *notebooks*, *smart TV*, e outros.

No terceiro nível, a residência apresenta maior grau de automação e os sistemas começam a se conectar, apresentando diversas configurações e antecipando necessidades dos usuários. Neste nível de inteligência, é possível por exemplo programar o sistema de iluminação

por meio da definição de horários e intensidade das luzes, fazendo com que a casa opere segundo as necessidades propostas pelo usuário. Diferentemente do nível anterior, no quarto nível o próprio sistema por si só é capaz de se adaptar ao prestar o serviço, papel desempenhado pelos sensores e monitores (SOVACOOOL, DEL RIO, 2023). Estes podem ser bons aliados na gestão dos sistemas e na resposta para situações de pane, como tempestades ou apagões, ou configurar e identificar situações mais simples como dia e noite na regulação do sistema de iluminação.

O último nível estudado pelos autores Sovacool e Del Rio (2023), é identificado como o mais alto ou avançado, no qual as funções de monitoramento, *feedback* e aprendizado configuram sistemas integrados que podem antecipar as necessidades domésticas. Desse modo, teríamos casas “artificialmente inteligente[s]” ou “totalmente inteligente[s]” que poderiam conversar com os ocupantes ou até mesmo entre si (SOVACOOOL DEL RIO, 2023).

Segundo entrevistas realizadas por Sovacool e Del Rio (2023), alguns dos entrevistados apontaram a possibilidade de um sexto nível que extrapola a configuração de uma *smart home*, incorporando bairros, comunidades e cidades. Este novo panorama, estende o entendimento para uma sociedade inteligente, no qual as casas apresentam um nível cinco de inteligência e estas estão interconectadas.

Embora o conceito *smart home* pareça se concentrar na promoção de segurança e comodidade no dia a dia dos usuários através de tecnologias domésticas inteligentes, este conceito também se coloca como ponto central nas discussões sobre eficiência energética, mudança climática e inovação.

4.2 Eficiência energética doméstica

Atualmente a eficiência energética se coloca como pilar fundamental da política energética que concentra os esforços no crescimento sustentável, nas estratégias para lidar com as mudanças climáticas e proporcionar o bem-estar dos cidadãos. Além de corroborar com um dos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU (2023), produção e consumo responsáveis¹. Assim, a crescente busca pela redução do uso de recursos, potencializa o papel das tecnologias domésticas inteligentes na promoção de redes e cidades inteligentes, sendo definidora nas futuras transições energéticas (WILSON, HARGREAVES, HAUXWELL-BALDWIN, 2017; DECC, 2009; LUND et al., 2017). Tal avanço tecnológico permite ao usuário monitorar e controlar sua casa a partir de dispositivos móveis e remotamente com o auxílio da internet. Como afirmou Ashton (2009), a IoT tem a capacidade de transformar o mundo, assim como aconteceu com o surgimento da internet.

Por meio, da adoção de dispositivos de detecção, comunicação e atuação, equipamentos domésticos e eletrônicos passam a atuar de forma “inteligente”, permitindo a comunicação sem fio entre si, fornecendo dados ao usuário que facilitam a operação das tarefas domésticas (TAYLOR et al., 2007; REINISCH et al., 2011). Como defende Kofler et al. (2011), uma *smart home* é equipada com uma variedade de dispositivos que colaboram entre si, constituindo um sistema homogêneo capaz de monitorar aparelhos eletrônicos, promovendo uma gestão

¹ Veja na íntegra o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 12 Consumo e produção responsáveis (ONU, 2023). Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>.

eficiente de energia e colaborando para a sustentabilidade.

Assim, em uma *smart home* para minimizar o custo de eletricidade e aumentar a eficiência do uso de energia, há o monitoramento e organização em tempo real dos eletrodomésticos, por meio de sistemas controlados pelos dispositivos inteligentes e o usuário. Dessa forma, com a implementação das tecnologias inteligentes no ambiente doméstico, é possível alcançar a eficiência energética por meio dos seguintes serviços: (1) monitoramento dos dados sobre o gasto de energia, (2) controle remoto e/ou direto dos padrões de consumo (3) gerenciamento do serviço, visando eficiência e otimização, e (4) suporte (ZHOU et al., 2014; EL-HAWARY, 2014).

Além dos serviços, fala-se sobre as medidas que influenciam a demanda de eletricidade no ambiente doméstico, estas incluem tarifas variáveis de eletricidade, medidores inteligentes, aparelhos inteligentes e automação residencial. Por meio da tarifa variável de eletricidade, o consumo de energia passa a ser influenciado pela evolução dos níveis de preço ao longo do dia, ou seja, a variação do custo por dia condicionada a oferta de energia (PAETZ, DUTSCHKE, FICHTNER, 2011). Sendo assim, tal medida tem potencial para mudar o padrão de consumo do usuário, cooperando para a diminuição do gasto de energia, em horários de pico. Consequentemente, diminuindo a utilização de recursos não renováveis para produção de energia, como centrais nucleares ou de carvão que são acionadas nos horários de alta demanda.

Para auxiliar na gestão das mudanças de padrão de consumo, os medidores inteligentes são os responsáveis pelo registro do gasto de energia digitalmente, fornecendo informações mais detalhadas sobre o consumo em tempo real para o consumidor e a concessionária (PAETZ, DUTSCHKE, FICHTNER, 2011). De modo a ilustrar essa mudança, desde o primeiro semestre de 2022, a Cemig vem substituindo os medidores residenciais para os que contam com inteligência. A substituição é realizada de forma rápida e gratuita por eletricitistas credenciados à concessionária (CEMIG, 2022).

Em relação aos aparelhos inteligentes, no Brasil, desde 1984 já são adotadas iniciativas para incentivar a eficiência energética dos equipamentos domésticos, por meio do Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), coordenado pelo INMETRO. Este programa elabora etiquetas comparativas apresentando o desempenho energético dos equipamentos, de forma a valorizar os dispositivos com maior eficiência energética no mercado. Além disso, o programa busca a criação e implementação de normas de desempenho. Assim, a utilização inteligente de energia elétrica por demanda desempenha papel fundamental para o alcance da sustentabilidade e conservação de energia nos ambientes domésticos, de forma a afetar também o padrão de consumo dos consumidores.

Por fim, com o surgimento das tecnologias domésticas inteligentes é possível adotar estratégias que colaboram para a eficiência sem grandes compromissos financeiros, ou seja, é possível fazer o uso mais eficiente dos equipamentos existentes em casa economizando energia (RINGEL, LAIDI, DJENOURI, 2019).

4.3 Dispositivos

Uma boa automação oferece conforto e eficiência para a residência e seus usuários. Para que sejam instalados dispositivos que transformem a casa em uma casa inteligente, é

necessário um integrador. De acordo com Fernandes (2011), o integrador é uma plataforma de infraestrutura responsável por promover um sistema de telecomunicação único entre os sistemas de rede. Ainda segundo Fernandes (2011), os sistemas contidos em uma residência podem ser: telefonia, informática, rede elétrica, segurança, iluminação, entretenimento e climatização.

Abaixo apresenta-se uma listagem das principais tecnologias de integradores comercializadas no Brasil, segundo Fernandes (2011), com baixo custo de instalação, sem necessidade de obras de grande porte na residência para cabeamento específico.

4.3.1 Insteon

“O Insteon é uma tecnologia para automação doméstica desenvolvida pela SmartLabs para fazer frente ao X10” (GINJO, 2017, p. 29). Sua principal característica é ser um sistema de automação que funciona via rede elétrica e radiofrequência (FERNANDES, 2011) e, como outros sistemas de automação residencial, também utiliza como base a internet das coisas. Segundo Sanchez *et. al* (2019), pelo fato do sistema funcionar em uma rede de malha dupla, pode-se utilizar linhas de energia e radiofrequência para envio de mensagem para interruptores de luz, luzes, termostatos, sensores de vazamento, controles remotos, sensores de movimento entre outros dispositivos elétricos.

A respeito do seu funcionamento, “todos os dispositivos Insteon podem funcionar como controladores, receptores ou retransmissores, podendo assim funcionar como uma rede *mesh*” (GINJO, 2017, p. 30) e além disso, ainda segundo o autor, o sistema Insteon tem a vantagem de ser parcialmente compatível com dispositivos X10 por terem comandos executados idênticos.

4.3.2 Zigbee

O Zigbee é um protocolo aberto caracterizado por um conjunto de especificações para a comunicação sem fio entre dispositivos eletrônicos (GINJO, 2017). Esta tecnologia utiliza pilhas comuns e consequentemente apresenta baixo consumo de energia, tem sistema de controle descentralizado e transporte de dados via wireless (FERNANDES, 2011). Como aponta José Luís Ginjo (2017):

Esta tecnologia foi pensada para interligar unidades de recolha e controlo de dados recorrendo a sinais RF não licenciados, diferenciando-se pelo menor consumo em relação ao alcance reduzido e a comunicação entre duas unidades pode ser repetida sucessivamente pelas unidades existentes na rede (*mesh*) (GINJO, p. 23-24, 2017).

Esse tipo de rede é composto por três tipos de dispositivos: o coordenador (ZC), o router (ZT) e o dispositivo (ZED), este último se caracteriza como o dispositivo mais completo, sendo capaz de armazenar todas as informações da rede (GINJO, 2017).

4.3.3 Z-Wave (Segatto)

De acordo com Fernandes (2011), essa é uma rede completamente sem fio que pode ser considerada uma das tecnologias com maior destaque na atualidade e que, além disso, possibilita agregar novos dispositivos facilmente e ainda auxilia na economia de energia elétrica.

Dentre os diversos modelos de dispositivos encontrados no mercado atualmente, com inúmeras funções e conectados diretamente aos *smartphones* e *tablets* dos usuários, o presente artigo apresenta algumas opções que podem auxiliar na redução do consumo de energia e que são facilmente encontrados no mercado com valores variáveis, tornando o objeto acessível de acordo com marca e modelo.

4.3.4 Lâmpadas e fitas de LED inteligentes

As lâmpadas e fitas de LED inteligentes são capazes de tornar a casa mais inteligente por meio do controle de intensidade da luz, por exemplo. Segundo a descrição do modelo da Lâmpada Led Intelbras Ews 410 *Smart* Wi-Fi, da Intelbras, e da *smart* fita LED Wi-Fi RGB da fabricante Positivo, o usuário é capaz de definir através de aplicativos para *smartphones* e *tablets* ou até mesmo por comandos de voz, qual porcentagem de brilho ele deseja em determinadas ocasiões, hora do dia ou noite. Quanto menor o brilho e a intensidade da luz, menor o consumo de energia. Além disso, as lâmpadas e fitas de LED inteligentes, por estarem conectadas aos aplicativos de celulares, permitem que as mesmas sejam apagadas remotamente, de onde o usuário estiver. Dessa forma, é possível reduzir o desperdício de energia em ocasiões em que o morador não está em casa e porventura esquece as lâmpadas acesas. Convém também abordar a questão do conforto lumínico proporcionado pela possibilidade de alteração de temperatura de cor. Assim, o usuário pode adaptá-la de acordo com a tarefa que irá exercer sem precisar de uma outra lâmpada ou luminária específica.

4.3.5 Interruptores inteligentes

O funcionamento e funcionalidade dos interruptores inteligentes se assemelha ao das lâmpadas e fitas de LED, porém, esses dispositivos podem operar também com lâmpadas comuns, não se fazendo obrigatório a conexão com um modelo inteligente. De acordo com as descrições encontradas no site do fabricante Intelbras, o modelo de interruptores *touch* EWS pode substituir os tradicionais existentes nas residências. Além disso, ainda possibilitam ao usuário controlar por *smartphone*, *tablets* ou assistentes virtuais e de voz, estando no mesmo espaço físico que os aparelhos ou remotamente, o acendimento das lâmpadas e definir horários para que as mesmas possam ser acesas e apagadas automaticamente. Quando conectadas aos modelos inteligentes de lâmpadas e fitas de LED, esses dispositivos também oferecem a função de personalizar a intensidade de iluminação no ambiente, o que pode auxiliar na redução do consumo de energia do equipamento em determinadas ocasiões. Além de possibilitar ao usuário escolher a temperatura de cor ideal para determinada atividade ou ocasião. Em comparação com as lâmpadas e fitas de LED inteligentes que apresentam certa facilidade para ser instalada pelo usuário, os interruptores inteligentes exigem um pouco mais de complexidade e um profissional capacitado para fazer sua instalação, o que pode se apresentar como um fator negativo.

4.3.6 Tomadas *smart plugs*

Para controlar o consumo dos eletrodomésticos ligados à tomada, encontra-se no mercado as tomadas *smart plugs*. Esse dispositivo pode ser encontrado em diversos modelos como, de sobrepôr, sendo conectado diretamente à uma tomada convencional, de embutir, que apresenta o mesmo modelo de espelho das tomadas convencionais embutidas diretamente na parede, podem ter pinos de 10A ou 20A e também podem ser compostas de medidores e disjuntores inteligentes. É importante ressaltar que os atributos mencionados podem variar de acordo com a marca e modelo do dispositivo. O modelo apresentado neste estudo é o Interruptor Conector Inteligente Wi-Fi Intelbras EWS 301, o qual, de acordo com o seu fabricante tem o objetivo principal de possibilitar ao usuário ter o controle do consumo de energia que determinado aparelho está gerando através de relatórios enviados via aplicativo e conectar ou parar o funcionamento do aparelho quando desejar e sem a necessidade da remoção do mesmo da tomada. Uma outra vantagem das tomadas *smart plugs* é que podem ser configuradas para interromper a conexão com a rede elétrica em caso de chuva, o que pode evitar que os aparelhos sejam danificados em casos provenientes de anomalias elétricas na rede de distribuição.

4.3.7 Sensores de presença

Os sensores de presença podem ser instalados embutidos em caixas comuns de interruptores. Alguns dispositivos como o sensor de presença para iluminação ESP 180 Branco, da marca Intelbras, possui um regulador de tempo de ação que pode variar de 10 segundos a 8 minutos. Além disso, a função fotocélula deste produto permite que as luzes conectadas a ele não sejam acesas durante o dia, o que pode reduzir o gasto de energia no ambiente. É importante ressaltar que os sensores de presença também consomem eletricidade pelo fato de ficarem conectados em tempo integral à rede elétrica. Entretanto, em determinados aparelhos, o consumo é baixo e torna-se ainda assim, um ótimo custo benefício. A informação do consumo de energia do sensor pode ser encontrada nas informações técnicas da respectiva marca.

4.3.8 Sensores que controlam o ar condicionado

Dado que os aparelhos condicionadores de ar são os equipamentos domésticos que possuem o maior consumo médio por aparelho em uma residência, de acordo com dados apresentados pela Empresa de Pesquisa Energética - EPE (2021), faz-se de extrema importância apresentar neste trabalho soluções para controlar seu consumo. Atualmente, encontra-se no mercado dispositivos que podem auxiliar na redução dos gastos energéticos gerados pelo ar condicionado. Uma opção é a integração de dois sistemas, um sensor de temperatura e uma central de automação. A fabricante Intelbras oferece o kit com os dois dispositivos citados, no modelo IST 1001 e ICA 1001. O sensor de temperatura e umidade *smart* IST 1001, segundo especificações da marca, tem a função de medir a temperatura no ambiente e ajustar a temperatura do ar condicionado paralelamente. O usuário pode configurar diretamente de um aplicativo em seu *smartphone* ou *tablet* a temperatura que ele deseja que o ambiente esteja e assim, o dispositivo enviará um comando para um controle universal inteligente, e fará o desligamento do aparelho. Deste modo, é possível evitar que o ar condicionado se mantenha

ligado por horas excessivas sem a devida necessidade, reduzindo assim o seu consumo de energia.

5 ANÁLISES E RESULTADOS

Como ponto de partida para análise dos resultados acerca dos dispositivos inteligentes considerados nesta produção, faz-se necessário destacar que buscou-se desenvolver o estudo e realizar as escolhas dos mesmos, a partir da definição da palavra “acessível”. Segundo o dicionário Michaelis (2023), define-se acessível como o “que se pode obter ou possuir; de preço módico; barato, razoável, reduzido: mercadoria acessível”.

Durante a realização da busca pelos produtos, foi possível constatar que existe atualmente uma vasta gama de opções no mercado que podem facilitar a escolha dos usuários. Os dispositivos apresentados no presente estudo foram considerados acessíveis, primeiramente, pela facilidade de acesso a diversos sites de compra online que apresentavam, em alguns casos, diversas marcas e modelos disponíveis e variação de valores. Foi realizada uma pesquisa de preços em 7 lojas online distintas, sendo elas: Amazon, Kalunga, KaBum, Havan, Americanas, Shoptime e Intelbras. Uma comparação média de valores nessas lojas apresentara os seguintes resultados para os subseqüentes produtos:

- Lâmpada Led Ews 410 Smart Wi-Fi, fabricante Intelbras: R\$ 81,01
- *Smart* fita Led Wi-Fi RGB, produto com 2m, fabricante Positivo: R\$105,99
- Interruptor *touch* EWS, fabricante Intelbras: R\$140,38
- Interruptor Conector Inteligente Wi-Fi EWS 301, fabricante Intelbras: R\$105,57
- Sensor de presença para iluminação ESP 180, fabricante Intelbras: R\$76,52
- Sensor De Temperatura E Umidade *Smart* Ist 1001, fabricante Intelbras: R\$211,81
- Central De Automação *Smart* Hub - Ica 1001, fabricante Intelbras: R\$304,14

É importante ressaltar que o custo final da automação da residência irá variar de acordo com o número total de cômodos que serão automatizados e, também, com a quantidade e modelos de dispositivos escolhidos pelo usuário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A constante busca dos usuários residenciais para reduzir o valor final do consumo de energia em suas casas, juntamente com políticas governamentais que incentivam empresas e fabricantes a produzirem equipamentos mais eficientes energeticamente, são triviais para promover uma maior eficiência energética nas residências. Finalmente, cabe ressaltar que o resultado desses dois fatores culmina ainda no fortalecimento da sustentabilidade e corrobora com um dos objetivos do desenvolvimento sustentável da ONU, produção e consumo responsáveis.

Mediante o exposto acima, é indiscutível que a constante evolução tecnológica promovida pelo avanço da internet e as novas tecnologias inteligentes domésticas afetam as pessoas e suas atividades. Assim, o conceito de *smart home* tende a se fortalecer cada vez mais com o surgimento de novos dispositivos e novas funções desenvolvidas para facilitar e trazer

mais conforto à vida dos usuários domésticos.

Através da metodologia proposta, pesquisa mercadológica, foi possível catalogar dispositivos que possam ser adquiridos de forma acessível financeiramente, ou seja, com baixo custo e que não exijam um sistema de instalação complexo, alcançando o objetivo delineado no presente artigo. A metodologia se mostrou adequada por catalogar os dispositivos disponíveis no mercado atualmente, permitindo que o método seja replicado novamente de acordo com o avanço tecnológico. Sugere-se que futuras pesquisas possam analisar o desempenho desses dispositivos em relação à eficiência energética e a capacidade de auxiliar na redução do consumo energético das residências.

Além disso, cabe destacar que esses dispositivos, bem como a IoT, podem auxiliar na eficiência energética da residência, diminuindo o consumo de energia elétrica. Neste artigo pretende-se que o usuário seja capaz de ter autonomia para adequar o sistema residencial de acordo com suas necessidades e realidade financeira, de forma que isto possa ter um impacto positivo no seu consumo de energia e consequentemente orçamento mensal.

REFERÊNCIAS

ABESCO Associação Brasileiro das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Desperdício de energia gera perdas de R\$12,6 bilhões**. 2015. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/novidade/desperdicio-de-energia-gera-perdas-de-r-126-bilhoes/>. Acesso em: 13 de agosto.

ABESCO Associação Brasileiro das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **O que é Eficiência Energética? (EE)**. s/d. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/o-que-e-eficiencia-energetica-ee/>. Acesso em: 13 de agosto.

ACESSÍVEL. Dicionário Michaelis. **Editora Melhoramentos**, 2023. Disponível em: <https://michaelis.uol.com.br/moderno-portugues/busca/portugues-brasileiro/acess%C3%ADvel/>. Acesso em: 14 de agosto de 2023.

ALBASTROIU, Irina; ENACHE, Calcedonia; CEPOLI, Andrei; ISTRATE, Adrian; ANDREI, Teodora L. Adopting IoT-Based Solutions for Smart Homes: the Perspective of the Romanian Users. **Amfiteatru Economic**, 23 (57), p.325-341, 2021.

ALDRICH, F. K. **Smart Homes: Past, Present and Future**. Londres: Springer, 2003.

ASHTON, Kevin. That “Internet of Things” Thing. **RFID Journal**, 22(7), pp.97-114, 2009.

AZEVEDO, Victor A. Geração Internet das Coisas. Diálogo com a Economia Criativa, Rio de Janeiro, v. 1, n. 2, p. 75-91, 2016. DOI: 10.22398/2525-2828.1275-91

BALTA-OZKAN, Nazmiye; AMERIGHI, Oscar; BOTELER, BEN. A comparison of consumer perceptions towards smart homes in the UK, Germany and Italy: reflections for policy and future research. **Technology Analysis & Strategic Management**, 26 (10), p. 1176-1195, 2014. DOI: 10.1080/09537325.2014.975788

CEMIG. **Atendimento: medidores inteligentes**. Disponível em: <https://www.cemig.com.br/atendimento/medidores-inteligentes/>. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

CHAN, Marie; ESTÈVE, Daniel; ESCRIBA, Christophe; CAMPO, Eric. A review of smart homes: present state and future challenges. **Computer Methods and Programs in Biomedicine**, 91 (1), p. 55-81, 2008.

DECC. **Smarter Grids: The Opportunity**. Londres, 2009.

EASTHOPE, Hazel. A Place Called Home. **Housing, Theory and Society**, v. 21, p. 128-138, 2004. DOI 10.1080/14036090410021360

EL-HAWARY, Mohamed E. The Smart Grid: State-of-the-art and Future Trends. **Electric Power Components & Systems**, 42(3/4), p. 239 -250, 2014.

EPE EMPRESA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. IEA AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. INSTITUTO AÇO BRASIL. Atlas da eficiência energética - Brasil. **Ministério de Minas e Energia**. 2022. Disponível em:

https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-741/Atlas_Eficiencia_Energetica_Brasil_2022.pdf. Acesso em: 13 de agosto.

EPE EMPRESA DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. Relatório Síntese 2023. **Ministério de Minas e Energia**. 2022. Disponível em: https://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-748/topico-681/BEN_S%C3%ADntese_2023_PT.pdf. Acesso em: 13 de agosto.

FERNANDES, Fabio. Sistema de iluminação inteligente através de redes de sensores wireless. (Trabalho de conclusão de curso). Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, 2011.

GINJO, José Luís Boticário. Implementação de um sistema de domótica híbrido (Dissertação de Mestrado). Instituto Superior de Engenharia do Porto, Portugal, 2017.

GOMES, Gabriela da S.; BERGAMO, Fabio V. de M. Chegou a era da Internet das Coisas? Um estudo sobre adoção de objetos inteligentes no contexto brasileiro. **Revista Brasileira de Marketing**, v.17, n.2, p. 251-263, 2018. DOI 10.5585/remark.v17i2.3648

HORRIGAN, B. The Home of Tomorrow: 1927-45. In: CORN, Joseph J. **Imagining Tomorrow: History Technology and the American Future**. Cambridge: MIT Press, 1987, p. 137-163.

LUND, Henrik; ØSTERGAARD, Paul A.; CONNOLLY, David; MATHIESEN, Brian V. Smart energy and smart energy systems. **Energy**, vol. 137, pp. 556–565, 2017. DOI 10.1016/j.energy.2017.05.123

LUTOLF, R. Smart home concept and the integration of energy meters into a home-based system. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Metering Apparatus and Tariffs for Electricity Supply 1992. Glasgow, p. 277–278, 1992.

ONU Organização das Nações Unidas. **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: 12 consumo e produção responsáveis**. 2023. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/12>. Acesso em: 13 de agosto de 2023.

PAETZ, Alexandra-Gwyn.; DÜTSCHKE, Elisabeth; FICHTNER, Wolf. Smart Home as a means to sustainable energy consumption: a study of consumer perceptions. **Journal of Consumer Policy**, v. 35, p. 23-41, 2011. DOI: 10.1007/s10603-011-9177-2

REINISCH, Christian; KOFLER, Mario J.; IGLESIAS, Félix; KASTNER, Wolfgang. ThinkHome energy efficiency in future smart homes. **EURASIP Journal on Embedded Systems**, p. 1-18, 2011. DOI: 10.1155/2011/104617

RINGEL, Marc; LAIDE, Roufaida; DJENOURI, Djamel. Multiple benefits through Smart Home Energy Management Solutions: a simulation-based case study of a single-family-house in Algeria and Germany. **Energies**, v. 12, 2019. DOI: 10.3390/en12081537

SANCHEZ, R. de B.; COSTA, D. A. M.; FERNANDES, J. C. L. A internet das coisas conectando casas as pessoas. **Revista ENIAC Pesquisa**, Guarulhos, v.8, n.2, 2019.

SANTOS, D. de M. S. dos. Sistema de automação residencial escalável e sem fio utilizando tecnologias de baixo custo. **Revista Brasileira de Contabilidade e Gestão**, Ibirama, v. 3, n. 5, p. 76-86, 2014. DOI: 10.5965/2316419003032014076.

SOVACOOOL, Benjamin; DEL RIO, Dylan B. F. Smart home technologies in Europe: a critical review of concepts, benefits, risks and policies. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, 2020. DOI: [org/10.1016/j.rser.2019.109663](https://doi.org/10.1016/j.rser.2019.109663)

STEWART, Barbara. Living space: The changing meaning of home. **British Journal of Occupational Therapy**, 63 (3), p. 105–110, 2000. DOI: 10.1177/030802260006300303

TAYLOR, Alex S.; HARPER, Richard H. R.; SWAN, Laurel; IZADI, Shahram; SELLEN, Abigail; PERRY, Marc. Homes that make us smart. **Personal and Ubiquitous Computing**, v. 11, p. 383–393, s/d. DOI: 10.1007/s00779-006-0076-5

WILSON, Charlie; HARGREAVES, Tom; HAUXWELL-BALDWIN, Richard. Benefits and risks of smart home technologies. **Energy Policy**, v. 103, p. 72-83, 2017. DOI <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.047>

ZHOU, Bin; LI, Wentao Li; CHAN, Ka Wing; CAO, Yijia; KUANG, Yonghong; LIU, Xi; WANG, Xiong. Smart home energy management systems: Concept, configurations, and scheduling strategies. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v. 61, p. 30-40, 2016. DOI: [org/10.1016/j.rser.2016.03.047](https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.03.047)