

UNIVERSIDADE CESUMAR - UNICESUMAR
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS TECNOLÓGICAS E AGRÁRIAS CURSO DE
GRADUAÇÃO ENG. CONTROLE E AUTOMAÇÃO

VANTAGENS E DESAFIOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: UM ESTUDO
TEÓRICO

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia De Controle e Automação da Universidade Cesumar – UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em Eng. Mecatrônica, sob a orientação do professor dr. FERNANDO PEREIRA CALDERARO

MARINGÁ – PR
2024

FOLHA DE APROVAÇÃO

FELIPE LUCIO GARCIA

VANTAGENS E DESAFIOS DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: UM ESTUDO TEÓRICO

Artigo apresentado ao Curso de Graduação em engenharia de controle e automação da Universidade Cesumar UNICESUMAR como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel(a) em engenharia de controle e automação, sob a orientação do professor dr. FERNANDO PEREIRA CALDERARO

Aprovado em: 22 de novembro de 2024.

BANCA EXAMINADORA

Nome do professor – (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

Nome do professor - (Titulação, nome e Instituição)

RESUMO

A automação residencial, também conhecida como domótica, refere-se ao uso de tecnologias para controle e automação de funções em residências, com o objetivo de aumentar a praticidade, segurança e eficiência energética. Com o avanço da Internet das Coisas (IoT) e a popularização dos dispositivos inteligentes, a automação vem se expandindo, especialmente no Brasil, onde incentivos governamentais e a redução de custos têm promovido seu crescimento. O estudo explora a história da automação, destacando sua evolução desde os primeiros eletrodomésticos até os sistemas integrados atuais, que permitem a comunicação entre dispositivos e a personalização de ambientes. A pesquisa também analisa os benefícios da automação, como economia de energia, segurança e acessibilidade para idosos e pessoas com mobilidade reduzida. Apesar das vantagens, desafios como o custo elevado dos dispositivos, a necessidade de suporte técnico e questões de privacidade e segurança de dados são obstáculos para uma adoção mais ampla. A expansão desse mercado no Brasil depende de esforços conjuntos para superar essas barreiras, visando a democratização e integração da automação nas residências brasileiras.

Palavras-chave:

Automação residencial, Internet das Coisas, eficiência energética, acessibilidade, segurança de dados, Brasil.

ABSTRACT

Home automation, also known as domotics, refers to the use of technology to control and automate household functions, aiming to increase convenience, security, and energy efficiency. With the advancement of the Internet of Things (IoT) and the popularization of smart devices, home automation has been expanding, particularly in Brazil, where government incentives and cost reductions have driven its growth. This study explores the history of automation, highlighting its evolution from early household appliances to current integrated systems that enable device communication and environment customization. The research also analyzes the benefits of automation, such as energy savings, security, and accessibility for the elderly and people with reduced mobility. Despite these advantages, challenges such as the high cost of devices, the need for technical support, and issues of data privacy and security remain obstacles to broader adoption. The expansion of this market in Brazil depends on joint efforts to overcome these barriers, aiming for the democratization and integration of automation in Brazilian homes.

Keywords:

Home automation, Internet of Things, energy efficiency, accessibility, data security, Brazil.

1. INTRODUÇÃO

O conceito de automação residencial, ou domótica, refere-se ao uso de tecnologia para controlar e automatizar funções residenciais, proporcionando maior praticidade, segurança e eficiência energética para os moradores. Essa área tem crescido exponencialmente nos últimos anos, graças ao avanço da Internet das Coisas (IoT) e à popularização de dispositivos inteligentes que facilitam a integração entre aparelhos domésticos. Além de melhorar a qualidade de vida, a automação residencial visa otimizar o consumo de recursos e adaptar-se às necessidades específicas de cada usuário, incluindo idosos e pessoas com mobilidade reduzida, promovendo mais acessibilidade e conforto em suas rotinas diárias (MENDES, 2010).

A expansão do setor no Brasil tem sido impulsionada tanto pela redução de custos dos dispositivos IoT quanto por incentivos como o Projeto de Lei 7656/17, que visa eliminar tributações sobre esses produtos, tornando-os mais acessíveis para os consumidores. Segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (AURESIDE), citado por Flávio Maeda (itforum, 2009) a estimativa de crescimento do mercado global de automação residencial foi de aproximadamente 11,35% entre 2014 e 2020, com uma adoção crescente no Brasil, onde atualmente cerca de 300 mil residências utilizam algum nível de automação.

O desenvolvimento da automação residencial está enraizado nas inovações tecnológicas do século XX, principalmente com o surgimento de eletrodomésticos como aspiradores e máquinas de lavar, que já representavam uma maneira inicial de automatizar tarefas domésticas. No entanto, foi nos anos 1970 que o conceito começou a evoluir para sistemas integrados, permitindo que dispositivos se comunicassem entre si, embora essas soluções fossem rudimentares e limitadas.

Nos anos 2000, a criação de redes de comunicação como Wi-Fi e Bluetooth e o desenvolvimento de sensores mais avançados deram um impulso significativo à automação residencial. Isso coincidiu com o surgimento da Internet das Coisas, termo cunhado em 1999 por Kevin Ashton no Massachusetts Institute of Technology (MIT), e citado por Bhat (2018), que previa o uso de objetos interconectados para coleta e análise de dados, facilitando a automação de diversas funções. Esse conceito trouxe uma nova onda de inovação ao setor, com grandes empresas de tecnologia, como Google, Amazon e Apple, investindo em plataformas de integração que permitiram

controlar dispositivos por meio de aplicativos e assistentes de voz, como Alexa e Google Assistente.

Atualmente, os dispositivos de automação residencial variam desde lâmpadas inteligentes até fechaduras biométricas e sensores de fumaça, que proporcionam mais segurança e conveniência para os usuários (MENDES, 2010). Esse avanço vem acompanhado de desafios de segurança, principalmente em relação à proteção de dados pessoais, que se tornaram uma prioridade com a implementação da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) no Brasil. A popularização da IoT nas residências brasileiras representa, assim, uma revolução tanto tecnológica quanto cultural, que ainda está em desenvolvimento, mas que já apresenta impactos profundos na forma como as pessoas vivem e interagem com suas casas.

Diante disso, o presente estudo busca explorar as implicações práticas e os desafios da automação residencial contemporânea, abordando sua evolução, as tecnologias emergentes, e os principais benefícios percebidos por usuários, como segurança aprimorada, economia de energia e personalização de ambientes. Com base em uma revisão de literatura e análise de sistemas atuais, a pesquisa se propõe a contribuir para o campo de estudos ao mapear o impacto e as perspectivas futuras dessa tecnologia no contexto das residências brasileiras, refletindo seu potencial de transformar o modo como vivemos e nos relacionamos com nossos espaços de convivência.

2. METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho foi baseada em pesquisa exploratória e levantamento bibliográfico, com o objetivo de analisar o mercado e os benefícios da automação residencial no Brasil. A abordagem metodológica utilizada incluiu uma revisão bibliográfica, em que a coleta de informações foi realizada por meio de uma pesquisa em bases de dados científicas e fontes acadêmicas, como SciELO, Google Scholar, e repositórios nacionais, focando em artigos publicados nos últimos cinco anos sobre automação residencial e Internet das Coisas (IoT). A escolha dessas bases visa assegurar a confiabilidade e a atualidade dos dados, com preferência por estudos brasileiros para refletir a realidade local.

Foi feito também um levantamento e classificação de sistemas de automação classificando os sistemas de automação residencial existentes no mercado, contendo

3 categorias: sistemas autônomos, em que os dispositivos operam de forma independente, como luzes automatizadas e sistemas de segurança autônomos, integração de sistemas, que conecta, múltiplos dispositivos sob um único controlador, e por último a residência inteligente, onde o ambiente é totalmente integrado com tecnologia IoT, permitindo comunicação entre dispositivos e adaptação ao comportamento do usuário.

O estudo também envolveu a análise de pesquisas de mercado disponíveis sobre o setor de automação residencial. Utilizou-se, por exemplo, dados coletados em eventos como a Feira Internacional da Indústria Elétrica e Eletrônica (FIEE), que incluíram uma survey com profissionais do setor. Esses dados permitiram uma visão detalhada sobre a adoção e a popularidade das tecnologias de automação no Brasil.

Após a coleta dos dados, foi feita uma análise comparativa entre os benefícios e as dificuldades de implementação de sistemas de automação residencial no Brasil, considerando aspectos como custo, segurança e acessibilidade dos sistemas para diferentes tipos de usuários.

Esse processo de pesquisa e análise visa construir um panorama abrangente e crítico da automação residencial no contexto brasileiro, destacando tanto os avanços tecnológicos quanto os desafios a serem superados para a expansão e acessibilidade dessas tecnologias.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pesquisas sobre automação residencial no Brasil revelam um cenário promissor, mas também destacam desafios significativos na adoção de tecnologias automatizadas. A análise dos estudos de mercado e da literatura científica revela benefícios claros, como maior segurança, economia de energia e aumento do conforto e acessibilidade para diversos grupos de usuários. Contudo, limitações como custos elevados e a necessidade de maior capacitação técnica ainda representam obstáculos para uma ampla adoção no país.

3.1. Sistemas Atuais

Atualmente, o mercado de automação residencial conta com diversas plataformas e tecnologias que atendem a diferentes níveis de sofisticação, integração e preços. Essas soluções podem ser classificadas de acordo com seus níveis de

controle, componentes principais e qualidades específicas. Entre eles têm os sistemas baseados em Z-Wave, Protocolo Zigbee, KNX ou Sistemas DIY caseiros, além das plataformas de marcas específicas, como Google Home, Amazon Alexa.

O sistema Z-Wave, utiliza uma tecnologia conhecida como rede mesh, na qual cada dispositivo conectado funciona como um repetidor de sinal. Isso permite que o sistema alcance uma área maior sem a necessidade de um único ponto de alta potência. O controlador central (ou hub) age como a "cérebro" da rede, enviando comandos para dispositivos como lâmpadas inteligentes, termostatos, fechaduras e sensores. Cada dispositivo na rede pode retransmitir sinais de outros, garantindo que todos os dispositivos permaneçam conectados, mesmo que estejam longe do hub principal. Um ponto forte do Z-Wave é que ele limita o número de dispositivos na rede a 232, garantindo estabilidade e controle eficiente (Fernandes, 2016).

Algumas das qualidades do sistema Z-Wave são sua confiabilidade na conexão, visto que o protocolo foi projetado para comunicação estável, mesmo em ambientes densos. Como opera em frequências mais baixas, enfrenta menos interferências de outros dispositivos eletrônicos, sua eficiência energética, pois os dispositivos Z-Wave consomem pouca energia, tornando-os ideais para sensores e outros aparelhos que operam por longos períodos com baterias, sua fácil instalação e por fim sua alta compatibilidade com outros sistemas, sendo o Z-Wave amplamente adotado por fabricantes globais, tendo mais de 3.000 dispositivos certificados que utilizam esse protocolo, permitindo que consumidores misturem e combinem marcas diferentes.

O sistema Zigbee, assim como o Z-Wave, também utilizam de uma rede mesh para se comunicar dentro do sistema. Cada dispositivo Zigbee é identificado por um endereço único, e a comunicação entre eles ocorre por pacotes de dados pequenos e rápidos, otimizando o consumo de energia. Dispositivos como sensores e interruptores podem operar por anos com uma única bateria devido à baixa exigência energética do protocolo (Ribeiro, 2008).

Entre suas muitas qualidades as principais seriam sua alta eficiência energética, sendo ele altamente eficiente no consumo de energia, sendo ideal para dispositivos alimentados por bateria, como sensores de portas, janelas e movimento. Muitos desses dispositivos podem operar por até 5 anos sem precisar de troca de baterias. Além disso esse protocolo usado por diversos fabricantes, permitindo que dispositivos de diferentes marcas, como Philips Hue, Xiaomi, Samsung SmartThings

e Amazon Echo Plus, sejam integrados em uma única rede, por fim o Zigbee tem uma alta capacidade de até 65000 dispositivos conectados e é totalmente compatível com o sistema IoT.

Já o Sistema KNX diferente dos anteriores, opera por meio de uma arquitetura descentralizada, onde dispositivos como sensores, atuadores e controladores podem se comunicar diretamente, sem depender de um único controlador central. Essa abordagem distribui a inteligência do sistema, garantindo maior confiabilidade e evitando falhas em cascata. Suas conexões podem ser feitas por cabo Par Trançado, que são conexões físicas, Redes IP, que permite integrar dispositivos através de redes Ethernet ou Wi-Fi, facilitando o controle remoto, Comunicação Sem Fio para dispositivos que requerem mobilidade ou instalação simplificada e Powerline, que utiliza a fiação elétrica existente para comunicação entre dispositivos. Os dispositivos KNX são programados e configurados usando o software ETS (Engineering Tool Software), que oferece controle detalhado de cada equipamento e sua integração com outros componentes (Ribeiro, 2008).

Sua qualidade está presente em sua flexibilidade e personalização, onde o KNX pode integrar iluminação, climatização, controle de persianas, segurança, áudio e outros sistemas em um único ambiente automatizado, além de ser altamente personalizável, adaptando-se a projetos residenciais e comerciais com diferentes níveis de complexidade, sua interoperabilidade, pois o seu protocolo é suportado por mais de 500 fabricantes, garantindo compatibilidade entre dispositivos de diferentes marcas e oferecendo liberdade de escolha ao usuário, sua confiabilidade e escalabilidade, pois foi projetado para funcionar mesmo em situações críticas utilizando redundâncias e comunicação direta entre dispositivos e também permite expandir a instalação sem comprometer o desempenho, ideal para projetos que crescem ao longo do tempo e por fim sua sustentabilidade, sendo amplamente utilizado em projetos de eficiência energética, controlando sistemas de iluminação e climatização com base em sensores de ocupação e horários programados.

As plataformas proprietárias são ligadas a marcas específicas são sistemas amplamente utilizados na automação residencial por sua facilidade de uso, acessibilidade e integração com dispositivos inteligentes. Elas oferecem uma abordagem intuitiva para controlar residências conectadas por meio de comandos de voz e aplicativos móveis, utilizando assistentes virtuais baseados em inteligência artificial: o Google Assistant (Google Home) e a Alexa (Amazon Alexa). Ambas as

plataformas atuam como hubs centrais, permitindo que dispositivos de diferentes fabricantes sejam controlados de maneira integrada.

Por fim os sistemas caseiros DIY, que representam uma abordagem acessível e prática para criar sistemas inteligentes em casa, sem depender de serviços profissionais ou soluções pré-configuradas. O conceito DIY é baseado na ideia de que os próprios usuários podem planejar, configurar e implementar dispositivos inteligentes, usando plataformas abertas, ferramentas acessíveis e conhecimentos básicos de tecnologia. Geralmente esses sistemas são feitos utilizando hardwares baratos como Arduino e Raspberry Pi.

3.2. Estrutura do sistema e aplicações

Os sistemas de automação residencial geralmente compartilham uma estrutura comum que envolve dispositivos interconectados, comunicação entre eles e mecanismos de controle. Entretanto, dependendo do protocolo ou tecnologia utilizada, cada sistema pode apresentar características exclusivas. Será explorada a estrutura geral de um sistema de automação residencial e destacar o que é amplamente utilizado em diversos sistemas, bem como componentes específicos de algumas tecnologias.

- Sensores

Os sensores buscam monitorar condições ambientais, como temperatura, luminosidade, movimento, presença, entre outros, são bastante utilizados principalmente em prédios residências, em que corredores e escadarias se iluminam automaticamente na presença de pessoas.

Um exemplo no mercado seria o sensor de movimento da Weg, que funciona a base do infravermelho e tendo um alcance de 6 metros, ele é compatível com diversos sistemas, como Alexa e Android.

- Atuadores

Executam ações baseadas nos comandos recebidos, como ligar ou desligar as luzes, ajustar persianas ou acionar eletrodomésticos, seguindo o exemplo anterior seriam os atuadores que acendem as luzes quando fosse detectada a presença de pessoas nos corredores.

Um exemplo no mercado seria a cortina inteligente da NovaDigital que contém as seguintes especificações:

- Material: Alumínio
- Peso Suportado de 50Kg
- Velocidade de até 100RPM
- Entrada: AC 90V - 240V 50/60HZ (BIVOLT)
- Potência de 20W/2.0Nm
- Conectividade com Wi-Fi 2,4 GHz e RF 433Mhz

Esse acessório também tem conectividade com a Alexa (Echo, Echo dot, Echo Show), o Google Assistente (Nest, Nest Mini, Nest Hub) e a Siri (Apple Home Pod)

- Controladores (Hubs)

Eles centralizam o gerenciamento do sistema, recebendo dados dos sensores e enviando os comandos corretos para os atuadores, exemplos de atuadores são o Google Nest e a Alexa, Hubs integrados com assistentes virtuais de suas respectivas empresas que servem de assistentes para controlar todo o sistema.

Um exemplo no mercado seria o HUB Zig-Bee da Geonav, será mostrado aqui algumas de suas especificações:

- Alcance do Zigbee: 30 m
- Suporta 100 dispositivos
- Zigbee 3.0
- Cabo de Rede LAN RJ45

- Meios de comunicação

Permitem a troca de dados dentro do sistema, sendo o Wi-fi o mais comum devido ao sistema IoT.

- Interface de Usuário

Permite facilitar o uso para que o usuário interaja com o sistema, podendo ser aplicativos móveis, controles ou até mesmo assistentes de voz, como o Google home ou a Siri.

- Cloud e Armazenamento local

É a ferramenta utilizada para guardar as informações adquiridas e permitir o controle remoto.

3.3. Economia de energia

Um dos pontos mais enfatizados na literatura é o potencial da automação para promover a eficiência energética. Tecnologias como o controle automatizado de iluminação e climatização, além do monitoramento de consumo de água e eletricidade, permitem que os usuários reduzam significativamente o desperdício e otimizem o uso de recursos. Estudos apontam que essa redução pode representar economia tanto para o consumidor quanto para o ambiente, alinhando-se às práticas sustentáveis. Além da economia financeira, esses sistemas trazem benefícios em termos de conforto, facilitando o controle remoto de aparelhos e a personalização do ambiente doméstico (Bernardes, 2020). O uso de assistentes de voz e interfaces simplificadas, como os sistemas baseados em Internet das Coisas (IoT), permite que até usuários sem experiência técnica desfrutem das facilidades da automação.

A automação residencial possibilita a otimização do consumo de energia por meio de dispositivos inteligentes que monitoram e controlam o uso de equipamentos domésticos. De acordo com a Quatri (quatriautomacao, 2020), uma empresa de automação residencial de São Paulo, a automação pode reduzir o consumo de energia elétrica em até 30% em residências que utilizam soluções como controle automatizado de iluminação. Os sistemas de iluminação, como sensores de presença e dimmers inteligentes, garantem que as luzes sejam desligadas quando não há ninguém no ambiente evitando desperdícios. Já os termostatos programáveis, como os encontrados em sistemas de automação avançados, ajustam automaticamente a temperatura do ambiente com base em condições climáticas externas e hábitos do usuário, isso reduz significativamente o uso de ar-condicionado ou aquecedores.

No Brasil, onde a energia elétrica possui alto custo e a escassez de recursos hídricos é uma preocupação crescente, essas soluções são particularmente relevantes. Adicionalmente, iniciativas como a integração com sistemas fotovoltaicos vêm ganhando espaço, com incentivos governamentais para energia renovável, tornando a automação residencial uma peça-chave na transição para um modelo sustentável.

3.4. Acessibilidade

Outra questão relevante é o impacto social positivo que a automação pode trazer para pessoas com necessidades especiais, incluindo idosos e pessoas com mobilidade reduzida. Com a implementação de dispositivos como assistentes de voz, câmeras inteligentes e sensores de movimento, esses grupos podem usufruir de maior segurança e independência em suas residências. Esse é um fator especialmente importante para o Brasil, onde a demanda por acessibilidade vem crescendo com o aumento da expectativa de vida e o envelhecimento populacional.

O envelhecimento populacional é uma realidade global, e o Brasil não é uma exceção. Segundo o IBGE (2018), a população idosa brasileira deverá dobrar até 2043, atingindo cerca de 25,5% do total. Para esses indivíduos, a automação residencial pode oferecer maior segurança vinda por exemplo de sistemas de monitoramento remoto, câmeras e sensores de queda que notificam familiares ou profissionais de saúde em casos de emergências. Por exemplo, sensores de movimento podem detectar inatividade anormal, como após uma queda, e enviar alertas automáticos para socorro imediato. Ou então de sistemas controlados por voz, onde idosos com dificuldades motoras podem controlar luzes, trancas, cortinas e eletrodomésticos usando comandos de voz, eliminando a necessidade de interação física com dispositivos.

Essa acessibilidade inclui também pessoas com deficiências, onde a automação residencial pode oferecer soluções específicas para diferentes tipos de situações, como assistentes de voz, como Alexa ou Google Home, que se tornam essenciais para ajudar em tarefas cotidianas de pessoas com deficiência visual, como verificar o clima, ajustar alarmes ou controlar aparelhos. Dispositivos com resposta auditiva e sistemas de navegação tátil oferecem mais autonomia a pessoas com baixa visão. Os sistemas de automação podem também enviar notificações visuais (como luzes piscando) ou vibrações para alertar sobre eventos, como campainhas ou alarmes de fumaça, para auxiliar deficientes auditivos.

3.5. Desafios

Apesar dos benefícios, a pesquisa mostra que o custo elevado dos dispositivos e a necessidade de suporte técnico especializado limitam o acesso a essas tecnologias no Brasil. O custo inicial dos sistemas e dispositivos são altos, visto que muitos equipamentos são importados, o que eleva os preços devido a impostos e

taxas alfandegárias. Estima-se que a instalação de um sistema básico de automação residencial no Brasil custe a partir de R\$15 mil (Kosten-haus, 2021), dependendo do tamanho e da complexidade do projeto. A necessidade de suporte técnico especializado encarece a manutenção e atualização dos dispositivos, o que pode desestimular consumidores a longo prazo.

Outro fator é a desigualdade regional no acesso à infraestrutura básica, como internet de alta velocidade e energia elétrica confiável. A automação residencial moderna depende fortemente de conexões estáveis para funcionar de maneira eficiente. De acordo com o Comitê Gestor da Internet no Brasil, 27% dos domicílios brasileiros ainda não possuem acesso à internet banda larga (gov.br, 2021), dificultando a utilização de sistemas baseados na Internet das Coisas (IoT).

Além disso, o tema da segurança de dados é um desafio crescente. Com a implementação da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD), as empresas e profissionais de automação precisam garantir que os dados dos usuários estejam protegidos contra o uso indevido. Este é um ponto sensível, visto que a automação residencial coleta uma grande quantidade de informações sobre os hábitos e rotinas dos moradores, e qualquer falha de segurança pode expor esses dados.

3.6. Tendencias

A integração crescente da automação com inteligência artificial e machine learning é uma tendência crescente. Essa inovação potencializa a adaptação dos dispositivos às preferências do usuário, resultando em uma experiência personalizada e mais eficiente. A expectativa é que, com o tempo, o aumento na demanda e na produção dessas tecnologias leve à redução dos custos e facilite a popularização da automação residencial, principalmente se houver incentivos fiscais e programas de incentivo do governo.

O mercado global de automação residencial foi avaliado em aproximadamente US\$ 7,30 bilhões em 2022, com previsão de crescimento para US\$ 163 bilhões até 2030, registrando um CAGR (taxa composta de crescimento anual) de cerca de 10% (direitonegocios, 2022). No Brasil, o mercado está crescendo mais rapidamente, mas ainda é considerado emergente, com uma base de usuários majoritariamente concentrada nas classes A e B. Com a queda nos preços de dispositivos e a fabricação nacional, a automação se tornando mais acessível para classes econômicas intermediárias.

Em resumo, as pesquisas indicam que a automação residencial no Brasil apresenta um potencial significativo de melhoria da qualidade de vida e de promoção da sustentabilidade, mas que ainda precisa superar barreiras econômicas e técnicas para se tornar mais acessível à população em geral.

CONCLUSÃO

A automação residencial representa uma transformação significativa na forma como as pessoas interagem com suas casas, oferecendo um conjunto de benefícios que vão desde a economia de energia e aumento de segurança até o conforto e acessibilidade para públicos específicos, como idosos e pessoas com deficiência. A pesquisa demonstrou que, no Brasil, o mercado de automação tem crescido rapidamente, impulsionado pelo avanço de tecnologias como a Internet das Coisas (IoT) e a inteligência artificial, que permitem uma personalização e otimização dos recursos de forma eficiente.

No entanto, apesar de seu potencial, a automação residencial ainda enfrenta desafios importantes. O custo elevado dos dispositivos e a necessidade de capacitação técnica para instalação e manutenção são barreiras que limitam a ampla adoção dessas tecnologias. Esses fatores são acentuados pela infraestrutura e desigualdades regionais, que tornam o acesso à automação menos viável em áreas fora dos grandes centros urbanos. Além disso, questões de privacidade e proteção de dados surgem como um novo desafio, especialmente em um contexto de crescente digitalização, exigindo que o setor atenda às exigências da Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).

A expansão da automação residencial no Brasil dependerá, portanto, de um esforço conjunto entre governo, indústria e setor educacional para superar essas barreiras. A redução dos custos e a democratização do acesso à tecnologia, aliadas à conscientização dos usuários sobre os benefícios da automação, podem promover uma popularização crescente. Com o avanço dessas iniciativas, espera-se que a automação se torne uma parte integrada das residências brasileiras, trazendo qualidade de vida e sustentabilidade para diferentes grupos e contextos.

Este trabalho buscou oferecer uma visão abrangente sobre o tema, destacando tanto os avanços tecnológicos quanto os desafios e possibilidades de crescimento da

automação residencial no Brasil, contribuindo para uma compreensão sólida e contextualizada deste setor em transformação.

REFERÊNCIAS

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA. Cartilha LGPD - Lei Geral de Proteção de Dados. Uberlândia: UFU, 2020. Disponível em: https://ufu.br/sites/ufu.br/files/media/documento/ufs_cartilha_lgpd_.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

LOFT. Internet das Coisas (IoT): entenda o que é, como funciona e suas aplicações. Disponível em: <https://portal.loft.com.br/iot-internet-das-coisas/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

FORBES BRASIL. Smart Home: 10 tecnologias essenciais para deixar a sua casa mais inteligente. Disponível em: <https://forbes.com.br/forbes-tech/2021/08/smart-home-10-tecnologias-essenciais-para-deixar-a-sua-casa-mais-inteligente/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

IT FORUM. Internet das Coisas (IoT) nas residências: uma realidade cada vez mais próxima. Disponível em: <https://itforum.com.br/colunas/internet-das-coisas-iot-nas-residencias-uma-realidade-cada-vez-mais-proxima/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MENDES, L. S. et al. Automação Residencial: uma abordagem em relação às atuais tecnologias e perspectivas para o futuro. *ResearchGate*, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/234127795_Automacao_Residencial_-_Uma_Abordagem_em_Relacao_as_Atuais_Tecnologias_e_Perspectivas_para_o_Futuro. Acesso em: 13 nov. 2024.

SILVA, F. A. et al. Automação residencial: uma análise sobre as tecnologias atuais e suas perspectivas futuras. In: SIMPÓSIO DE INOVAÇÃO E TECNOLOGIAS EM ENGENHARIA, 2019, São Paulo. Anais... São Paulo: Blucher, 2019. p. 65-72. Disponível em: <https://pdf.blucher.com.br/engineeringproceedings/siintec2019/65.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SILVA, J. L. Estudo de caso de automação residencial baseada em Internet das Coisas. *Revista FT*, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/estudo-de-caso-de-automacao-residencial-baseada-em-internet-das-coisas/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

INTEGRADOR PREMIUM. A nova era das casas inteligentes com tecnologias avançadas de automação. Disponível em: <https://integradorpremium.blogspot.com/2024/08/a-nova-era-das-casas-inteligentes-com.html>. Acesso em: 13 nov. 2024.

INTEGRADOR PREMIUM. Economizar energia é apenas o começo: o impacto da automação residencial na sustentabilidade. Disponível em: <https://integradorpremium.blogspot.com/2024/05/economizar-energia-e-apenas-o-comeco.html>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SILVA, J. L. Estudo de caso de automação residencial baseada em Internet das Coisas. *Revista FT*, 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/estudo-de-caso-de-automacao-residencial-baseada-em-internet-das-coisas/>. Acesso em: 13 nov. 2024.

DIREITO E NEGÓCIOS. Mercado de automação residencial deve crescer 12,3% ao ano até 2028. Disponível em: https://www.direitoenegocios.com/Mercado_de_automacao_residencial_deve_crescer_12_3_ao_ano_ate_2028/. Acesso em: 13 nov. 2024.

OSTENHAUS. Automação residencial: preço e fatores que influenciam o custo. Disponível em: <https://www.kostenhaus.com.br/artigo/automacao-residencial-preco>. Acesso em: 13 nov. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Idosos indicam caminhos para uma melhor idade. *Agência IBGE de Notícias*, 2024. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/24036-idosos-indicam-caminhos-para-uma-melhor-idade>. Acesso em: 13 nov. 2024.

MINISTÉRIO DAS COMUNICAÇÕES (MCOM). Pesquisa mostra que 82,7% dos domicílios brasileiros têm acesso à internet. *Governo do Brasil*, 2021. Disponível

em: <https://www.gov.br/mcom/pt-br/noticias/2021/abril/pesquisa-mostra-que-82-7-dos-domicilios-brasileiros-tem-acesso-a-internet>. Acesso em: 13 nov. 2024.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. Dispõe sobre a proteção de dados pessoais. *Presidência da República*, 2018. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/l13709.htm. Acesso em: 13 nov. 2024.

BRASIL. Câmara dos Deputados. Projeto de Lei nº 2.137.811, de 2024. Altera a Lei nº 12.715, de 17 de setembro de 2012, para dispor sobre as estações móveis de comunicação. Disponível em: <https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2137811#:~:text=Altera%20a%20Lei%20n%C2%BA%2012.715,sobre%20as%20esta%C3%A7%C3%B5es%20m%C3%B3veis%20de>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SOUZA, A. F. et al. Smart home: A comprehensive review on the applications, technologies, and challenges. *IEEE Xplore*, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7745306>. Acesso em: 13 nov. 2024.

SOUZA, A. F. et al. A study on the automation of residential buildings. *IEEE Xplore*, 2010. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/5942102>. Acesso em: 13 nov. 2024.

RUTA, M. et al. A distributed system for home automation. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON TECHNOLOGIES FOR HEALTHCARE, 2014, Bari, Itália. Anais... Bari: Politecnico di Bari, 2014. Disponível em: https://sisinflab.poliba.it/publications/2014/RSLD14a/ruta_et_al_ICTH2014.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

GOOGLE. Google Nest Mini. Disponível em: https://store.google.com/product/google_nest_mini?hl=pt-BR. Acesso em: 13 nov. 2024.

RIBEIRO, J. et al. KNX-ZigBee gateway for home automation. *IEEE Xplore*, 2008. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/4626433>. Acesso em: 13 nov. 2024.

QUATRI AUTOMACÃO. Automação de iluminação reduz custos de energia. Disponível em: <https://quatriautomacao.com.br/blog/automacao-de-iluminacao-reduz-custos-de-energia>. Acesso em: 13 nov. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE ENGENHARIA E AGRONOMIA (CONFEA). Automação residencial: domótica e suas aplicações. Contecc 2021. Disponível em: <https://www.confea.org.br/midias/uploads-imce/Contecc2021/Eletricista/AUTOMA%C3%87%C3%83O%20RESIDENCIAL%20DOM%C3%93TICA%20E%20SUAS%20APLICA%C3%87%C3%95ES.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

BERNARDES, J. P. Automação residencial: design e tecnologia. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31293/4/Automa%C3%A7%C3%A3oResidencialDesign.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2024.

BHAT, O. Introduction to IoT. ResearchGate, 2019. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Omkar-Bhat/publication/330114646_Introduction_to_IOT/links/5c2e31cf299bf12be3ab21eb/Introduction-to-IOT.pdf. Acesso em: 13 nov. 2024.

FERNANDES, J.; MARTINS, F. KNX-ZigBee gateway for home automation. *IEEE Transactions on Consumer Electronics*, v. 62, n. 4, p. 1017-1025, 2016. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/7745306>. Acesso em: 13 nov. 2024.

HUB SMART HOME. Hub Zigbee 3.0 Bridge Gateway, cabo RJ45, Tuya, Alexa e Google. Disponível em: https://www.hubsmarthome.com.br/MLB-4808751546-hub-zigbee-30-bridge-gateway-cabo-rj45-tuya-alexa-e-google-_JM?searchVariation=180777234522#searchVariation=180777234522&position=7&

search_layout=grid&type=item&tracking_id=2e9b0e4c-53b6-4a78-8fb8-3d71f8787028. Acesso em: 13 nov. 2024.

HUB SMART HOME. Cortina inteligente motorizada WiFi até 4,2m, Alexa e Google. Disponível em: https://www.hubsmarthome.com.br/MLB-2221940016-cortina-inteligente-motorizada-wifi-ate-42m-alexa-e-google-_JM#item_id=MLB2221940016&component=tabbed_carrousel&page_from=home&custom_categories=false&promotions=false. Acesso em: 13 nov. 2024.

HUB SMART HOME. Sensor de movimento e presença WEG Smart WiFi inteligente, Alexa. Disponível em: https://www.hubsmarthome.com.br/MLB-5139089356-sensor-movimento-e-presenca-weg-smart-wifi-inteligente-alexa-_JM#position=3&search_layout=grid&type=item&tracking_id=7adf5bc8-adf5-42ca-874c-46c67030f011. Acesso em: 13 nov. 2024.