



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E TECNOLOGIA - DETEC
BACHARELADO INTERDISCIPLINAR EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA**

Artur Bezerra De Carvalho Gomes

Automação residencial na construção civil: Impactos na vida de pessoas com deficiência

**PAU DOS FERROS – RN
2024**

Artur Bezerra De Carvalho Gomes

Automação residencial na construção civil: Impactos na vida de pessoas com deficiência

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Cecilio Martins De Sousa Neto,
Prof. Dr.

**PAU DOS FERROS – RN
2024**

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

G633a Gomes, Artur Bezerra de Carvalho.
Automação residencial na construção civil:
Impacto na vida de pessoas com deficiência /
Artur Bezerra de Carvalho Gomes. - 2024.
27 f. : il.

Orientador: Cecílio Martins de Souza Neto.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e
Tecnologia, 2024.

1. automação residencial. 2. acessibilidade. 3.
inclusão. 4. tecnologias assistivas. 5. construção
civil. I. Neto, Cecílio Martins de Souza , orient.
II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em
conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo
autor(a). Biblioteca Campus Pau dos Ferros
Bibliotecária: Erlanda Maria Lopes da Silva
CRB: 15/966

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

Artur Bezerra De Carvalho Gomes

Automação residencial na construção civil: Impactos na vida de pessoas com deficiência

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 19 / 04 / 2024

BANCA EXAMINADORA

Cecílio Martins de Sousa Neto, Prof. Dr. (UFERSA)
Presidente

Adelson Menezes Lima, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

Francisco Carlos Gurgel da Silva Segundo, Prof. Dr. (UFERSA)
Membro Examinador

("Quando alguma coisa é importante o suficiente, você a faz mesmo que as chances não estejam a seu favor.")

Elon Musk, físico e empreendedor

AGRADECIMENTOS

Eu gostaria de expressar minha profunda gratidão a todos aqueles que me apoiaram durante minha jornada acadêmica e de TCC. Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus, que me deu força e sabedoria para superar os desafios ao longo do caminho.

Também gostaria de agradecer aos meus pais, incentivo e apoio tornaram possível que eu chegasse até aqui. Sem o apoio deles, eu não teria sido capaz de realizar esse sonho.

À minha namorada Guadalupe Maia, minha sincera gratidão. Você foi uma fonte constante de apoio e incentivo durante todo o processo. Suas palavras de encorajamento e o tempo que passamos juntos foram inestimáveis para minha motivação e perseverança.

Gostaria de agradecer aos meus amigos do curso de CIÊNCIA E TECNOLOGIA que durante todo este percurso me ajudaram a não desistir.

Por fim, mas não menos importante, gostaria de agradecer ao meu orientador, Cecílio Martins, por sua orientação e apoio excepcionais.

RESUMO

A automação residencial desempenha um papel crucial na criação de ambientes acessíveis e inclusivos para pessoas com deficiência, fornecendo soluções inovadoras para superar as barreiras de mobilidade e acesso em suas residências. Este trabalho visa avaliar as diversas tecnologias disponíveis no mercado para a automação residencial e sua aplicabilidade no contexto da construção civil, com foco na promoção da acessibilidade e na melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiência. Por meio de uma análise das tecnologias existentes, incluindo sistemas de comando por voz, dispositivos para deficiências visuais, auditivas, cognitivas e intelectuais, este estudo investiga como essas tecnologias podem ser integradas em projetos residenciais para atender às necessidades específicas de cada usuário. Além disso, são discutidos os desafios e as lacunas na legislação relacionada à acessibilidade e à automação residencial, bem como estratégias para superá-los. Por meio de um estudo de caso exemplar, demonstramos os impactos positivos da automação residencial adaptada em melhorar a acessibilidade e a qualidade de vida de pessoas com deficiência. Este trabalho contribui para o avanço do conhecimento no campo da automação residencial inclusiva e oferece *insights* valiosos para profissionais da construção civil, designers, engenheiros e demais interessados na criação de ambientes residenciais acessíveis e inclusivos.

Palavras-chave: automação residencial; acessibilidade; inclusão; tecnologias assistivas; construção civil; pessoas com deficiência.

ABSTRACT

Home automation plays a crucial role in creating accessible and inclusive environments for people with disabilities, providing innovative solutions to overcome mobility and access barriers in their homes. This study aims to evaluate the various technologies available in the market for home automation and their applicability in the context of the construction industry, with a focus on promoting accessibility and improving the quality of life of people with disabilities. Through an analysis of existing technologies, including voice command systems, devices for visual, auditory, cognitive, and intellectual disabilities, this study investigates how these technologies can be integrated into residential projects to meet the specific needs of each user. Additionally, the challenges and gaps in legislation related to accessibility and home automation are discussed, as well as strategies to overcome them. Through an exemplary case study, we demonstrate the positive impacts of adapted home automation in improving accessibility and quality of life for people with disabilities. This work contributes to the advancement of knowledge in the field of inclusive home automation and offers valuable insights for professionals in the construction industry, designers, engineers, and others interested in creating accessible and inclusive residential environments.

Keywords: home automation; accessibility; inclusion; assistive technologies; construction industry; people with disabilities.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 - EXEMPLO DE PLATAFORMA PARA CADEIRANTES.....	15
FIGURA 2 - PLACA DE CONTROLE DOS DISPOSITIVOS CENTRALIZADA	16
FIGURA 3 - MODELO DE PLANTA RESIDENCIAL INDICANDO A LOCALIZAÇÃO DOS COMPONENTES DO SISTEMA	18

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Metodologia	5
1.2. Objetivos	7
1.2.1. Geral	7
1.2.2. Específicos	7
2. HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	8
2.1. Automação residencial e acessibilidade	9
3. LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS RELACIONADAS À ACESSIBILIDADE E AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL	11
3.1. Legislação Brasileira sobre Acessibilidade Residencial	11
3.2. Regulamentação Específica para Automação Residencial	12
3.3. Desafios e Lacunas na Legislação Atual	13
4. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE PROJETO	14
4.1. Análise das necessidades e objetivos	14
4.2. Definição dos dispositivos e funcionalidades de acordo com as necessidades	16
4.3. Escolha das tecnologias e protocolos	20
4.4. Desenvolvimento do plano de implantação	21
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	24
5.1. Melhorias significativas na vida do usuário	24
5.2. Desafios e lacunas identificados	25
REFERÊNCIAS	27

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mathias (2020), os sistemas de Controle e Automação estão presentes há muito tempo em diversos ramos da tecnologia. Estes sistemas nasceram da necessidade de otimização de processos industriais com o objetivo de torná-los mais eficientes, seguros e com menores custos. Devido a esta incessante busca por melhorias na indústria, os sistemas de Controle e Automação passaram por uma série de evoluções em sua história. (MATHIAS, 2020).

Segundo Goeking apud Cruz (2022), pode-se dizer que conceito de automação foi introduzido no mercado norte americano em meados de 1946 iniciando nas fábricas automotivas, tendo como conceito apenas a mecanização de alguns processos, mas, ao passar do tempo, o significado evoluiu e pode ser definido como qualquer sistema que faça o uso da computação, substituindo o trabalho humano, com o objetivo de acelerar a velocidade da produção, aprimorar a qualidade do processo produtivo, melhorar a segurança dos funcionários, e obter um maior controle, planejamento e flexibilidade da produção.

Dito isto, a automação, ao longo do tempo, evoluiu de simples mecanização para sistemas complexos que utilizam computação para substituir o trabalho humano, visando acelerar a produção, aprimorar a qualidade, garantir a segurança dos trabalhadores e proporcionar maior controle e flexibilidade nos processos produtivos. Neste contexto, destacaremos a automação residencial, uma vertente que, além do conforto, é voltada também para a acessibilidade, segurança, saúde e bem-estar dos indivíduos, proporcionando-lhes autonomia e independência para a realização das tarefas diárias em suas casas, e como ela pode ser de suma importância no processo de inclusão para pessoas portadoras de deficiências físicas. (POIANI; BRUNO, 2022).

A automação residencial não apenas tornou nossas casas mais convenientes, possibilitando controlar remotamente uma variedade de dispositivos, como iluminação, termostatos e eletrodomésticos, além de oferecer recursos avançados de segurança, como sensores de movimento e fechaduras inteligentes, todos conectados a smartphones ou assistentes virtuais, além de contribuir para uma maior eficiência energética, possibilitando o controle inteligente do consumo de energia. Ademais, a automação residencial também abriu as portas para uma inclusão sem precedentes, como citam Poiani e Bruno (2022), a tecnologia propicia algumas formas de adaptação, como por exemplo, controlar TV, persianas, cortinas e

iluminação utilizando apenas comandos de voz, proporcionando uma maior autonomia e independência em tarefas diárias.

Para compreender plenamente a importância da automação residencial para pessoas com deficiências, é crucial considerar os desafios únicos que elas enfrentam. Seja devido à mobilidade reduzida, perda de visão ou audição, ou outras limitações físicas, muitos aspectos do cotidiano podem se tornar obstáculos significativos, gerando uma dependência de terceiros para efetivar tarefas simples do cotidiano. No entanto, a automação residencial surge como uma ferramenta poderosa para reduzir a autodependência, e trazer autonomia a pessoas com estes tipos de condições. (RIBEIRO, SILVA, DOS SANTOS, 2020).

A automação residencial oferece a capacidade de personalizar e adaptar o ambiente doméstico de acordo com as necessidades individuais de cada pessoa com deficiência. Comandos de voz, interfaces táteis intuitivas e aplicativos móveis acessíveis permitem que essas pessoas controlem uma ampla gama de dispositivos, desde luzes até termostatos, de forma simples e conveniente. Essa flexibilidade é um divisor de águas, pois restaura a autonomia e a independência, permitindo que as pessoas com deficiências realizem tarefas diárias de forma autônoma, no contexto da automação residencial, as pessoas têm, ao seu alcance, uma gama de possibilidades práticas e econômicas que utilizam a automação, desde a básica até a mais abrangente, em sistemas de integração para diversos ambientes. O resultado pode ser um ambiente prático, confortável, agradável, mais bonito, valorizado e seguro, de acordo com o interesse do usuário. (Fernandes, Barbosa, Cardoso, 2015).

A segurança também é uma prioridade importante, como aponta Alves *et al.* (2022), a falta da automação em moradias que não possuem nenhum sistema de segurança, facilita a invasão de seus bens e sua moradia, por exemplo: uma portaria eletrônica mal instalada e com um sistema de segurança baixo, oferecendo riscos à segurança de sua residência. Sistemas de automação residencial podem incluir monitoramento de segurança avançado, sensores de movimento e câmeras conectadas, garantindo que os ocupantes estejam sempre cientes de sua segurança e possam reagir prontamente a situações de risco. Muitos desses sistemas funcionam por meio de smartphones e com uma conexão com a internet, porém há suas particularidades de acordo com o tipo de equipamento utilizado. Também pode se ampliar com o uso de aparelhos de som e ar-condicionado, abrir e fechar cortinas e monitoramento de entrada e saída de pessoas na residência, facilitando o reconhecimento do indivíduo em caso de invasão. (ALVES ET AL. 2022)

Além disso, a automação residencial pode contribuir na eficiência energética e no conforto dos ambientes prediais e residenciais. Termostatos inteligentes podem manter um ambiente agradável, enquanto sistemas de iluminação adaptável podem criar atmosferas adequadas às necessidades específicas de cada pessoa. Essas melhorias não apenas aprimoram o bem-estar, mas também podem economizar energia e, conseqüentemente, recursos financeiros a longo prazo. Pode-se concluir que o uso de sensores e boas estratégias de controle podem ser gerenciados, otimizando o consumo de energia, além de proporcionar conforto aos usuários que irão usufruir do sistema. (SANTOS, 2024)

À medida que a tecnologia continua a evoluir, o potencial de melhorar a vida dessas pessoas só cresce, a automação inclusiva também busca os direitos sociais dessas pessoas, dando-lhes a possibilidade de acionamento remoto ou automático de sistemas, proporcionando maior conveniência para eles, de forma que possam ter maior autonomia e independência nas suas atividades diárias (ALVES; FLORIAN; FARINA, 2022).

No entanto, existem algumas barreiras à acessibilidade da automação residencial, como o custo, por exemplo, já que ainda é um processo de custo mais alto, que exige um bom investimento dependendo do que a pessoa deseja colocar em sua residência, pois o custo dos equipamentos é um pouco elevado. (RIBEIRO; SILVA; SANTOS, 2020).

Além desses problemas, ainda existem desafios no âmbito da engenharia civil e no mercado da construção no Brasil que podem dificultar a implementação da acessibilidade junto à automação residencial. Sistemas de automação residencial requerem uma compreensão de uma ampla gama de tecnologias. Desde a integração de dispositivos eletrônicos até a programação de *software* e o *design* de interfaces de usuário, os profissionais da área devem lidar com uma variedade complexa de componentes técnicos, o que ainda é um obstáculo considerável, visto que os profissionais do ramo no Brasil atualmente não têm preparo para esse tipo de atuação.

Além disso, a falta de padrões claros e regulamentações específicas para a automação residencial inclusiva pode dificultar o desenvolvimento de sistemas que sejam verdadeiramente acessíveis. Isso pode resultar em uma variedade de abordagens e produtos que podem não atender adequadamente às necessidades de acessibilidade dos usuários. Até mesmo a falta de conscientização sobre a importância da acessibilidade pode levar à subestimação das necessidades dos usuários finais e à falta de priorização de recursos durante o processo de *design* e construção. São até limitados, de certa forma, os treinamentos formais

em cursos de engenharia civil sobre acessibilidade, formando profissionais sem as habilidades e o conhecimento necessários para abordar efetivamente essas questões.

1.1. Metodologia

Este trabalho adota uma metodologia de pesquisa básica, estratégica, descritiva, com abordagem qualitativa e método hipotético dedutivo, por meio de procedimento bibliográfico e documental para alcançar os objetivos de investigar as tecnologias de automação residencial disponíveis no mercado para criar ambientes mais acessíveis e inclusivos, com foco no mercado da construção civil.

A revisão bibliográfica constitui a primeira etapa da pesquisa, onde são exploradas diversas fontes de informação, como livros, artigos acadêmicos, relatórios técnicos e documentos normativos. Essa revisão abrange aspectos relacionados à automação residencial e à acessibilidade na construção civil, buscando identificar as tecnologias disponíveis e suas potenciais contribuições para a inclusão de pessoas com deficiência. As ferramentas de busca utilizadas foram a Scielo Brasil e Google Acadêmico.

A partir da revisão bibliográfica, será realizada uma análise comparativa das diferentes tecnologias identificadas, destacando suas características, funcionalidades e aplicabilidades específicas para atender às necessidades das pessoas com deficiência. Essa análise permitirá uma compreensão mais aprofundada das soluções disponíveis e suas implicações na construção de ambientes residenciais acessíveis.

Além da revisão bibliográfica, este estudo inclui a realização de um estudo de caso em um projeto de construção civil que incorporou tecnologias de automação residencial voltadas para a acessibilidade. O estudo de caso envolverá a análise de um projeto real, considerando aspectos como a seleção e implementação das tecnologias, os desafios enfrentados durante o processo e os resultados alcançados em termos de acessibilidade e inclusão.

Por fim, os resultados da revisão bibliográfica e do estudo de caso serão discutidos em conjunto, permitindo a formulação de conclusões e recomendações embasadas para profissionais da construção civil, pesquisadores e outros interessados no tema da automação residencial para pessoas com deficiência. Essa discussão fornecerá *insights* valiosos sobre as possibilidades, desafios e oportunidades associadas à integração da automação residencial na construção de ambientes mais inclusivos e acessíveis para pessoas com deficiência.

Ao adotar essa abordagem metodológica integrada, este estudo busca contribuir para o avanço do conhecimento na área da automação residencial e da acessibilidade na construção

civil, oferecendo resultados práticos para a promoção de ambientes residenciais mais inclusivos e acessíveis para pessoas com deficiência.

1.2. Objetivos

1.2.1. Geral

Avaliar as diferentes tecnologias disponíveis no mercado que podem ser utilizadas para criar ambientes residenciais mais acessíveis e inclusivos, e como essas tecnologias podem ser aplicadas no mercado da construção civil atualmente para ajudar pessoas com deficiências.

1.2.2. Específicos

- Investigar e comparar as tecnologias disponíveis no mercado de automação residencial, destacando suas características, funcionalidades e aplicabilidades específicas para criar ambientes residenciais mais acessíveis e inclusivos para pessoas com deficiência.
- Avaliar o impacto da automação residencial na qualidade de vida e na independência das pessoas com deficiência, considerando aspectos como mobilidade, segurança, conforto e autonomia dentro do ambiente residencial.
- Identificar os desafios e as barreiras enfrentadas na implementação da automação residencial no contexto da construção civil, identificando fatores como custo, infraestrutura, normativas e resistência cultural.

2. HISTÓRICO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

O início da automação residencial remonta à década de 1960, com marcos significativos como a invenção do ECHO IV, que embora tenha sido o primeiro dispositivo capaz de registrar listas de compras, controlar a temperatura da casa e operar eletrodomésticos, não foi comercializado. Avanços iniciais como esse pavimentaram o caminho para o desenvolvimento da automação residencial moderna, que hoje é impulsionada pela conectividade da Internet e tecnologias sem fio como o Wi-Fi (KATRE; ROJATKAR, 2017).

Segundo Muratori e Dal Bó (2011), a história da automação residencial remonta ao final da década de 1970. Nesse período, surgiram nos Estados Unidos os primeiros módulos "inteligentes", que permitiam o controle remoto de equipamentos e luzes através da rede elétrica da residência, utilizando o conceito de Power Line Carrier (PLC), uma tecnologia que permite a transmissão de dados através de uma linha que também é usada simultaneamente para transmissão ou distribuição de energia elétrica. Essas soluções iniciais, embora simples e pouco integradas, representaram um marco importante no desenvolvimento da automação residencial.

Ao longo das décadas seguintes, surgiram diversas iniciativas e tecnologias que contribuíram para o avanço da automação residencial. Pereira (2007) destaca que iniciativas isoladas, como os "detectores de palmas" e os "detectores de assovios", permitiam o controle remoto de lâmpadas e eletrodomésticos, evidenciando a evolução gradual das tecnologias de automação residencial ao longo do tempo.

Mais recentemente, com o advento da internet e da Internet das Coisas (IoT), a automação residencial passou por uma transformação significativa. Como observado por Stevan Jr. e Farinelli (2019), a ideia de casas conectadas e inteligentes reflete a integração da conectividade e da automação, permitindo a comunicação e interatividade entre os dispositivos residenciais. Nesse contexto, a domótica emerge como uma abordagem abrangente que incorpora elementos de automação residencial, IoT e inteligência artificial, proporcionando soluções cada vez mais avançadas e integradas para os moradores.

Em suma, o histórico da automação residencial é marcado por uma evolução contínua, impulsionada por avanços tecnológicos, mudanças nas necessidades e expectativas dos moradores, e pela busca constante por ambientes residenciais mais seguros, eficientes, confortáveis e inclusivos.

2.1. Automação residencial e acessibilidade

De acordo com Muratori e Dal Bó (2011), “o principal fator que define uma instalação residencial automatizada é a integração entre os sistemas aliada à capacidade de executar funções e comandos mediante instruções programáveis.” O que Muratori e Dal Bó falam sobre integração entre os sistemas é o ponto crucial da automação residencial, a possibilidade de poder gerenciar iluminação, climatização, segurança e sistemas de entretenimento, tudo a partir de um único painel ou dispositivo móvel torna a vida mais conveniente além de permitir um uso eficiente dos recursos e da energia elétrica.

Ademais, um importante eixo da automação residencial é a busca por acessibilidade, controles adaptáveis, sistemas de voz e dispositivos inteligentes podem ser configurados para atender às necessidades individuais, tornando as casas mais acessíveis para pessoas com deficiências, não é à toa que o mercado da construção civil está dando um maior enfoque à questão da automação direcionada a acessibilidade, como abordado por Bergmann (2013), a acessibilidade tem sido colocada em primeiro lugar quando o assunto é construção civil, seja ela residencial ou comercial. Este fato levou as empresas a se comportarem de maneira diferente perante o mercado, investindo em tecnologias que pudessem permitir a acessibilidade em novos empreendimentos.

Nesse contexto, suas aplicações ganham um propósito mais profundo, transformando residências em ambientes verdadeiramente inclusivos e acessíveis. A automação residencial permite que pessoas com deficiências (PcD), controlem vários aspectos de suas casas de maneira personalizada e intuitiva. Imagine uma casa onde dispositivos e sistemas respondem a comandos de voz, toques leves ou até mesmo movimentos mínimos, tornando tarefas diárias mais fáceis do que nunca.

O contexto em que a automação residencial ligada a acessibilidade se insere no Brasil é significativo, dado que a população com deficiência representa uma parcela substancial da sociedade, com cerca de 18,6 milhões de pessoas, de acordo com a PNAD (Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios) 2022, o que equivale a 8,9% da população acima de 2 anos de idade.

Essas estatísticas revelam uma realidade desafiadora. As pessoas com deficiência enfrentam barreiras significativas para sua inclusão em diversos aspectos da sociedade, desde a educação até o mercado de trabalho. Os dados da PNAD indicam disparidades educacionais

notáveis, com uma taxa de analfabetismo de 19,5% entre pessoas com deficiência, em comparação com 4,1% entre pessoas sem deficiência. A falta de conclusão da educação básica é uma realidade para a maioria das pessoas com deficiência, com 63,3% tendo apenas a instrução fundamental incompleta. Esse contraste com as pessoas sem deficiência, onde apenas 29,9% enfrentam a mesma situação, ressalta a necessidade de medidas que promovam a acessibilidade e a igualdade de oportunidades.

No entanto, é exatamente nesse cenário desafiador que a automação residencial adaptada desempenha um papel transformador. Ela oferece uma solução para as dificuldades de locomoção e acesso que muitas pessoas com deficiência enfrentam em suas residências. A capacidade de controlar dispositivos e ambientes com comandos de voz, interfaces táteis ou aplicativos móveis acessíveis proporciona independência e autonomia, como constatado por Vieira e Silva (2021): Quando se perguntou se acreditavam que uma residência cujos equipamentos (ex. iluminação, ventilação, equipamentos eletrônicos domésticos) são acionados por comando de voz, poderiam auxiliar no desenvolvimento de suas atividades domésticas diárias, 100% (30 indivíduos) apoiaram a ideia, sendo que alguns já utilizam, relataram as possibilidades que isso poderia trazer, a facilidade que teriam em ligar aparelhos eletrônicos, simples fatos de ligar uma luz por comando de voz sem ter que procurar o interruptor, ligar o ar-condicionado sem ter que utilizar o controle e ainda ajustar a temperatura sem ter tanta dificuldade, são coisas que o comando de voz auxiliaria e além disso otimizar o tempo.

Essas adaptações não são apenas convenientes; são essenciais para melhorar a qualidade de vida. Com a automação residencial, as barreiras que costumavam limitar ou inviabilizar a independência e a autonomia são superadas. Materiais e equipamentos adaptados, bem como modificações na estrutura arquitetônica, se tornam acessíveis a um toque, proporcionando segurança, mobilidade e conforto. Isso não apenas promove a igualdade de oportunidades, mas também fortalece a autoestima e a autoconfiança das pessoas com deficiência, tornando a automação residencial um aliado poderoso na jornada em direção a um Brasil mais inclusivo e acessível para todos.

3. LEGISLAÇÃO E NORMATIVAS RELACIONADAS À ACESSIBILIDADE E AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL

De fato, a automação residencial, quando aliada à acessibilidade, desempenha um papel crucial na promoção da inclusão e na melhoria da qualidade de vida das pessoas com deficiências. A legislação nacional e internacional desempenha um papel fundamental ao estabelecer diretrizes para a criação de ambientes adaptados e funcionais. Para garantir que essas soluções atendam às necessidades e direitos das PcDs, é essencial considerar a legislação e as normativas relevantes tanto no âmbito nacional quanto internacional.

3.1. Legislação Brasileira sobre Acessibilidade Residencial

De acordo com a Lei Brasileira de Inclusão, 13.146 de julho de 2015, tecnologia assistiva é definida como produtos, equipamentos, dispositivos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que tenham como objetivo promover a funcionalidade, relacionada à atividade e à participação da pessoa com deficiência ou com mobilidade reduzida, visando à sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (GOV.BR *apud* AMORIM; JÚNIOR, 2023).

Conforme observado por Souza (2015), a Lei Federal nº 10.098 de 19 de dezembro de 2000 estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida. Esta Lei define a acessibilidade como a possibilidade e condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida (art. 2º, I). Além disso, a mesma Lei define a pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida como aquela que, temporária ou permanentemente, tem limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo (art. 2º, III).

O Decreto Nº 5.296/2004 estabelece que a conformidade com as normas da ABNT é obrigatória para todos os projetos arquitetônicos e urbanísticos, abrangendo até mesmo as reformas realizadas em edifícios de uso público ou coletivo. Nas residências multifamiliares, a aplicação dessas normas se restringe às áreas comuns, como corredores, halls, escadas e elevadores, ou a áreas abertas ao público. O Decreto define o perfil das Pessoas com

Mobilidade Reduzida como aquelas que, embora não se enquadrem no conceito de pessoa portadora de deficiência, enfrentam dificuldades para se movimentar, seja de forma permanente ou temporária, resultando em uma efetiva redução da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção (BRASIL, Decreto Nº 5.296/2000, Art. 5º).

3.2. Regulamentação Específica para Automação Residencial

No âmbito nacional, ainda são escassas as regulamentações para projetos de instalações de sistemas de automação residencial. Por isso, torna-se necessário a consulta de normas técnicas e diretrizes internacionais relacionadas a projetos de automação residencial.

A norma ISO/IEC 14543 é uma série de normas que especifica protocolos de comunicação para sistemas de automação residencial e edifícios inteligentes. Esses protocolos definem como os dispositivos de automação residencial devem se comunicar entre si, permitindo que diferentes dispositivos, como sensores, interruptores e dispositivos de controle, operem de forma coordenada e eficiente dentro de uma residência ou edifício. A norma aborda aspectos como interoperabilidade, eficiência energética e segurança das comunicações, garantindo que os sistemas de automação residencial sejam confiáveis, seguros e compatíveis entre si. Ela fornece diretrizes técnicas para o desenvolvimento e implementação de sistemas de automação residencial, contribuindo para a padronização e a interoperabilidade no mercado de automação residencial.

ISO/IEC 14543-3-10:2020: Essa norma especifica um protocolo *wireless* para dispositivos de baixa potência, como sensores e interruptores, em um ambiente residencial. O protocolo foi projetado para manter o consumo de energia extremamente baixo. Características incluem comunicações curtas, infrequentes e principalmente unidirecionais, além do uso de frequências de comunicação que proporcionam boa cobertura mesmo com baixa potência de transmissão. Essa norma permite o uso de dispositivos de colheita de energia (como aqueles que usam energia solar ou cinética) que podem competir com dispositivos alimentados por bateria. As mensagens enviadas por esses dispositivos são recebidas e processadas principalmente por dispositivos alimentados pela rede elétrica, como atuadores de interruptores de relé, repetidores ou gateways. (ISO/IEC 14543-3-10, 2020)

ISO/IEC 14543-5-103:2023: Essa norma especifica o framework de aplicação, o processo de interação entre dispositivos, os formatos de mensagens de solicitação e resposta e os requisitos de descrição de serviços para alcançar o agrupamento inteligente, o compartilhamento de recursos e a colaboração de serviços entre vários dispositivos de áudio e controladores. Esses serviços permitem a interoperabilidade perfeita entre dispositivos de áudio e servidores de recursos em ambientes domésticos, no escritório ou em outros ambientes remotos. Exemplos de serviços incluem sincronização de vários dispositivos, configuração de som, serviços de áudio sob demanda e streaming e reprodução de música. (ISO/IEC 14543-5-103, 2023)

ISO/IEC 14543-3-1:2006: Essa norma especifica os serviços e o protocolo da camada de aplicação para uso em Sistemas Eletrônicos Residenciais (HES). Ela descreve a arquitetura de sistemas de controle residencial, incluindo aspectos de comunicação e interoperabilidade. A camada de aplicação é responsável por fornecer serviços e interfaces para o processo do usuário. Essa norma é relevante para a automação residencial e a interconexão de dispositivos em ambientes domésticos. (ISO/IEC 14543-3-1, 2006)

ISO/IEC 14543-3-2:2006: Essa norma especifica os aspectos de transporte, rede e partes gerais da camada de link de dados para o controle baseado em rede de Sistemas Eletrônicos Residenciais Classe 1. Ela aborda os requisitos para a camada de transporte, incluindo protocolos e serviços. (ISO/IEC 14543-3-2, 2006).

ISO/IEC 14543-3-3:2007: Essa norma especifica o processo do usuário para o controle baseado em rede de Sistemas Eletrônicos Residenciais Classe 1. Ela fornece os serviços e a interface para o processo do usuário. (ISO/IEC 14543-3-3, 2007).

3.3. Desafios e Lacunas na Legislação Atual

Até mesmo com uma breve pesquisa, é possível notar que ainda existem desafios e lacunas na legislação. A falta de regulamentação específica para a automação residencial bem como a ausência de regulamentação para novas tecnologias emergentes, pode dificultar a implementação efetiva de soluções acessíveis e inclusivas. Além disso, a conscientização sobre a importância da automação residencial acessível precisa ser ampliada entre os profissionais da área.

4. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DE PROJETO

A automação residencial representa uma revolução tecnológica que não apenas transforma a forma como interagimos com nossos ambientes domésticos, mas também oferece oportunidades sem precedentes para promover a acessibilidade e inclusão de pessoas com deficiência. Nesta seção, abordamos os principais aspectos envolvidos no processo de projetar e implementar sistemas de automação residencial que atendam às necessidades específicas desses indivíduos, proporcionando independência, segurança e qualidade de vida.

Ao abordar o projeto de automação residencial para pessoas com deficiência, é essencial considerar uma série de fatores, desde a identificação das necessidades dos usuários até a seleção e integração de tecnologias e dispositivos adequados. Neste contexto, exploraremos cada etapa do processo de projeto de automação residencial, desde o levantamento de requisitos até a implementação, testes e documentação do sistema. Por meio de exemplos práticos, estudos de caso e análises críticas, buscamos oferecer uma visão abrangente e atualizada dos desafios e oportunidades envolvidos na criação de ambientes domésticos acessíveis e adaptados às necessidades individuais de cada pessoa com deficiência.

4.1. Análise das necessidades e objetivos

Segundo Nichele (2010), ao contrário do usuário padrão, deficientes físicos necessitam de um serviço especializado que podem ser previstos, mas poderá haver um acréscimo no orçamento total do projeto de automação residencial. E diz ainda para que um sistema automatizado seja projetado e executado com extrema competência e eficiência é necessário obter informações sobre os moradores, suas necessidades e seus modos de vida.

Dito isso, é possível afirmar que a primeira etapa de um projeto de automação residencial é criar um programa de necessidades específico para o usuário que será beneficiado com o projeto, visando qual a deficiência do usuário, quais suas necessidades principais, seus hábitos, suas preferências e a partir daí escolher os dispositivos e funcionalidades que vão conferir a melhor experiência para o usuário.

Nichele (2010) também faz uma análise mais prática, citando como exemplo, uma plataforma para cadeirantes que permite o usuário impossibilitado de subir escadas, transpassá-las sem nenhum problema. A plataforma é usada principalmente em pequenas

escadas, nas entradas das casas ou na parte interna das residências. Na figura 1 é possível observar um exemplo de como são essas plataformas para cadeirantes que podem ser automatizadas.

Figura 1 - Exemplo de plataforma para cadeirantes



Fonte: Nichele (2010)

Além disso, Nichele (2010) também cita a automatização do sistema de irrigação, que possibilita ao idoso ou a pessoa com deficiência irrigar seu jardim sem maiores problemas ou dificuldades. O morador fica protegido contra acidentes, como escorregar em chão molhado. Também evita o cansaço e com isso poderá usar seu tempo e suas energias para outras atividades.

Essas são apenas algumas das diversas possibilidades de automações que podem ser eficientes para ajudar na rotina de pessoas portadoras de deficiências de qualquer natureza.

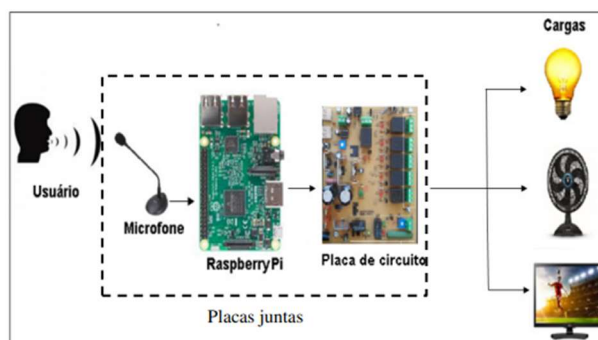
4.2. Definição dos dispositivos e funcionalidades de acordo com as necessidades

Conforme abordado no tópico de análise das necessidades e objetivos, é necessário criar um programa de necessidades específico para o usuário de acordo com a natureza de sua deficiência e com suas necessidades específicas, aqui vamos analisar algumas funcionalidades e dispositivos de automação residencial e como eles podem ser úteis para determinadas deficiências.

Ao explorar o potencial da automação residencial por comandos de voz, Sousa (2018) destaca a importância de dispositivos inteligentes e plataformas embarcadas de baixo custo, como Raspberry Pi e ESP8266, na implementação desses sistemas. Essas plataformas oferecem recursos de processamento de voz e integração com dispositivos externos, possibilitando o controle remoto de aparelhos eletrodomésticos e a realização de outras funções vitais no ambiente doméstico (OLIVEIRA e OTTOBONI, 2015).

Além disso, Sousa (2018) ressalta que os sistemas de automação por comandos de voz têm potencial para personalizar o controle de dispositivos, adaptando-se às necessidades individuais de cada usuário. Isso é especialmente relevante para pessoas com deficiência, cujas habilidades e preferências podem variar amplamente. O autor ainda destaca a importância de desenvolver sistemas de automação residencial acessíveis e de baixo custo, visando proporcionar mais autonomia, segurança e comodidade às pessoas com mobilidade reduzida. Sousa (2018) ainda desenvolveu um sistema de automação por comandos de voz centralizado de baixo custo, cujo é possível observar na figura 2.

Figura 2 - Placa de controle dos dispositivos centralizada



Fonte: Souza (2018)

No entanto, existem também dispositivos acessíveis e que possam ser controlados facilmente por pessoas leigas. Atualmente diversos dispositivos oferecem praticidade, conveniência e acessibilidade a uma ampla gama de usuários, incluindo pessoas com mobilidade reduzida. Um exemplo notável são os assistentes virtuais domésticos, como Amazon Echo com a assistente virtual Alexa, Google Home com o Google Assistant e Apple HomePod com a Siri. Esses dispositivos podem ser integrados a diversos dispositivos automatizados na casa e conseguem dar um controle de voz centralizado a esses dispositivos.

O estudo realizado por Gomes e Sirqueira (2022) destaca algumas das tecnologias que têm se mostrado especialmente úteis nesse contexto. Entre elas, destacam-se os assistentes virtuais, como Alexa, Siri e Google Assistant, que oferecem interfaces de voz intuitivas e podem controlar uma ampla gama de dispositivos eletroeletrônicos presentes em uma casa inteligente. Esses assistentes, aliados a dispositivos de IoT (Internet das Coisas), como o Echo Dot da Amazon, permitem que pessoas com deficiência visual controlem luzes, temperatura, eletrodomésticos e até mesmo interfiram na segurança de suas casas apenas com comandos de voz, o que torna especialmente conveniente para pessoas com visão prejudicada.

Além dos assistentes virtuais, os autores também destacam o uso de sensores de proximidade, como os utilizados para evitar quedas em desníveis ou obstáculos no ambiente, e fechaduras eletrônicas controladas por aplicativos de celular, que proporcionam maior segurança e autonomia aos moradores com deficiência visual. A instalação de controladores universais para dispositivos como TVs também é mencionada, oferecendo acesso facilitado a entretenimento e informação por meio de comandos de voz.

Outra tecnologia relevante abordada no estudo de Gomes e Sirqueira (2022) é o uso de dispositivos Sonoff para controlar equipamentos elétricos, como ar-condicionado e iluminação, permitindo ajustes personalizados que atendam às necessidades específicas de cada indivíduo. Além disso, a integração desses dispositivos com assistentes virtuais como Alexa permite um controle mais eficiente e acessível desses dispositivos.

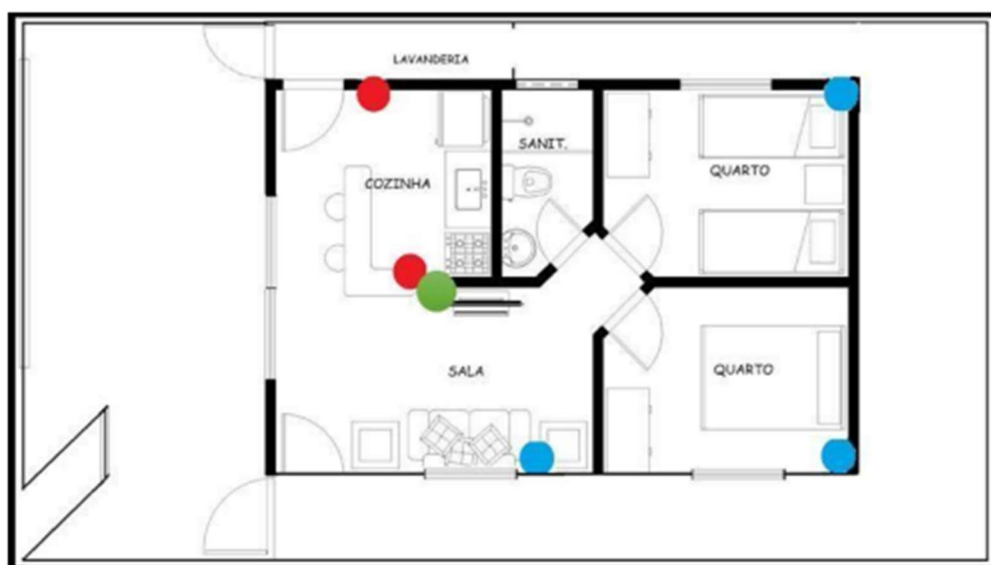
Enquanto o mundo avança com inovações, muitas vezes as pessoas com deficiências são deixadas à margem, com poucas opções de acesso a serviços específicos ou enfrentando custos elevados. Nesse contexto, surge a necessidade de desenvolver sistemas que auxiliem pessoas com deficiência auditiva e/ou olfativa a enfrentar os desafios do dia a dia.

Ferracioli *et al.* (2021) propuseram um sistema de auxílio para pessoas com deficiência auditiva e olfativa, utilizando o microcontrolador Arduino, sensores de gás de

cozinha e chuva, além de um aplicativo que comunica o usuário por meio de uma pulseira vibratória e/ou celular, alertando sobre vazamentos de gás e o início de chuvas. Embora o projeto ainda esteja em fase de testes por meio de simuladores online, ele representa um passo importante na busca por soluções acessíveis e eficazes para pessoas com essas deficiências.

Os materiais necessários para o sistema incluem sensores de gás MQ-2 e de chuva, cabos elétricos, Arduino Uno R3, módulo Bluetooth HC-06, entre outros. O aplicativo foi desenvolvido utilizando o MIT App Inventor, permitindo que o usuário receba alertas sobre alterações nos sensores diretamente em seu celular ou através de uma pulseira vibratória. A figura 3 mostra onde foram posicionados os componentes, sendo o vermelho, os sensores de gás MQ-2, o verde, o painel para Arduino e, azul, os sensores de chuva.

Figura 3 - Modelo de planta residencial indicando a localização dos componentes do sistema



Fonte: Ferracioli *et al.* (2021)

A automação residencial pode ser completamente personalizada para atender às necessidades individuais de cada pessoa. A possibilidade de configurar agendas eletrônicas e receber lembretes de tarefas importantes é uma das possibilidades da automação residencial que pode ajudar na rotina, especialmente de pessoas com deficiências cognitivas. É também possível configurar tarefas a serem realizadas automaticamente em determinados horários, facilitando a manutenção doméstica. Luzes automáticas, sensores de gás e fumaça e semelhantes podem não só facilitar o dia a dia, mas trazer segurança para idosos e pessoas

com deficiências. Portanto, a automação residencial não é apenas uma questão de conforto, mas uma necessidade para essas pessoas, pois permite o alcance da independência e a realização de tarefas antes impossíveis. (SEBRAE, 2023).

4.3. Escolha das tecnologias e protocolos

Um aspecto crucial na implementação de sistemas de automação residencial é a escolha do protocolo de comunicação adequado, que influencia diretamente na eficácia e na funcionalidade do sistema. Nesse contexto, os protocolos ZigBee, Wi-Fi e Z-Wave emergem como algumas das opções mais populares, cada um com suas próprias vantagens e desvantagens.

Inicialmente, é importante compreender as diferentes classes de automação residencial, que variam desde sistemas autônomos até sistemas complexos. Os sistemas autônomos operam de forma independente, enquanto os sistemas integrados permitem a comunicação entre dispositivos e oferecem controle centralizado. Já os sistemas complexos são capazes de gerenciar toda a residência através de dispositivos conectados à Internet (NETO; MENON, 2022).

Segundo Monteiro (2015), a comunicação entre controladores e dispositivos de campo é um aspecto fundamental na automação residencial, e os protocolos ZigBee, Wi-Fi e Z-Wave se destacam nesse sentido. O ZigBee utiliza radiofrequência e é conhecido por formar redes de malha, permitindo que os dispositivos se comuniquem entre si de maneira eficiente (DIAS; PIZZOLATO, 2004). Por outro lado, o Wi-Fi é amplamente utilizado em residências e oferece uma ampla gama de dispositivos compatíveis, embora possa sobrecarregar a rede e apresentar interferências. O Z-Wave, por sua vez, opera em frequências específicas e é projetado para baixo consumo de energia, sendo ideal para sistemas de automação residencial (MAKRILLOU, 2020).

No que diz respeito à instalação, o Wi-Fi geralmente requer um roteador robusto para garantir uma cobertura adequada, enquanto o ZigBee e o Z-Wave podem ser mais econômicos em termos de energia e infraestrutura. Os dispositivos ZigBee se comunicam entre si formando uma malha, o que garante uma comunicação rápida e confiável, enquanto os dispositivos Wi-Fi são mais suscetíveis a interferências e podem exigir repetidores para ampliar o alcance do sinal. Além disso, os dispositivos ZigBee não dependem da conexão à Internet para funcionar, proporcionando maior segurança e confiabilidade em caso de falhas na rede (MAIA, 2022).

Ao comparar os diferentes sistemas de automação, é evidente que o protocolo ZigBee oferece vantagens técnicas significativas, como uma comunicação mais rápida e confiável,

além de não congestionar a rede Wi-Fi doméstica (CARLSEN, 2020). No entanto, o mercado de dispositivos ZigBee ainda apresenta algumas lacunas, com menos opções disponíveis em comparação com o Wi-Fi. Portanto, é essencial considerar cuidadosamente as necessidades individuais de automação residencial ao escolher o protocolo mais adequado, levando em consideração não apenas a eficiência técnica, mas também a disponibilidade de dispositivos e o custo geral do sistema. (MAIA, 2022).

4.4. Desenvolvimento do plano de implantação

Segundo Teza (2002), um sistema de automação é pautado em 4 etapas principais:

1. Projeto: Deve se considerar o estilo de vida e preferências de quem vai residir no local; por isso as soluções são muito pessoais e dirigidas; por exemplo, alguns clientes dariam excessiva ênfase aos sistemas de segurança se fossem residir numa casa isolada, mas este mesmo cliente ao optar por num condomínio fechado poderia abrir mão e alguns itens de segurança e, com o mesmo gasto sofisticar seu Home Theater.
2. Infraestrutura: Basicamente em relação a cabeamento e definição de equipamentos, o projeto de residências ainda deixa muito a desejar; na maioria dos casos até hoje vivenciados, as soluções de automação são desenvolvidas no decorrer da obra, quando não apenas ao seu final. Como podemos antever, isto compromete não só o orçamento final, mas também prejudica o aproveitamento ideal dos recursos disponibilizados pela automação.
3. Usabilidade e operação: Obrigatoriedade de utilização de interfaces fáceis e amigáveis, pois os clientes/usuários são totalmente avessos a programações complexas. Tudo que os usuários desejam é facilidade de operação e simplicidade de comandos.
4. Supervisão e gerenciamento: Na maioria das vezes, um Sistema de Automação Residencial bem projetado não necessita de um supervisor, ou seja, se o seu grau de confiabilidade operacional é elevado, o usuário se dá por satisfeito

Há também a possibilidade de aplicação de tecnologia wireless (sistema de comunicação sem fios), que elimina a necessidade do cabeamento.

Segundo Muratóri & Dal Bó (2014), a automação residencial integra diversos sistemas tecnológicos:

- Instalação elétrica, que compreende: iluminação, persianas e cortinas, gestão de energia e outros;
- Sistema de segurança: alarmes de intrusão, alarmes técnicos (fumaça, vazamento de gás, inundação), circuito fechado de TV, monitoramento, controle de acesso;
- Sistemas multimídia: áudio e vídeo, som ambiente, jogos eletrônicos, além de vídeos, imagens e sons sob demanda;
- Sistemas de comunicações: telefonia e interfonia, redes domésticas, TV por assinatura;
- Utilidades: irrigação, aspiração central, climatização, aquecimento de água, bombas e outros.

Dito isto, para garantir uma implantação bem-sucedida da automação residencial, é essencial desenvolver um plano abrangente que leve em consideração diversos aspectos, desde a escolha do tipo de sistema até a integração com outros sistemas tecnológicos presentes na residência.

A automação residencial oferece uma gama de possibilidades não apenas para residências, mas para diversos tipos de ambientes, incluindo áreas de trabalho, lazer, indústrias e espaços comerciais. O projeto de automação é integrado ao projeto elétrico e luminotécnico, permitindo dimensionar os dispositivos conforme as necessidades e prioridades dos moradores. A execução desse tipo de automação durante a construção da residência é ideal, embora não seja a única opção viável. A implantação da automação residencial durante a obra oferece vantagens como a possibilidade de realizar alterações nos projetos, evitando gastos extras, erros na implantação e atrasos no cronograma. Por outro lado, o sistema Retrofit de automação residencial, atende àqueles que desejam atualizar sua residência depois da mesma já estar em uso, embora apresente uma diferença significativa de custo em relação à automação durante a obra, mais especificamente de 16% mais caro, o sistema Retrofit ainda é uma opção viável para automatizar residências já prontas. Ao criar um projeto de automação residencial, é aconselhável prever alterações durante a implantação para evitar possíveis problemas futuros. Portanto, conclui-se que o ideal é implantar a automação residencial durante a construção do imóvel, permitindo flexibilidade para futuras

adaptações e desfrutando das vantagens que essa tecnologia oferece, como a valorização do imóvel (Martins, 2019).

A escolha do tipo de sistema de automação residencial a ser instalado é crucial e envolve diversos fatores, incluindo o estágio atual da obra, o capital disponível para investimento e a tecnologia mais adequada para a instalação (MURATORI E DAL BÓ, 2017).

Segundo Wortmeyer, Freitas e Cardoso (2005), o ideal é que a infraestrutura necessária para a automação seja criada desde a prancheta, isto é, prevista nos orçamentos iniciais das obras e incorporada durante a construção. Para que o sonho se concretize e resulte no esperado, é necessária a implantação dos meios físicos como cabeamento estruturado, disponibilizar uma central de distribuição e os pontos de acesso multimídia, assim como sensores, unidades de controle, câmeras de vídeo para CFTV (Circuito Fechado de TV), dispositivos de comunicação via Internet e de gerenciamento do sistema propriamente dito, além de softwares de controle.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A avaliação das diferentes tecnologias disponíveis no mercado para a criação de ambientes residenciais mais acessíveis revelou um cenário promissor, com uma ampla gama de dispositivos e sistemas projetados para atender às necessidades específicas das pessoas com deficiência. Desde sistemas de controle por comandos de voz até dispositivos inteligentes integrados, a automação residencial oferece soluções inovadoras para melhorar a qualidade de vida e a independência desses usuários, destacando a importância de um enfoque centrado no usuário desde o estágio inicial do projeto. Esse processo permite a identificação precisa das limitações e requisitos individuais, essenciais para a seleção e implementação dos dispositivos e funcionalidades mais adequados.

Além disso, a discussão sobre a escolha dos protocolos de comunicação destaca a importância de considerar não apenas a eficiência técnica, mas também a interoperabilidade e disponibilidade de dispositivos no mercado. A discussão sobre o desenvolvimento do plano de implantação ressalta a importância de considerar não apenas os aspectos técnicos, mas também as preferências e estilo de vida dos usuários.

5.1. Melhorias significativas na vida do usuário

De acordo com as pesquisas feitas, principalmente dos trabalhos de Poiani e Bruno (2022), Ribeiro, Silva e Dos Santos (2020), Neto e Menon (2004) e de Nichele (2010), foi possível constatar que a automação residencial proporcionou uma série de melhorias significativas na vida do usuário, tais como:

- **Independência Aumentada:** A plataforma elevatória automatizada permitiu que o homem tetraplégico acessasse todos os níveis de sua casa sem a necessidade de assistência constante de terceiros. Isso lhe deu uma maior sensação de independência e autonomia.
- **Facilidade de Movimentação:** A automação das portas e janelas tornou mais fácil para ele se movimentar pela casa, eliminando barreiras físicas que poderiam ser difíceis de superar devido à sua condição.

- **Controle sobre o ambiente:** Ao automatizar luzes, televisão e outros sistemas, ele ganhou o controle sobre seu ambiente. Isso é fundamental para alguém com mobilidade limitada, permitindo que ele ajuste a iluminação, o entretenimento e outros aspectos de acordo com suas preferências.
- **Acessibilidade ao Entretenimento:** O som acoplado à sua cadeira de rodas deve ter proporcionado uma experiência de entretenimento mais imersiva e acessível. Isso pode ter melhorado significativamente sua qualidade de vida, tornando o tempo em casa mais agradável.
- **Conforto e Bem-Estar:** No geral, essas melhorias devem ter contribuído para um maior conforto e bem-estar. Ter controle sobre seu ambiente e a capacidade de se mover facilmente pela casa sem depender de outros pode reduzir o estresse e melhorar a qualidade de vida.
- **Inclusão Social:** Ter uma casa acessível e bem automatizada também pode promover a inclusão social, pois ele pode receber visitas com mais facilidade e participar de atividades em casa de maneira mais independente. Essa experiência demonstra como a automação residencial pode ser uma poderosa ferramenta para tornar o ambiente doméstico mais inclusivo e adaptado às necessidades individuais dos usuários com deficiência.

5.2. Desafios e lacunas identificados

No entanto, durante o desenvolvimento do trabalho, foram identificados alguns desafios e lacunas a serem superados. A falta de regulamentação específica para a automação residencial, juntamente com a conscientização limitada sobre a importância da acessibilidade, representa barreiras significativas para a implementação efetiva dessas soluções no mercado da construção civil. A revisão da legislação brasileira e das normativas relacionadas à acessibilidade e automação residencial destacou a importância de diretrizes claras e atualizadas para garantir a inclusão de pessoas com deficiência nos espaços residenciais. No entanto, foram identificadas lacunas e desafios na legislação atual, evidenciando a necessidade de aprimoramento e adequação às demandas da sociedade contemporânea.

Além disso, questões relacionadas à escolha de tecnologias e protocolos adequados, bem como ao planejamento e implantação dos sistemas, necessitam de uma abordagem

profissional cuidadosa e personalizada para garantir o sucesso dos projetos, o que exige do profissional da construção civil conhecimentos que não são comumente ofertados nos cursos de formação da área.

Diante desses resultados, fica evidente a relevância da automação residencial adaptada como uma ferramenta fundamental para promover a inclusão e a acessibilidade de pessoas com deficiência. No entanto, são necessários esforços contínuos para superar os desafios identificados e promover a adoção generalizada dessas soluções no mercado da construção civil, garantindo que todos os indivíduos tenham acesso a ambientes residenciais adaptados e inclusivos.

REFERÊNCIAS

NICHELE, Daniel Brandão. Automação residencial: um grande auxílio para idosos e deficientes. **Trabalho de conclusão de Curso em engenharia elétrica. Universidade São Francisco. Itatiba/São Paulo, 2010.**

SOUSA, Náiron de Vasconcelos. **Automação residencial por comandos de voz para pessoas com mobilidade reduzida.** 2018. Dissertação de Mestrado.

GOMES, Welberth José; SIRQUEIRA, Tassio Ferenzini Martins. Automação Residencial como Ferramenta de Acessibilidade. **Caderno de Estudos em Sistemas de Informação**, v. 7, n. 1, 2022.

FERRACIOLI, Caroline et al. Automação Residencial para Acessibilidade. In: **12º CONGRESSO DE INOVAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO IFSP.** 2021.

MATHIAS, JOÃO PEDRO DOS REIS. A EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO E CONTROLE NA INDÚSTRIA.

POIANI, Jefferson Rodrigo; BRUNO, Diego Renan. AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL: acessibilidade e inclusão. **Revista Interface Tecnológica**, v. 19, n. 1, p. 413-420, 2022.

DA CRUZ, JOILSON JOSÉ CONCEIÇÃO. A IMPORTÂNCIA DA AUTOMAÇÃO PARA A INDÚSTRIA 4.0.

RIBEIRO, Jean Carlos Gonçalves; SILVA, Thainah Batista; DOS SANTOS, Fabius Martin. Automação residencial: visando segurança, conforto, praticidade e acessibilidade. **Anais do**, v. 3, 2020.

SANTOS, André Aguiar. Automação residencial e eficiência energética. **Saberes da Engenharia: Uma contribuição para a sociedade Volume 4**, p. 22.

Calderan Alves, R., Florian, F., & Farina, R. M. (2022). **DOMÓTICA: ESTUDO DA CONTRIBUIÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA A ACESSIBILIDADE DE PORTADORES DE DEFICIÊNCIA FÍSICA.** RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar - ISSN 2675-6218, 3(12), e3122299. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i12.2299>

SEBRAE. Automação residencial: o que é e como investir em casas inteligentes. 2023. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/automacao-residencial-o-que-e-e-como-investir-em-casas-inteligentes,75659ebcdd4c5810VgnVCM1000001b00320aRCRD>. Acesso em: 04 abr. 2024.

MAIA, Gustavo de Freitas. Análise comparativa entre a aplicação das tecnologias Wi-Fi e ZigBee em estudo de caso: casa inteligente. Orientadora: Micheline Damião Dias Moreira. 2022. 60 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, RN, 2022.

OneTouch. Como utilizar alexa para acessibilidade. Disponível em: <https://onetouch.srv.br>. Acesso em: 04 abr. 2024.

NETO, A. D. L.; MENON, R. O. Monitoramento e Controle Residencial via Software. Monografia (Graduação em Engenharia da Computação). Faculdade de Engenharia de Sorocaba – FACENS, 2004.

CARLSEN J. Smart homes: A guide to Home Automation Protocols. 2020. Disponível em: . Acesso em: 20 de jun. de 2022.

MAKRILLOU, A. Controlador de Domótica ZigBee. Tese de Doutorado. Instituto Politecnico do Porto (Portugal), 2020.

DIAS, C.; PIZZOLATO, V. Domótica: Aplicabilidade e Sistemas de Automação Residencial. 2004. Disponível em: <http://essentiaeditora.iff.edu.br/index.php/vertices/article/viewFile/1809-2667.20040015/86>. Acesso em: 17 set. 2022.