

CENTRO UNIVERSITÁRIO SAGRADO CORAÇÃO – UNISAGRADO

GIOVANNI ALFIERI DEMARCHI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

BAURU

2023

GIOVANNI ALFIERI DEMARCHI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Elétrica –
Centro Universitário Sagrado Coração.

Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti
Gastaldello.

BAURU

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo
com ISBD

D372a	<p>Demarchi, Giovanni Alfieri</p> <p>Automação residencial e a sua contribuição para a eficiência energética / Giovanni Alfieri Demarchi. -- 2023. 26f.</p> <p>Orientador: Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello</p> <p>Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) - Centro Universitário Sagrado Coração - UNISAGRADO - Bauru - SP</p> <p>1. Automação Residencial. 2. Eficiência Energética. 3. Internet das Coisas. 4. Inteligência Artificial. 5. Tecnologia. I. Gastaldello, Danilo Sinkiti. II. Título.</p>
-------	---

GIOVANNI ALFIERI DEMARCHI

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
como parte dos requisitos para obtenção do
título de bacharel em Engenharia Elétrica –
Centro Universitário Sagrado Coração.

Aprovado em: 29/11/2023.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Danilo Sinkiti Gastaldello.
Centro Universitário Sagrado Coração

Prof. Dr. Tiago Forti da Silva
Centro Universitário Sagrado Coração

AGRADECIMENTOS

Quero expressar minha profunda gratidão a todas as pessoas que tornaram possível a conclusão deste TCC. Em primeiro lugar, quero agradecer meu pai, Antonio Carlos Demarchi (*in memoriam*), e minha mãe, Erica Camila Bueno Alfieri, por terem me incentivado a seguir a graduação. Agradeço também à minha namorada, Camila de Souza Rodrigues, por todo o amor, apoio, carinho e dedicação durante este período da faculdade. Ela sempre acreditou em mim e me apoiou incondicionalmente. Minha cachorrinha, Kiara Rodrigues Demarchi que com seu jeito único, trouxe felicidade aos meus dias e iluminou os momentos mais difíceis.

Expresso minha gratidão aos meus avós, Carlos Alfieri, Iracema Bueno Alfieri e Magdalena Pedro Demarchi. Não tenho palavras para agradecer a todos os mencionados. Cada palavra de incentivo de vocês fizeram toda a diferença.

Por fim, desejo agradecer a todos que contribuíram para este trabalho, seja de forma direta ou indireta. Sua ajuda e apoio foram inestimáveis. Este projeto não teria sido possível sem o suporte dessas pessoas. Agradeço do fundo do meu coração.

“Vencedor não é aquele que sempre vence,
mas sim aquele que nunca para de lutar.”

(Autor desconhecido).

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	Arquitetura Baseada em Automação
ABC	Arquitetura Baseada em Comportamento
ABESCO	Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia
Aureside	Associação Brasileira de Automação Residencial
IA	Inteligência Artificial
<i>IoT</i>	<i>Internet of Things</i>
<i>LED</i>	<i>Light Emitting Diode</i>
<i>LG</i>	<i>Lucky-GoldStar</i>
<i>SciELO</i>	<i>Scientific Electronic Library Online</i>
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
<i>Wi-Fi</i>	<i>Wireless Fidelity</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	METODOLOGIA	12
2.1	Definição do escopo da revisão	12
2.2	Estratégia de busca.....	12
2.3	Seleção dos estudos.....	12
2.4	Análise dos dados	12
2.5	Avaliação da qualidade dos estudos	13
2.6	Organização e apresentação dos resultados	13
3	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	14
3.1	Automação residencial.....	14
3.2	Eficiência energética	17
3.3	Estudos de caso	19
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
	REFERÊNCIAS	22

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL E A SUA CONTRIBUIÇÃO PARA A EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

Giovanni Alfieri Demarchi¹, Danilo Sinkiti Gastaldello²

¹Graduando em Engenharia Elétrica pelo Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO) gioademarchi@gmail.com ²Docente do curso de Engenharia Elétrica do Centro Universitário Sagrado Coração (UNISAGRADO) danilo.gastaldello@unisagrado.edu.br.

RESUMO

No século XXI, a busca por qualidade de vida tornou-se prioridade, impulsionada pelo avanço tecnológico. A automação residencial, conhecida como Domótica, oferece soluções inovadoras para melhorar eficiência, conforto e segurança em ambientes domésticos. A Terceira Revolução Industrial, marcada pela integração de ciência e indústria, impulsiona o surgimento de casas inteligentes conectadas pela Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA). A eficiência energética surge como resposta aos desafios ambientais, econômicos e sociais. Reduzir custos sem aumentar a geração é o cerne desse conceito, destacando-se a importância do gerenciamento energético para maximizar a produtividade com o mínimo de consumo. Este trabalho visa avaliar, por meio de revisão bibliográfica, como a automação residencial pode auxiliar na eficiência energética, abordando questões ambientais, econômicas e de qualidade de vida. Compreender essa interação pode minimizar impactos negativos no meio ambiente, promover soluções sustentáveis e proporcionar economias consideráveis.

Palavras-chave: Automação Residencial; Eficiência Energética; Internet das Coisas; Inteligência Artificial; Tecnologia.

ABSTRACT

In the 21st century, the pursuit of quality of life has become a priority, driven by technological advancements. Home automation, known as Domotics, offers innovative solutions to enhance efficiency, comfort, and security in domestic environments. The Third Industrial Revolution, characterized by the integration of science and industry, propels the emergence of smart homes connected through the Internet of Things (IoT) and Artificial Intelligence (AI). Energy efficiency emerges as a response to environmental, economic, and social challenges. The core of this concept is to reduce costs without increasing generation, emphasizing the importance of energy management to maximize productivity with minimal consumption. This work aims to evaluate, through a literature review, how home automation can contribute to energy efficiency, addressing environmental, economic, and quality of life issues. Understanding this interaction can minimize negative impacts on the environment, promote sustainable solutions, and yield considerable savings.

Keywords: Home Automation; Energy Efficiency; Internet of Things; Artificial Intelligence; Technology.

1 INTRODUÇÃO

A partir do século XXI, com o avanço significativo da tecnologia, a busca por qualidade de vida tornou-se prioridade para os indivíduos. Dispositivos como smartphones, tablets, computadores e outros aparelhos tecnológicos se tornaram parte essencial do dia a dia de grande parte da população. Nesse contexto, a automação residencial emerge como uma das tecnologias mais presentes e relevantes na vida das pessoas, tratando-se mais do que conforto e do luxo, abrangendo, inclusive, a busca por acessibilidade (Santos; Lara Junior, 2019).

Conhecida como Domótica, é uma nova tecnologia que possibilita a automação de diversos recursos dentro de uma residência. Essa tecnologia oferece soluções inovadoras para melhorar a eficiência, o conforto, a segurança e a praticidade do ambiente residencial, proporcionando uma experiência de vida mais conveniente e personalizada (Bernardes, 2020).

Com isso, pode-se dizer que a era atual vivencia a Terceira Revolução Industrial ou igualmente chamada de Revolução-Técnico-Científica-Informacional, representando a união da ciência e indústria, impulsionada pelo desenvolvimento dos meios de comunicação e das tecnologias conectadas à internet, como a Inteligência Artificial (IA) e a Internet das Coisas (IoT). Essa revolução está transformando o comportamento de indivíduos em todo o mundo, à medida que se tornam cada vez mais conectadas por meio de objetos inteligentes. Essa interconexão de dispositivos e a disseminação da tecnologia têm impactado significativamente a maneira como as pessoas se comunicam, trabalham e interagem com o mundo ao seu redor (Doering; Carmo, 2020).

Embora a IoT tenha impulsionado recentemente o interesse pela casa inteligente, o conceito em si não é novo. Na verdade, tem sido discutido desde a década de 1980 e evoluiu das formas tradicionais de automação residencial para as chamadas casas em rede, casas onipresentes e casas inteligentes e interativas (Yang; Lee; Lee, 2018).

Ainda de acordo com o autor, os serviços domésticos inteligentes estão evoluindo mais, aproximando-se da IA e atraindo a atenção de empresas globais, como Google, Amazon e Samsung Electronics, que estão oferecendo serviços e produtos inovadores para aproveitar esse crescente mercado. Inclusive, muitas startups estão se esforçando para ingressar nesse setor em expansão (Yang; Lee; Lee, 2018).

O assistente pessoal inteligente "Alexa", desenvolvido pela Amazon Lab126, foi integrado a uma ampla gama de produtos. A LG Electronics o adotou em toda a sua linha de produtos domésticos inteligentes. Por exemplo, com um simples comando para "Alexa" a partir de uma geladeira inteligente, os usuários podem acessar serviços como busca de

notícias, compras online e verificação de horários. Outras empresas, como a Xiaomi, fabricante chinesa de casas inteligentes, tem planos de conquistar o mercado de Domótica como parte de sua visão de longo prazo e a Apple, desenvolvedora de um alto-falante de IA compatível com o "Apple HomeKit", que serve como um hub para controlar produtos domésticos por meio de comandos de voz (Yang; Lee; Lee, 2018).

Tendo em vistas todas essas mudanças comportamentais, observa-se que nos últimos tempos, o mundo tem enfrentado uma série de desafios no sentido de promover um desenvolvimento sustentável que leve em consideração a utilização eficiente dos recursos naturais para suprir as demandas energéticas. Diante desse cenário, a eficiência energética mostra-se como uma solução de grande importância, capaz de proporcionar benefícios significativos nos aspectos ambientais, econômicos e sociais (PROCEL, 2012).

Segundo Ribeiro (2005), o conceito de eficiência energética engloba um conjunto de práticas e políticas destinadas a reduzir os custos com energia ou aumentar a oferta de energia sem a necessidade de aumentar a geração.

A finalidade do modelo de gerenciamento energético é aumentar a eficiência da produtividade, buscando realizar a mesma quantidade de trabalho ou até mais, utilizando a menor quantidade de energia elétrica possível. Nesse contexto, os sistemas de controle e gerenciamento de energia são ferramentas desenvolvidas para auxiliar os profissionais na administração da qualidade da energia, no controle do consumo e na redução dos custos com eletricidade (Gomes, 2012).

Nos últimos anos, o mercado de automação residencial cresce a uma média de 35% ao ano em número de projetos, uma vez que a aplicação da Domótica oferece diversas vantagens, destacando-se especialmente a economia. Um exemplo atual notável é a redução significativa nos gastos de energia e água em domicílios que adotaram estes dispositivos (Sousa Neto, 2021).

No Brasil, apesar de ser considerado de difícil acesso para a população em geral, o interesse dos brasileiros pela automação residencial está em ascensão, de acordo com a Aureside (Associação Brasileira de Automação Residencial). Uma pesquisa revela que 78% dos entrevistados manifestaram interesse na automação residencial, um número superior à média global de 66% (Calça, 2014).

Uma vez que, por meio desse método, é possível otimizar o consumo de energia, utilizando recursos de forma mais eficiente e reduzindo desperdícios, visto que eles permitem o controle inteligente de sistemas em geral, por exemplo, iluminação, climatização, áudio e irrigação, adaptando-os de acordo com as necessidades reais e evitando o uso desnecessário,

resultando em uma diminuição dos custos, além de promover uma maior sustentabilidade ambiental (Oliveira; Piolla; Soares, 2020).

Além dos benefícios ambientais, a eficiência energética também traz vantagens econômicas. Ao reduzir o consumo de energia, seja em residências, indústrias ou outros setores, há uma diminuição dos custos operacionais e uma maior economia financeira. A implementação de medidas eficientes pode resultar em menor dependência de fontes energéticas externas e em uma maior estabilidade dos preços de energia, o que contribui para a sustentabilidade econômica (Cardoso; Barreto; Machado, 2014).

Neste contexto presente trabalho tem como objetivo, avaliar, por meio da revisão bibliográfica, como a automação residencial pode auxiliar a eficiência energética nos ambientes domésticos, uma vez que através da pesquisa, pode-se abordar questões ambientais, econômicas e de qualidade de vida. Ao compreendê-la, é possível minimizar o impacto ambiental negativo, promover soluções sustentáveis e levar a economias consideráveis.

2 METODOLOGIA

2.1 Definição do escopo da revisão

Este artigo tem como objetivo realizar uma revisão bibliográfica abrangente sobre a relação entre automação residencial e eficiência energética. O escopo da revisão inclui estudos publicados em inglês, espanhol e português, que abordem os conceitos, tecnologias, benefícios, desafios e recomendações relacionados à automação residencial como uma solução para melhorar a eficiência energética em ambientes domésticos.

2.2 Estratégia de busca

A estratégia de busca foi realizada em diferentes bases de dados acadêmicas, incluindo SciELO e Google Acadêmico, utilizando as seguintes palavras-chave: "automação residencial", "casa inteligente", "eficiência energética", "sistemas inteligentes", "tecnologias de controle", "gestão de energia", "consumo de energia" e "sustentabilidade". Além disso, também foram consultadas bibliotecas digitais de universidades e instituições de pesquisa relevantes. A busca foi realizada no período de janeiro a junho de 2023.

2.3 Seleção dos estudos

A seleção dos estudos foi realizada em etapas. Inicialmente, foram lidos os títulos e resumos de todos os artigos identificados na etapa de busca. Os critérios de inclusão adotados foram: estudos que abordassem a automação residencial como uma solução para a eficiência energética em ambientes domésticos; estudos publicados em periódicos científicos revisados por pares; estudos que apresentassem resultados relevantes e atualizados sobre o tema. Artigos duplicados, estudos não relacionados ao tema e aqueles publicados em idiomas diferentes de inglês, espanhol e português foram excluídos.

2.4 Análise dos dados

Após a seleção dos estudos, foi realizada uma análise dos dados dos artigos selecionados. Foram extraídas informações relevantes sobre os conceitos teóricos da automação residencial, as tecnologias e estratégias utilizadas para melhorar a eficiência energética em ambientes domésticos, os benefícios obtidos, os desafios enfrentados e as recomendações para uma implementação eficaz. A análise dos dados foi conduzida por meio da leitura completa dos artigos selecionados e organização das informações em categorias temáticas.

2.5 Avaliação da qualidade dos estudos

Foi realizada uma avaliação da qualidade dos estudos incluídos nesta revisão. Os critérios de avaliação incluíram o tipo de estudo (artigos originais, revisões sistemáticas, estudos de caso, etc.), a metodologia utilizada e a relevância dos resultados apresentados. A qualidade dos estudos foi considerada na interpretação e discussão dos resultados obtidos.

2.6 Organização e apresentação dos resultados

Os resultados da revisão foram organizados e apresentados neste artigo de acordo com as categorias temáticas identificadas na análise dos dados. Citações diretas e indiretas dos artigos revisados foram utilizadas para embasar as informações apresentadas. A estrutura do artigo segue a sequência lógica dos tópicos abordados, buscando fornecer uma visão abrangente e clara sobre a relação entre automação residencial e eficiência energética.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Automação residencial

A automação residencial, é definida por uma coleção de serviços oferecidos por meio de sistemas tecnológicos integrados, com o objetivo de promover segurança, comunicação, gestão energética e conforto em residências e estabelecimentos comerciais (Silva, 2021). Também conhecida como Domótica – termo derivado do francês “demotique”, junção da palavra latina *domus* (casa) com robótica – introduz o conceito de uma "casa automática", processo que avalia e implementa a automação de uma residência (Prudente, 2011).

Por meio desse sistema, busca-se integrar a tecnologia para melhorar o conforto, segurança, eficiência energética e conveniência dos moradores. Controlar e gerenciar dispositivos e sistemas como iluminação, climatização, segurança, eletrodomésticos e entretenimento é possível por meio de redes e tecnologias de comunicação. Essas interconexões proporcionam aos moradores uma experiência mais conveniente, eficiente e segura, otimizando a capacidade de monitorar sua casa de forma centralizada ou remota, trazendo maior comodidade e facilidade no uso dos recursos (Paula; Silva, 2021).

Na década de 80, o computador pessoal passa a ser utilizado como central de automação residencial. Com a evolução dos microprocessadores e microcontroladores, foi possível desenvolver sistemas mais avançados e dedicados à domótica. Os computadores pessoais desempenharam um papel importante nesse estágio inicial da automação, permitindo a programação e controle dos dispositivos conectados (Pazini; Lopes, 2017).

Posteriormente, com o avanço da tecnologia, cada aparelho elétrico em uma automação residencial passa a não atuar apenas em sua função isolada, mas sim estabelece uma conexão com outros dispositivos por meio de um controlador centralizado ou integrador. Isto gera um sistema no qual os dispositivos trabalham em conjunto, proporcionando benefícios como economia de tempo, simplificação das atividades diárias, redução dos custos de equipamentos e economia da energia elétrica, ainda assim atendendo às necessidades de comunicação, conforto e segurança nos lares dos indivíduos (Bolzani, 2004).

Antes, uma casa automatizada capaz de interagir com o morador era algo restrito ao mundo da ficção cinematográfica, fora do alcance da maioria dos indivíduos devido aos altos custos e à disponibilidade limitada. No entanto, atualmente, o investimento necessário para ter uma casa inteligente desse tipo é bastante diferente (Gomes; Sirqueira, 2020).

Embora, no Brasil, de acordo com Silva e Miranda (2018), a domótica ainda possua dificuldades para se disseminar, quando comparado a outros países, devido à falta de

profissionais capacitados, custo elevado de implementação e a dificuldade de se integrar dispositivos ao sistema residencial, a constante evolução da IoT e da automação continua mudando a forma de como se conectar com o mundo ao redor, em consequência da expansão de seu mercado.

A popularização das chamadas *smart houses* (casas inteligentes), em parte, é atribuída ao uso de dispositivos de IoT e ao avanço das assistentes virtuais, como “Alexa” da Amazon e “Siri” da Apple. Essas assistentes surgiram nos primeiros smartphones e já eram capazes de realizar pesquisas por voz e interagir de forma limitada com o usuário. Recentemente, a “Alexa”, desenvolvida pela Amazon Lab126, foi incorporada aos dispositivos chamados "Echo", que utilizam processamento de linguagem natural e inteligência artificial. Esses dispositivos podem ser adquiridos como um equipamento de IoT residencial (Gruber *et al.*, 2018).

Tais equipamentos podem auxiliar em tarefas residenciais diárias e conseqüentemente, tornaram-se uma ferramenta de acessibilidade (Gomes; Sirqueira, 2020).

Na automação residencial, a interação entre os equipamentos é realizada por meio de dispositivos sensores, atuadores e controladores. Os controladores são dispositivos microcontrolados pré-programados que recebem informações dos sensores e enviam comandos para os atuadores, determinando as ações que devem ser executadas por eles (Stevan JR; Farinelli, 2019).

Pode-se classificar os graus de interação com o usuário em três tipos de sistemas: sistemas autônomos, sistemas integrados e residências inteligentes.

Os sistemas autônomos consistem em dispositivos que podem ser ligados ou desligados de forma independente, seguindo ajustes pré-definidos. No entanto, esses dispositivos não fornecem informações sobre seu status. Eles operam de maneira básica, sem a capacidade de transmitir feedback ou status de funcionamento. Nos sistemas integrados, vários dispositivos são conectados a um único controlador. No entanto, esses sistemas possuem limitações decorrentes da configuração de fábrica. Eles funcionam como um controle remoto universal, onde os equipamentos são controlados separadamente, mas de forma centralizada. Embora haja integração, a personalização e a flexibilidade são limitadas pelas configurações predefinidas dos dispositivos (Silva; Miranda, 2018).

Por fim, temos as residências inteligentes, que oferecem um alto grau de personalização de acordo com as necessidades do usuário. Nesse modelo, o sistema evolui de um perfil de controlador para um perfil de gerenciador. A residência inteligente deixa de ser apenas um controle remoto e se torna um ambiente altamente adaptável, capaz de responder às

preferências e demandas do usuário. Esse tipo de sistema permite a personalização avançada, com recursos como monitoramento em tempo real, feedback de status dos dispositivos, programação personalizada e interação por meio de assistentes virtuais (Silva; Miranda 2018).

Além disso, a automação residencial também pode ser dividida em duas arquiteturas disponíveis: a arquitetura baseada em automação (ABA), também conhecida como domótica estática – mais simples e menos flexível –, caracterizada por ser linear e baseada apenas em configurações pré-determinadas, e, a arquitetura baseada em comportamento (ABC), chamada de domótica inteligente, baseada em técnicas de inteligência artificial, capaz de se adaptar a uma rotina de utilização, como por exemplo, ajustar automaticamente a iluminação, a temperatura, os dispositivos de entretenimento, entre outros, de acordo com as necessidades e preferências individuais (Hipólito; Silva; Rapanello, 2018).

De acordo com Pazani e Lopes (2017), os projetos típicos e integrados de automação residencial abrangem uma variedade de recursos e funcionalidades. Alguns exemplos incluem:

- Automação de instalações elétricas: esse tipo envolve o uso de controladores, atuadores e sensores para controlar diversos aspectos das instalações elétricas, como iluminação, aparelhos elétricos e sistemas de segurança;
- Controles remotos universais: podem ser fixos ou móveis, como telas sensíveis ao toque ou aplicativos em smartphones, permitem o controle centralizado de vários dispositivos, como televisões, sistemas de áudio, ar-condicionado, entre outros;
- Gestão de energia: inclui sistemas de medição e gerenciamento de consumo de energia elétrica, água e gás, permitindo que os usuários monitorem e controlem seu consumo, identifiquem desperdícios e façam ajustes para uma utilização mais eficiente;
- Acessórios e complementos: diversos acessórios podem ser integrados à automação residencial, como motorização de persianas, toldos e cortinas para controle automatizado, pisos aquecidos para maior conforto térmico, aspiração central a vácuo para facilitar a limpeza, desembaçadores de espelhos, sistemas de irrigação automatizada, fechaduras elétricas, entre outros;
- Equipamentos de controle de acesso: podem incluir leitores biométricos, teclados ou sistemas de controle de acesso por cartão, permitindo uma segurança avançada para a residência.

- **Media centers:** são sistemas de entretenimento integrados que centralizam o acesso a mídia digital, como filmes, música e conteúdo online, em um único local, facilitando o acesso e controle dessas mídias;
- **Ativos de rede:** inclui a integração de dispositivos de rede, como switches e roteadores, para garantir uma conectividade estável e confiável em toda a residência;
- **Telefonia e interfonia:** podem ser sistemas convencionais ou baseados em protocolo IP, oferecendo comunicação interna e externa por meio de telefones fixos, sem fio ou interfaces de intercomunicação.

Para uma casa inteligente completamente integrada, são necessários a união de diversos equipamentos e sistemas a uma central controladora. A interação do usuário com o sistema de automação residencial pode ocorrer por meio de uma interface gráfica própria ou por aplicativo para smartphone, acessada através de dispositivos com tela sensível ao toque (*touchscreen*) ou comandos de voz. Essa central se comunica com os dispositivos conectados por meio de cabos ou conexões sem fio, como Wi-Fi. Dessa forma, o controle e o gerenciamento dos equipamentos conectados podem ser feitos de maneira conveniente e remota. Além disso, a conexão com a *Internet* possibilita a gestão dos dispositivos conectados mesmo quando o usuário está ausente (Silva, 2022).

Portanto, os sistemas de automação residencial se tornam grandes aliados na busca pela eficiência energética. Por meio do monitoramento e controle de dispositivos elétricos, eles ajudam a reduzir os gastos de energia elétrica nas residências, proporcionando não apenas comodidade para o usuário, mas também contribuindo para a sustentabilidade global (Oliveira, 2019).

3.2 Eficiência energética

De acordo com a Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia – ABESCO (2015), a eficiência energética é a busca pela melhoria no aproveitamento das fontes de energia. A utilização racional de energia, refere-se à utilização otimizada da energia para atingir resultados específicos. Conforme definição, a eficiência energética representa a relação entre a quantidade de energia utilizada em uma atividade e a quantidade disponível para a realização da mesma.

Existem diversos exemplos de aplicação prática de eficiência energética no cotidiano. Um ilustrativo caso pode ser encontrado nas lâmpadas LED, as quais possuem capacidade de

produzir a mesma quantidade de iluminação que as incandescentes, no entanto, consumindo aproximadamente 90% menos energia, com vida útil até 50 vezes mais longa e gerando pouco calor. Por sua vez, resultando em economia de energia nos sistemas de climatização ao requerer menor esforço para refrigerar o ambiente (Terra, 2021).

Uma lâmpada incandescente tem vida útil de 1.000 horas e uma fluorescente de 10.000 horas, a LED rende entre 20.000 e 100.000 horas de uso ininterrupto. Ou seja, apenas em termos de durabilidade, uma lâmpada de LED já equivale em média a 50 lâmpadas comuns. Isto se traduz em muito menos trocas de lâmpadas, e conseqüentemente, muito menor geração de lixo. Uma lâmpada incandescente converte apenas 5% da energia elétrica que consome em luz. As lâmpadas LED, segundo a fabricante Philips, convertem até 40%. Esta eficiência se traduz em economia, pois um LED de 12W ilumina tanto quanto uma lâmpada incandescente de 100W. (CASTRO, 2015, p.25).

O conceito de eficiência energética também abrange o uso otimizado de recursos naturais. Por exemplo, a substituição da iluminação artificial pela luz natural, sempre que viável, constitui uma estratégia eficaz na redução do consumo desnecessário de energia elétrica (Lopes, 2015).

Diante disso, a automação residencial visa disponibilizar ferramentas que facilitem a administração de elementos do dia a dia, como programar persianas inteligentes para abrir ao amanhecer, permitindo a entrada de luz natural e se fechar à noite. Podem elas, inclusive, ser equipadas com sensores de luminosidade, para medir a quantidade de luz no ambiente, ou seja, caso a incidência do sol esteja muito intensa, fecha-se automaticamente para evitar o superaquecimento e o desbotamento de móveis. Alguns sistemas mais completos podem ainda ser integrados a sensores de qualidade do ar. Se a qualidade do ar interna cair, as persianas podem ser programadas para se abrir e permitir a ventilação (Cardoso; Barreto; Machado, 2014).

Outra vertente inclusa é a área de aprimoramentos e conservação, manifestando-se de diferentes maneiras, como através do aprimoramento do projeto elétrico de um espaço, realizando a manutenção em equipamentos que possam estar utilizando energia em excesso ou, substituindo dispositivos obsoletos por modelos atuais e mais sustentáveis. Nesse contexto, diversas medidas podem ser implementadas para reduzir o desperdício de energia (Queiroz, 2018).

Sistemas de automação residencial podem monitorar o consumo de energia em tempo real e identificar aparelhos que estão consumindo mais do que o normal, auxiliando a identificar e corrigir ineficiências (Damato; Ghazzaoui; Basile, 2022). As tomadas inteligentes também são uma solução adequada para atender a essa necessidade, pois por meio

delas é possível controlar remotamente dispositivos e eletrodomésticos, permitindo desligar os dispositivos que não estão em uso, mesmo não estando presente na residência (Terra, 2021).

3.3 Estudos de caso

Em um estudo de caso realizado por Moreno (2021), avaliou-se o consumo de energia elétrica em uma residência familiar na cidade de Paulínia, interior de São Paulo, visando identificar pontos altos de consumo, substituir equipamentos ineficientes e aplicar automação para reduzir os gastos com a conta de energia. A família em questão enfrentou um aumento considerável no consumo de eletricidade no último ano, afetando sua renda.

Antes da análise, substituiu-se todas as lâmpadas fluorescentes por lâmpadas LED como uma medida eficaz para reduzir o consumo de energia. Inicialmente, as luzes do quintal eram acionadas por volta das 18h e desligadas por volta da meia-noite. Para otimizar esse processo, foi implementado um interruptor inteligente Sonoff – Mini, o que reduziu o tempo de iluminação de 6 para 4 horas por noite, resultando em uma economia de 33,33%. Além disso, no escritório separado da residência, foram identificadas cargas em modo de espera que consumiam eletricidade durante o dia, quando a família não estava presente. Após a automatização dessas cargas em *standby*, o consumo energético diminuiu em aproximadamente 46,17% (Moreno, 2021).

O projeto conduzido por Toggweiler e Marques (2017) concentrou-se na implantação de um sistema de controle inteligente baseado em lógica nebulosa (Fuzzy) para dois dispositivos elétricos comuns em residências: lâmpadas LED e condicionadores de ar (Split ou Inverter). Em relação ao último equipamento, o estudo visou a criação de um controlador inteligente que antecipasse a chegada do usuário em casa, ligando o aparelho e ajustando a temperatura para um nível confortável. Esse processo permitiu que o condicionador de ar operasse de maneira mais eficiente, reduzindo, assim, o consumo de energia elétrica. Testes foram conduzidos tanto com o sistema inteligente quanto sem ele, e os resultados evidenciaram uma diminuição no consumo de energia elétrica quando o sistema estava ativo. O estudo salientou que a principal vantagem do sistema residia na melhoria do conforto do usuário, uma vez que o ar-condicionado era acionado antecipadamente, além de promover uma operação mais eficiente, resultando em economia de energia elétrica.

Por último, Queiroz (2018), desenvolveu um modelo de automação residencial focado na instalação de um sistema de controle de energia para dispositivos elétricos, empregando um microcontrolador ESP8266 (equipado com recursos Wi-Fi integrados) e sensores de corrente. O propósito subjacente deste projeto era minimizar o desperdício de energia elétrica,

conferir comodidade ao usuário e, simultaneamente, resultar em economia financeira. O sistema provou sua eficácia na preservação da energia elétrica, possibilitando que o usuário desligasse dispositivos remotamente, evitando desperdícios energéticos. Vale ressaltar que um aspecto interessante desse projeto é a capacidade de transformar dispositivos não "inteligentes" em componentes da Internet das Coisas, prolongando sua vida útil e, ao mesmo tempo, economizando dinheiro, visto que muitos dispositivos *smarts* têm custos substancialmente mais elevados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, explorou-se o tema da automação residencial e sua relação com a eficiência energética. Através de uma revisão bibliográfica abrangente, analisou-se os conceitos, a evolução e as principais características da automação residencial, bem como os princípios da eficiência energética.

É possível contatar que a automação residencial desempenha um papel fundamental na melhoria da eficiência energética nas residências, permitindo o controle inteligente de dispositivos e sistemas elétricos. Os estudos de caso apresentados destacaram a eficácia das soluções de automação na redução do consumo de energia, resultando em economia financeira e redução do impacto ambiental.

As lâmpadas LED, sensores de luminosidade, e dispositivos de controle de energia mostraram-se eficazes na otimização do consumo elétrico. Além disso, a automação residencial ofereceu conforto e conveniência aos moradores, permitindo o controle remoto de dispositivos e sistemas, como iluminação e climatização.

No entanto, é importante destacar que a eficiência energética não se limita apenas ao uso de dispositivos de automação. A conscientização e mudanças de comportamento por parte dos usuários também desempenham um papel crucial na busca por um consumo mais sustentável de energia.

Este estudo fornece *insights* importantes para os consumidores, profissionais da área de automação residencial e pesquisadores interessados na promoção da eficiência energética. Através da integração de tecnologias de automação e sistemas de controle de energia, é possível reduzir o desperdício de energia elétrica e contribuir para a sustentabilidade ambiental.

No entanto, é fundamental reconhecer que existem desafios a serem superados, como a disseminação da tecnologia de automação residencial no Brasil, o custo de implementação e a necessidade de profissionais capacitados na área. Portanto, novas pesquisas podem se concentrar em abordar essas questões e desenvolver soluções mais acessíveis e integradas.

Em resumo, este estudo demonstrou que a automação residencial desempenha um papel significativo na busca pela eficiência energética. Através da aplicação de tecnologias inteligentes e da conscientização dos usuários, é possível alcançar uma redução significativa no consumo de energia elétrica em residências. Esperamos que este trabalho contribua para a disseminação da automação residencial e para o avanço na eficiência energética em nosso contexto.

REFERÊNCIAS

ABESCO – Associação Brasileira das Empresas de Serviços de Conservação de Energia. **Desperdício de energia custou mais de R\$60 bi para o Brasil nos últimos três anos.** 2017. Disponível em: <http://www.abesco.com.br/pt/novidade/desperdicio-de-energia-custou-mais-de-r-60-bi-para-o-brasil-nos-ultimos-tres-anos/>. Acesso em: 05 out. 2023.

AURESIDE – Associação Brasileira de Automação Residencial. **Casa ‘inteligente’ é cada vez mais realidade.** São Paulo, 2021. Disponível em: <http://www.aureside.org.br/noticias/casa--inteligente--e-cada-vez-mais-realidade>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

BERNARDES, J. P. S. **Automação Residencial: Design Universal e Qualidade de Vida - Estado da Arte.** 62 f. Uberlândia, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/31293/4/Automa%c3%a7%c3%a3oResidencialDesign.pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

BOLZANI, C. A. M. **Desenvolvimento de um simulador de controle de dispositivos residenciais inteligentes: uma introdução aos sistemas domóticos.** 116p. São Paulo, 2004. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001385471>>. Acesso em: 5 mar. 2023.

CALÇA, K. **Bem Morar, interação entre o Design de Interiores e a Automação para o bem estar em uma residência.** Florianópolis, 2014. Disponível em: http://www.aureside.org.br/_pdf/artigo17.pdf> Acesso em: 17 maio 2023.

CARDOSO, A. R.; BARRETO, L. P.; MACHADO, T. **Estudo da melhoria da eficiência energética em edificações residenciais utilizando automação residencial.** 89 f. Curitiba, 2014. Disponível em: <http://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/9876>>. Acesso em 16 maio 2023.

CARDOSO, A. R.; BARRETO, L. P.; MACHADO, T. **Estudo da melhoria da eficiência energética em edificações residenciais utilizando automação residencial.** 102 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Departamento Acadêmico de Eletrotécnica, Engenharia Industrial Elétrica, Curitiba, 2014. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/9876/3/CT_COELE_2013_2_24.pdf. Acesso em: 07 out. 2023.

CASTRO, D. F. **Eficiência energética aplicada a instalações elétricas residenciais.** 2015. 138 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2015.

DAMATO, L. R.; GHAZZAOUI, T. V.; BASILE, A. L. **Automação residencial e seu impacto na eficiência energética.** 10 f. TCC (Graduação) – Curso de Computação e Informática, Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2022. Disponível em: <https://adelfa-api.mackenzie.br/server/api/core/bitstreams/c4c77064-c2e0-4a17-bf2a-4e8174adfac/content>. Acesso em: 11 out. 2023.

DOERING, T. A.; CARMO, A. F. C. do. **Inteligência Artificial e Internet das Coisas aplicada a automação residencial.** v. 16, n. 16, Presidente Prudente, 2020. Disponível em:

<<http://intertemas.toledoprudente.edu.br/index.php/ETIC/article/view/8463>>. Acesso em: 20 mar. 2023.

GOMES, A. T. **Pesquisa: automação e gerenciamento de energia**. O setor elétrico. Ano 7, Ed. 83, p. 67, São Paulo, 2012.

GOMES, W. J.; SIRQUEIRA, T. F. M. **Automação Residencial como ferramenta de acessibilidade**. v. 7, n. 1, 2020. Disponível em: <<http://seer.uniacademia.edu.br/index.php/cesi/article/view/2549>>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GRUBER, T. R.; BRIGHAM, C. D.; KEEN, D. S.; NOVICK, G.; PHIPPS, B. S. **Using context information to facilitate processing of commands in a virtual assistant**. U.S. Patent n. 9,858,925, 2018. Disponível em: <https://patentimages.storage.googleapis.com/c7/71/6f/77e27d3498a0fd/US20120265528A1.pdf>. Acesso em 13 maio 2023.

HIPÓLITO, J. G.; SILVA, M. de J. da; RAPANELLO, R. M. Automação residencial com Arduino. **Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica**, v. 1, n. 1, p. 118 - 139, Bebedouro, 2018. Acesso em 04 jun. 2023.

LOPES, M. A. **O uso intensivo e sustentável dos recursos naturais**. EMBRAPA, 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/3589004/artigo---o-uso-intensivo-e-sustentavel-dos-recursos-naturais>. Acesso em 05 out. 2023.

MORENO, L. F. N. **Monitoramento, automação e eficiência energética, em residência familiar, para redução da conta de energia elétrica**. 2021. 72 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnologia em Gestão de Energia e Eficiência Energética, Faculdade de Tecnologia de Campinas, Campinas, 2021. Disponível em: https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/9480/1/Tecnologiaemgestaodeenergiaeeficienciaenergetica_2_2021_Luiz%20F.N.%20Moreno_Monitoramento%20C%20automacao%20e%20eficiencia%20energetica%20em%20residencia%20familiar%20para%20redu%C3%A7%C3%A3oda%20conta%20de%20energia..pdf. Acesso em: 12 out. 2023.

OLIVEIRA, F. F. de; PIOLLA, L. de O.; SOARES, P. H. L. **Domótica: a automação residencial**. 2020. 63 f. TCC (Graduação) - Curso de Tecnólogo em Gestão da Tecnologia da Informação, Faculdade de Tecnologia de Jundiaí, Jundiaí, 2020. Disponível em: <http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/4641/1/Felipe%20Fernandes%20de%20Oliveira%20c%20Leonardo%20de%20Oliveira%20Piolla%20e%20Pedro%20Henrique%20Levada%20Soares%20.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2023.

OLIVEIRA, I. F. de. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial baseado em IoT para controle e monitoramento de dispositivos elétricos**. Ouro Preto, 2019. Disponível em: <<https://www.monografias.ufop.br/handle/35400000/1795>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

PAULA, B. V. C. de; SILVA, L. F. da. **Automação Residencial: tecnologia aplicada a domótica**. 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/24889>>. Acesso em: 19 maio 2023.

PAZINI, P. H. M.; LOPES, L. F. B. Automação residencial de baixo custo com utilização de sistema desenvolvido em Arduino. **Revista de Pós-Graduação Faculdade Cidade Verde**, v. 3, n. 1. Maringá, 2017.

PROCEL – Programa Nacional de conservação de energia elétrica. **Dicas de economia de energia para um mundo melhor**. Ministério de Minas e Energia, 2013. Disponível em: <<http://www.eletronbras.com/elb/main.asp?TeamID=%7B6751E537-0EC0-4B83-BE03-82831A153042%7D>>. Acesso em 01 jun. 2023.

PRUDENTE, F. **Automação Predial e Residencial - Uma Introdução**. 1 ed. São Paulo, 2011. Acesso em: 13 maio 2023.

QUEIROZ, M. C. B. **Automação residencial utilizando conceitos de iot focado em eficiência energética**. 74 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia da Computação, Universidade Federal do Pará, Belém, 2018. Disponível em: https://bdm.ufpa.br:8443/bitstream/prefix/421/1/TCC_AutomacaoResidencialUtilizando.pdf. Acesso em: 11 out. 2023.

RIBEIRO, Z. B. **Parâmetros para análise de projetos de eficiência energética em eletricidade**. 2005. 102 f. São Paulo, 2005. Disponível em: <http://www.iee.usp.br/biblioteca/producao/2005/Teses/Parametros_para_analise_de_projetos_de_eficiencia_energetica_em_eletricidade.pdf> Acesso em 06 jun. 2023.

SANTOS, J. W.; LARA JUNIOR, R. C. de. **Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador ESP32 e monitorado via smartphone**. 46 f., Ponta Grossa, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/16960/1/PG_COAUT_2019_1_02.pdf> Acesso em: 20 mar. 2023.

SILVA, C. A. da; MIRANDA, V. L. D. Automação residencial com inteligência artificial. **Revista Inovação, Tecnologia e Sustentabilidade na Engenharia Elétrica**, v. 1, n. 1, p. 48 - 70, Bebedouro, 2018. Disponível em: <<https://unifafibe.com.br/revistasonline/arquivos/revistaeletrica/sumario/69/28012019212511.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2023.

SILVA, J. C. da. **Automação Residencial com Arduino**. Manaus, 2022. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/bitstream/4321/1077/1/Automa%C3%A7%C3%A3o%20residencial%20com%20arduino_Silva_2022.PDF.pdf>. Acesso em: 25 maio 2023.

SILVA, K. Y. V. da. **Aspectos da automação residencial**. Guanambi, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.animaeducacao.com.br/handle/ANIMA/25931>>. Acesso em: 13 abr. 2023.

SOUSA NETO, P. J. de. **Automação residencial utilizando arduino**. Goiânia, 2021. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/1636>> Acesso em: 20 mar. 2023.

STEVAN JR., S. L.; FARINELLI, F. A. **Domótica: Automação residencial e casas inteligentes com Arduino e ESP8266**. São Paulo, 2019. Acesso 24 mar. 2023.

TERRA, M. F. **Eficiência energética residencial por meio de inteligência artificial**. 154 f. TCC (Graduação) – Curso de Engenharia de Controle e Automação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Itumbiara, 2021. Disponível em: https://repositorio.ifg.edu.br/bitstream/prefix/652/1/tcc_Matheus%20Felipe%20Terra.pdf. Acesso em: 10 out. 2023.

TOGGWEILER, J. G.; MARQUES, L. da S. **Automação residencial para conservação e eficiência energética por meio de técnicas de Inteligência artificial**. 122 f. TCC (Graduação) - Curso de Sistemas de Informação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/182198/Projeto%20II%20-%20Versao%20Final.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 out. 2023.

YANG, H.; LEE, W.; LEE, H. IoT Smart Home Adoption: the importance of proper level automation. **Journal of Sensors**, p. 11, vol. 2018. Disponível em: <<https://downloads.hindawi.com/journals/js/2018/6464036.pdf>>. Acesso em 23 mar. 2023.