

## A AUTOMAÇÃO COMO ALTERNATIVA À EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM RESIDÊNCIAS

COSTA, Fábio Gabriel da Silva;  
RODRIGUES, Samuel Camargo;  
ALMEIDA, Wilian Cesar da Silva  
NAKAO JUNIOR, Francisco Tacchio

### RESUMO

Com o avanço da tecnologia e o uso excessivo de aparelhos eletrodomésticos, o consumo e energia vem cada vez aumentando e conseqüentemente a demanda por eletricidade também. Portanto, o presente artigo tem como objetivo mostrar que a automação é uma ferramenta fundamental para melhoria da eficiência energética. Através dela, podemos reduzir o consumo energético por meio da otimização do uso de recursos existentes a nosso favor. No decorrer do artigo são citados alguns recursos atrelados a automação, como aplicações que visa a garantia da eficiência energética, sendo eles, dispositivos e sensores com função de controlar a iluminação, temperatura ambiente, aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos, monitoramento e redução de consumo.

**Palavras-chave:** Sustentabilidade; Consumo energético; Demanda.

### ABSTRACT

With the advancement of technology and the excessive use of household appliances, consumption and energy is increasing and consequently the demand for electricity as well. Therefore, this article aims to show that automation is a fundamental tool for improving energy efficiency. Through it, we can reduce energy consumption by optimizing the use of existing resources in our favor. Throughout the article, some resources linked to automation are mentioned, such as applications that aim to guarantee energy efficiency, namely, devices and sensors with the function of controlling lighting, room temperature, electronic devices and appliances, monitoring and reducing consumption.

**Keywords:** Sustainability; Energy consumption; Demand.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. fabiogabreilsilva17@gmail.com

<sup>2</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. samucam.01rodr@gmail.com

<sup>3</sup> Acadêmico do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. wiliancalmeida01@gmail.com

<sup>4</sup> Docente do curso de Engenharia Elétrica da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. francisco.tachio@professor.fait.edu.br

## Introdução

Com o advento da era digital e o uso em larga escala de equipamentos eletroeletrônicos, é evidente que a energia elétrica seja indispensável na execução de atividades cotidianas. Segundo o atlas da eficiência energética de 2021, publicado pela Empresa de pesquisa energética<sup>1</sup> (2021, p. 23 – 24), o consumo de energia elétrica por edificações comerciais e residenciais representa parcela significativa em relação à demanda pública.

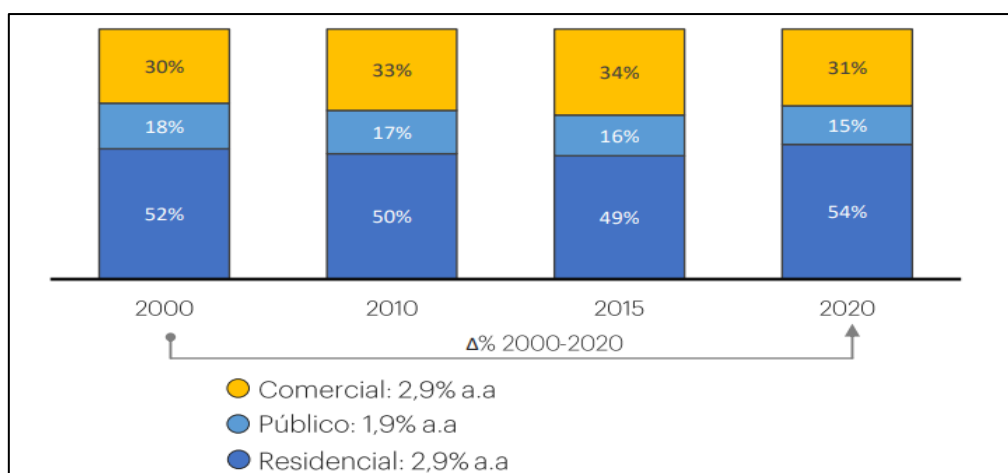


Figura 1 - Eletricidade demandada pelas edificações, Fonte: EPE (2021b)

No período entre os anos de 2000 e 2020, enquanto a demanda por fontes de energia teve redução de 9,4% (considerando 0,5% ao ano), a demanda por eletricidade teve uma crescente de 19%, o que se justifica em razão da aquisição de cada vez mais eletrodomésticos pelos usuários, o aumento de ligações em áreas rurais, e o estímulo aos programas habitacionais do governo (EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2021, p. 27). De acordo com os dados do Balanço Nacional Energético (BEN) do Relatório Síntese 2022, houve um aumento significativamente de 4,2 % no consumo final de eletricidade por fonte no território brasileiro em 2021. Através dessa ascensão, alguns elementos se destacam, como consumidores finais, tais como edificações comerciais e residenciais, tendo um

crescimento de 4,8 TWh que equivalem um aumento de 5,7% e 1,6 TWh, 1,1% respectivamente (²EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE, 2022, p.8).

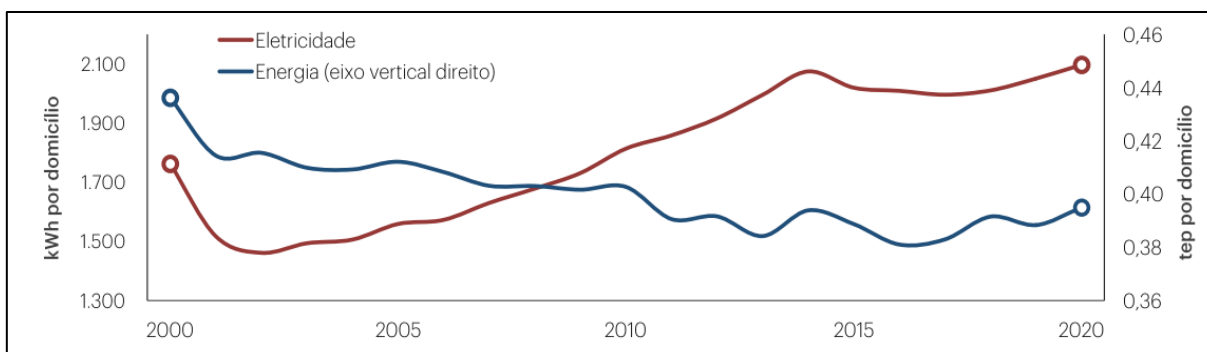


Figura 2 - Consumo elétrico e energético por domicílio, Fonte: EPE – 2021

A existência de programas que estimulam a importância de práticas conscientes que auxiliem no combate ao desperdício de energia elétrica no país é de grande importância para a sociedade como um todo, dada a forte dependência que hoje existe de seu uso. De acordo com resultados do 3 Procel (2022, p. 18), que é o programa governamental que promove ações coordenadas para promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício, apenas no ano de 2021 foram economizados um total de 22,7 TWh decorrentes da utilização do Selo Procel, presente em eletrodomésticos que se encaixem aos parâmetros de qualidade exigidos pelo programa, sendo que 48% deste valor diz respeito à substituição de sistemas de iluminação com lâmpadas fluorescentes compactas (LFC), seguido pelo consumo de refrigeradores e freezers, motores, condicionadores de ar.

Em suma, a tecnologia atrelada aos processos de fabricação de equipamentos eletroeletrônicos e eletrodomésticos, a qual permite uma maior eficiência aos mesmos, é uma forte aliada da eficiência energética, visto que a tecnologia é o que permite a fabricação dos mesmos. Porém existem possibilidades ainda maiores de incrementar esta contribuição: tornar os dispositivos não apenas eficientes, mas também atribuir aos mesmos certa “inteligência”. É neste contexto em que se levanta o conceito da automação. Mas afinal, do que se trata esta tal “automação”? E de que modo ela está relacionada à eficiência energética? O presente trabalho abordará sobre tais questões a seguir.

## **Desenvolvimento**

A definição do que é automação

A Automação é definida como o uso de tecnologias para realizar tarefas de forma automatizada, sem a necessidade de intervenção humana direta. A mesma automação pode ser entendida como um processo que utiliza sistemas computacionais e equipamentos de controle para operar, monitorar e controlar processos industriais, comerciais e de serviços. Segundo Rosário (2009, p. 23), todo processo capaz de realizar tarefas de forma autônoma a fim de auxiliar o homem em seu dia-a-dia é considerado como automação, com o autor destacando ainda as rodas d'água, os pilões e moinhos como modelos primitivos do que se caracteriza como automação.

A International Society of Automation – ISA (2023), que é uma organização internacional, sem fins lucrativos, dedicada ao avanço da tecnologia de automação e controle de processos, define a automação como a criação e aplicação de tecnologia para monitorar e controlar a produção e entrega de produtos e serviços, com seus benefícios abrangendo diversas áreas, como da manufatura, transportes, extração de petróleo e gás, indústria química, alimentícia e farmacêutica.

Em resumo, a automação pode ser entendida como um conjunto de técnicas e tecnologias que visam a automatização de processos, redução de custos, aumento da eficiência e melhoria da qualidade em diversas áreas da indústria, comércio e serviços.

## A automação residencial

A ideia de automação residencial não é uma completa novidade, tendo em vista que este conceito data da década de 1980 (STEVAN JÚNIOR; FARINELLI, 2019, p. 18), e muito antes disso já se pensava na hipótese de executar tarefas cotidianas a partir do uso de tecnologia. Para Wortmeyer; Freitas e Cardoso (2005 apud ACCARDI; DODONOV, 2012, p.157) a automação residencial não apenas representa a aplicação de tecnologias ao ambiente doméstico, mas também tem o objetivo de propiciar qualidade de vida e eficiência aos seus usuários.

A automação não se trata de objeto único ou apenas conceito, para que a mesma seja aplicável na prática deve ser composta por uma série de elementos fundamentais que atendam ao objetivo final que a mesma propõe, conforme mencionado em tópico a seguir.

## Elementos básicos

Segundo Accardi e Dodonov (2012, p. 157), é imprescindível a utilização de elementos como: controladores, sensores, atuadores, barramentos e interfaces.

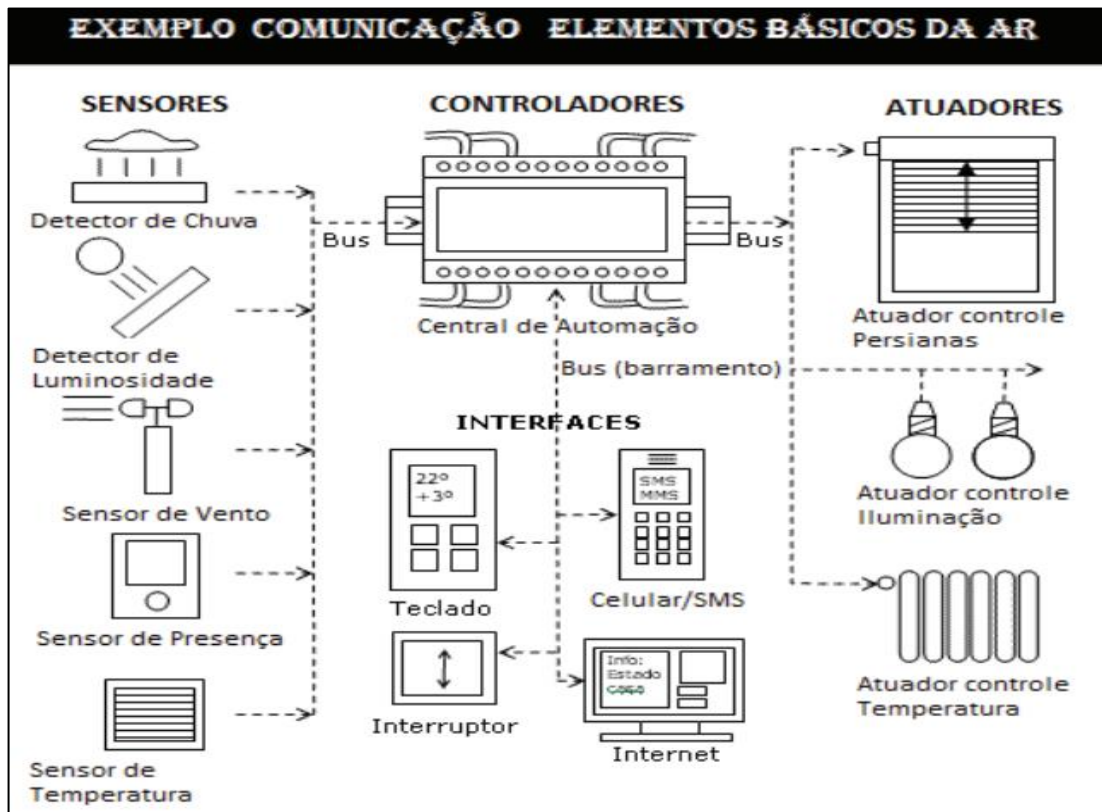


Figura 3 - Exemplo da Comunicação dos Elementos Básicos na Automação Residencial (AR).  
 Fonte: Casadomo (2010 apud ACCARDI; DODONOV, 2012, p.157)

Os sensores são os dispositivos que detectam estímulos, são utilizados medir e monitorar grandezas físicas relacionadas ao ambiente em que estão inseridos (STEVAN JÚNIOR; FARINELLI, 2019, p. 16), as quais dependem da finalidade da aplicação que se pretende desenvolver, podendo ser temperatura, umidade, vibração, incidência de luz. São eles que encaminham as informações aos controladores sobre algum evento, para que estes possam enviar comandos aos atuadores de acordo com cada situação (ALMEIDA, 2009 apud ACCARDI; DODONOV, 2012, p.157).

Os atuadores possuem este nome devido aos mesmos atuarem sobre o processo, quando identificada a necessidade através de sensores, alterando as condições conforme os parâmetros definidos pelo elemento controlador (CAMARGO, 2014, p. 64). Existem ainda tipos diferentes de atuadores, baseados na forma de energia que os mesmos transferem ao sistema, seja elétrica, hidráulica ou pneumática

Os controladores são os dispositivos responsáveis por tomar decisões, baseando-se nos sinais recebidos pelos sensores e controlando os atuadores de



modo a manter o funcionamento correto de um sistema de automação (CAMARGO, 2014, p. 65).

O barramento pode ser definido como meio físico responsável pelo transporte das informações (rede elétrica, telefônica), o qual pode variar de acordo com a aplicação pretendida (CASADOMO, 2010 apud ACCARDI; DODONOV, 2012, p.157).

As interfaces referem-se aos dispositivos (smartphones, painéis, controles remotos, interruptores) que permitem ao usuário visualizar as informações e interagir com o sistema de automação (CASADOMO, 2010 apud ACCARDI; DODONOV, 2012, p.157), geralmente também sendo chamada como Interface homem-máquina (IHM).

#### Eficiência energética

A preocupação quanto a eficiência energética surge juntamente com a crise do petróleo dos anos 1970. Diante disso, diversos países industrializados se juntaram para organização e levantamento de fundos em prol aos investimentos em projetos de eficiência energética e fontes renováveis de energia. O objetivo era reduzir as perdas e desperdícios garantido o suprimento de energia, diminuindo-se a dependência do petróleo e seus derivados (HADDAD, 2005, p.1).

De acordo com Martins (1999, p. 10), a eficiência no uso final é caracterizada como tecnologias e práticas que incentivam a eficiência energética no nível do consumidor final. Essa categoria inclui praticamente todos os empregos de eletricidade e tecnologias caloríficas existentes, como por exemplo motores, iluminação, aquecimento, ventilação, condicionamento de ar, entre outros.

Em termos de energia, eficiência energética é descrita em gerar a mesma quantidade de energia com menos recursos naturais ou obter o mesmo serviço de realizar trabalho com menos energia (EPE,2007). Ela busca aumentar a produção ou o resultado com o mínimo de energia possível, o que traz benefícios tanto para o meio ambiente, quanto para a economia. Isso abrange a adoção de equipamentos e tecnologias mais eficientes, a otimização de processos para reduzir o desperdício de energia, e a implementação de medidas de conservação de energia, como o uso de

iluminação natural em vez de lâmpadas elétricas em residências. E como forma de otimizar este conceito de eficiência a utilização da tecnologia, na forma da automação, pode ser vista como uma alternativa interessante.

#### Uma alternativa à eficiência energética

Como forma de garantir eficiência na utilização de energia e outros recursos, a automação pode ser uma alternativa interessante e aplicável a atividades cotidianas. Vale ressaltar, que independentemente da aplicação que se pretende desenvolver torna-se indispensável a utilização de sensores. Segundo Stevan Júnior e Farinelli (2019, p. 26), existem diversas grandezas as quais pode-se monitorar a fim de aplicar uma solução para automação, e que geralmente, os sensores mais comuns utilizados são voltados para controle em aplicações de iluminação, controle de temperatura, presença e segurança. O autor ainda afirma que, para aplicações mais específicas, podemos ter tipos de sensores diferentes com base em distintas tecnologias (STEVAN JÚNIOR; FARINELLI, 2019, p. 26). Basicamente podemos subdividir as alternativas de controle em automação residencial, baseado nos tipos de sensores e dispositivos existentes e suas respectivas aplicações.

#### Controle de iluminação

Sistemas de automação podem monitorar a presença de pessoas em um ambiente e ajustar a iluminação de acordo com a necessidade. Além disso, sensores de luz natural podem ser utilizados para ajustar a iluminação artificial, evitando o desperdício de energia. Para aplicações em eletrônica, um modelo de sensor baixo custo é o LDR, que segundo Stevan Júnior e Farinelli (2019, p. 32), apresenta uma resistência variável de acordo com a quantidade de luz incidente na face do sensor. Para efeito de resultado e eficiência, já existem em mercado tecnologias mais elaboradas como bocais com microcontroladores capazes de fazer a captação dos níveis de iluminação e realizar sequências automáticas para acender lâmpadas, e até



mesmo modelos nos quais é possível realizar este controle através de dispositivos móveis, como exemplificado pelas figuras 3 e 4.



Figura 4 - Soquete para lâmpada com sensor fotocélula embutido, Fonte: Imagens da Internet



Figura 5 - Soquete inteligente para lâmpada controlado via aplicação móvel, Fonte: Sonoff Brasil

### Controle de temperatura ambiente

Através da automação podem ajustar a temperatura de um ambiente de acordo com a presença de pessoas e as condições climáticas externas. Isso evita o desperdício de energia com o aquecimento ou resfriamento excessivo. Existem diversos modelos de sensores de temperatura aplicáveis, dentre eles os semicondutores, os termistores, os de composição cerâmica e os microcontrolados (STEVAN JÚNIOR; FARINELLI, 2019, p. 38).

Se tratando dos termistores, sensores que variam sua característica de resistência à passagem de corrente elétrica em função da temperatura à qual estão submetidos. Estes, segundo Stevan Júnior e Farinelli (2019, p. 38), dividem-se em variação positiva (PTC) ou de variação negativa (NTC) conforme variação de temperatura, e estão presentes em muitos eletrônicos e eletrodomésticos do cotidiano devido seu baixo custo e faixa de operação considerável, podem ser facilmente adaptados a qualquer projeto.

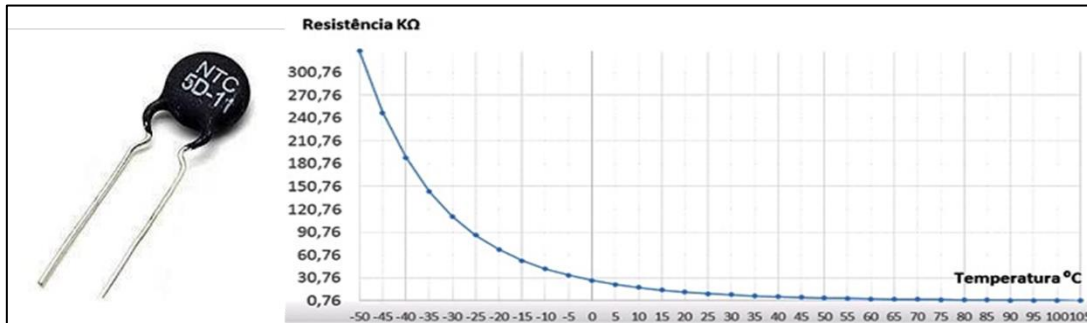


Figura 6 - Termistor NTC e curva de resistência em função da temperatura, Fonte: site "Mundo da elétrica".

A automação do controle de temperatura ambiente, que pode estar presente em condicionadores de ar, ventiladores, termostatos inteligentes e afins, pode ajudar na economia energia, melhorar o conforto e criar um ambiente mais eficiente e sustentável.

#### Controle de aparelhos eletrônicos e eletrodomésticos

Através dos sistemas de automação é possível controlar a utilização de aparelhos eletrônicos, desligando-os automaticamente quando não estão sendo utilizados. Isso evita o consumo de energia em modo standby e reduz o consumo total de eletricidade. Isso se dá através de diversas aplicações, a exemplo do que destacam Stevan Júnior e Farinelli (2019, p. 42) sobre a utilização de relés para aplicações "On-Off", onde é possível realizar o controle de lâmpadas, motores, eletrodomésticos em geral, e não o bastante também torna possível o controle dos mesmos à distância. Para tal, podemos mencionar tecnologias existentes atualmente em mercado, tais como interruptores inteligentes, os quais possuem uma variedade de marcas e modelos, se adequando às funcionalidades desejadas pelo usuário.



Figura 7 - Interruptor inteligente 4 vias, Linha Sonoff, Fonte: Sonoff Brasil



Figura 8 - Interruptor inteligente Sonoff basic R2 Wireless, Fonte: Sonoff Brasil

### Monitoramento e redução de consumo

Sistemas de automação podem monitorar o consumo de energia de um edifício ou ambiente, permitindo uma análise detalhada do uso de energia e identificação de pontos de desperdício. Isso permite a implementação de medidas para reduzir o consumo de energia e aumentar a eficiência energética. Também vale destacar a existência de tecnologias em mercado capazes de realizar este monitoramento.



Figura 9 - Medidor de Consumo de Energia Sonoff Pow R2 Wi-Fi; Fonte: Sonoff Brasil

Também há alternativas desenvolvidas em projetos de eletrônica, como o que é apresentado por Souza (2021, p. 1), onde a autora demonstra em seu artigo o desenvolvimento de um dispositivo IoT para o monitoramento do consumo de energia elétrica em uma residência, com conexão à internet para envio de dados a uma base de dados e uma aplicação móvel com interface gráfica.

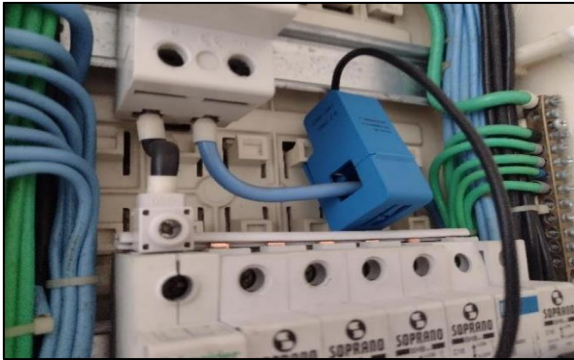


Figura 10 - Sensor de corrente do Dispositivo de monitoração de consumo instalado; Fonte: Souza(2021, p. 9)

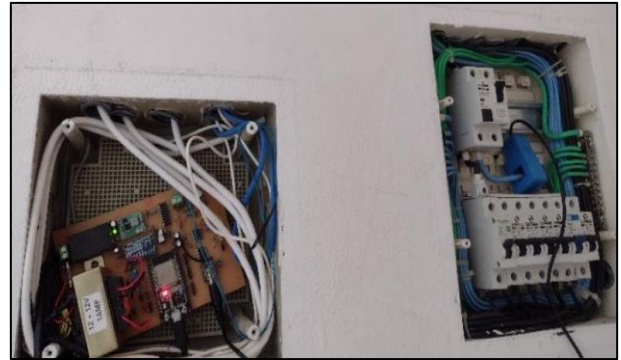


Figura 11 - Dispositivo de monitoração de consumo instalado; Fonte: Souza(2021, p. 9)

Segundo Souza (2021, p. 9), a construção do protótipo, envolveu a utilização de alguns tipos de sensores (para corrente elétrica, temperatura), e, talvez o mais importante, um microcontrolador ESP8266, também conhecido como ESP32. Segundo Stevan Júnior e Farinelli (2019, p. 107) é uma placa de desenvolvimento para sistemas embarcados que é fabricada pela Expressif Systems® e dispõe de um processador 32 bits e um módulo integrado à placa para comunicação via sinal Wi-Fi, ideal para aplicações controladas através de dispositivos móveis.

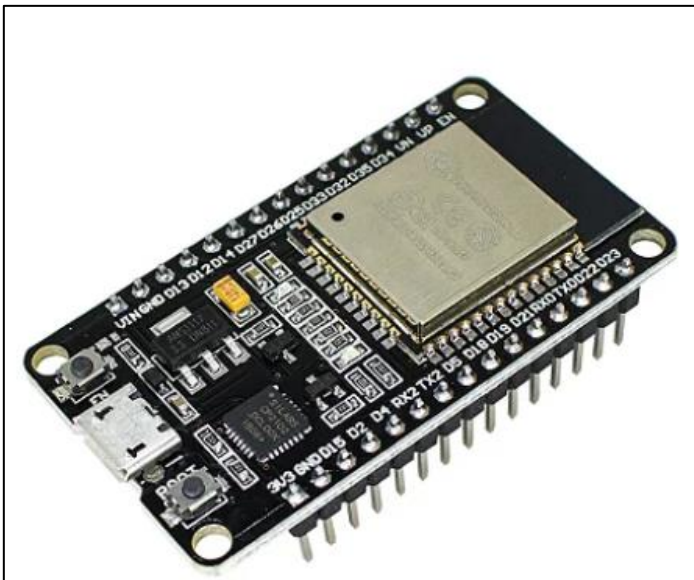


Figura 12 - Placa de Desenvolvimento ESP32 ESP-WROOM-32 WiFi Bluetooth; Fonte: Imagens da Internet

Através do monitoramento dos padrões de consumo de energia elétrica é possível identificar os focos onde estão os maiores valores de modo a prevenir ao usuário sobre a utilização contínua de cada equipamento e atuar para a redução no consumo, seja manualmente ou de forma automatizada.

## Considerações finais

Tendo em vista a constante demanda por fontes de energia, em especial a energia elétrica, é essencial a busca por novas formas de fazer nossas atividades de modo a otimizar o consumo de eletricidade, utilizando a tecnologia a nosso favor. Em conclusão, a automação pode ser uma ferramenta poderosa para melhorar a eficiência energética em uma ampla gama de setores. Ela pode reduzir o consumo de energia por meio da otimização do uso de recursos, da identificação de oportunidades de economia de energia e da redução do desperdício. Porém, a automação não é uma solução única para melhorar a eficiência energética, e outras abordagens, como a conservação de energia e a geração de energia renovável, também devem ser consideradas. Em última análise, a combinação de várias estratégias pode levar a melhorias significativas na eficiência energética e na sustentabilidade em geral. Portanto, conclui-se que a automação pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a eficiência energética, desde que seja implementada de maneira estratégica e integrada a outras abordagens de sustentabilidade.

## Referências

<sup>1</sup> EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Atlas da eficiência energética Brasil 2021**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2021. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/eficiencia-energetica/atlas-da-eficiencia-energetica-brasileiro>. Acesso em: 19 de fev. 2023.

<sup>2</sup> EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA - EPE. **Balanco energético nacional 2022**. Brasília: Ministério de Minas e Energia, Empresa de Pesquisa Energética, 2022. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>. Acesso em: 19 de fev. 2023.

PROCEL. **Relatório de resultados do procel 2022: ano base 2021**. Centro brasileiro de informação de eficiência energética. 2022. Disponível em: <http://www.procelinfo.com.br/>. Acesso em 19 fev. 2023.

ROSARIO, J.M. **Automação industrial**. 1ª ed. São Paulo: Editora Baraúna, 2009. 516 p.

INTERNATIONAL SOCIETY OF AUTOMATION – ISA. **What is automation?** Associação internacional de automação. 2023. Disponível em: <https://www.isa.org>. Acesso em 25 fev. 2023.

HADDAD, J.; **A lei de eficiência energética e o estabelecimento de índices mínimos de eficiência energética para equipamentos no Brasil**. 11ª ed. Itajubá: Revista Brasileira de Energia, 2005. 8 p.

MARTINS, M. P. S. Inovação tecnológica e eficiência energética. **UFRJ – Instituto de economia**. Rio de Janeiro, [S.l.], [S.l.], out. 1999. Disponível em: <https://q.eletronbras.com/pt/EstudantesePesquisadores/biblioteca/Inova%C3%A7%C3%A3o%20Tecnol%C3%B3gica%20e%20Efici%C3%Aancia%20Energ%C3%A9tica.pdf>. Acesso em: 6 abr. 2023.

STEVAN JÚNIOR, S.L; FARINELLI, F.A. **Domótica: automação residencial e casas inteligentes com arduino e esp8266**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2019. 295 p.

ACCARDI, A; DODONOV, E. Automação Residencial: Elementos Básicos, Arquiteturas, Setores, Aplicações e Protocolos. **Tecnologias, Infraestrutura e Software**. São Carlos, v. 1, n. 2, p. 156 - 159 nov. 2012. Disponível em: <http://professor.pucgoias.edu.br/SiteDocente/admin/arquivosUpload/17829/material/ARTIGO02.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2023. (ISSN 2316-2872).

CAMARGO, V.L.A. **Elementos de automação**. 1ª ed. São Paulo: Érica, 2014. 152 p.

SOUZA, A.N.P. Projeto e desenvolvimento de dispositivo de monitoração monofásico IOT para consumo de energia elétrica residencial. **Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC)**. Jaraguá do Sul, [S.l.], [S.l.], abr. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ifsc.edu.br/handle/123456789/2021>. Acesso em: 12 fev. 2023.