

## DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE AUTOMAÇÃO DE AR-CONDICIONADO PARA SALA DE AULA DO IFTO-CAMPUS PALMAS

Cindy Pereira Cardoso<sup>1</sup>, Diego Henrique de Andrade Ferreira<sup>2</sup>, Nilma Batista Ramos Junior<sup>3</sup>, Gabriel Antônio dos Reis Silva<sup>4</sup>, Dhonata Emanuel da Silva Costa<sup>5</sup>, Matheus Gomes Arruda<sup>6</sup>, Antonio Marcelino da Silva Filho<sup>7</sup>

<sup>1,2,3,4,5</sup>Estudantes do Curso Técnico Subsequente em Eletrotécnica – IFTO *Campus* Palmas. e-mail: <cindy.cardoso@estudante.ifto.edu.br>; <diego.ferreira4@estudante.ifto.edu.br>; <nilma.rmaos@estudante.ifto.edu.br>; <gabriel.silva60@estudante.ifto.edu.br>; <dhonata.costa@estudante.ifto.edu.br>.

<sup>6</sup>Engenheiro eletricitista e técnico administrativo em educação do IFTO Campus Palmas. email: <matheus.arruda@ifto.edu.br>

<sup>7</sup>Professor EBTT do IFTO Campus Palmas. Orientador. e-mail: <marcelino.filho@ifto.edu.br>

### 1 INTRODUÇÃO

Segundo dados da Associação Brasileira das Empresas de Serviço de Conservação de Energia (ABESCO), entre os anos de 2014 e 2016 o Brasil registrou um desperdício de energia elétrica equivalente a R\$ 61,7 bilhões (MAGALHÃES, 2021). Estima-se que o desperdício de energia elétrica no Brasil chega a 43 terawatt-hora (TWh) por ano, o que equivale ao atendimento de 20 milhões de residências. Esse cenário evidencia um problema alarmante no contexto do consumo energético nacional (“Desperdício elétrico no Brasil equivale ao consumo de 20 milhões de residências”, [s.d.]).

O crescimento do consumo de energia elétrica nas instituições de ensino representa um desafio contínuo, especialmente em regiões de clima predominantemente quente, onde a utilização de aparelhos de ar condicionado torna-se essencial para garantir condições adequadas de conforto térmico a estudantes e professores. Assim, a utilização de energia elétrica para iluminação e climatização constantes impacta diretamente nos custos operacionais. Práticas de sustentabilidade devem ser vistas como valores e levar ao uso eficiente da energia elétrica em todas as atividades diárias (OLIVEIRA et al, 2018).

O controle manual dos aparelhos de ar condicionado em sala de aula representa um processo operacional ineficiente, que exige tempo e esforço dos responsáveis, sendo suscetível a falhas humanas como o esquecimento de desligar os equipamentos ao final do expediente ou a alteração do local da aula pelo professor sem aviso prévio, acarretando sala vazia com ar condicionado ligado. Estes desafios podem ser atenuados por meio da implementação de um sistema automatizado de controle nas salas de aula. Nesse contexto, os sistemas de automação caracterizam-se pela capacidade de coleta de dados, processamento de informações e execução de comandos de forma autônoma, possibilitando o controle de configurações e a gestão de tarefas sem a necessidade de intervenção constante (PINHEIRO, 2005; MOREIRA, NERES, 2019).

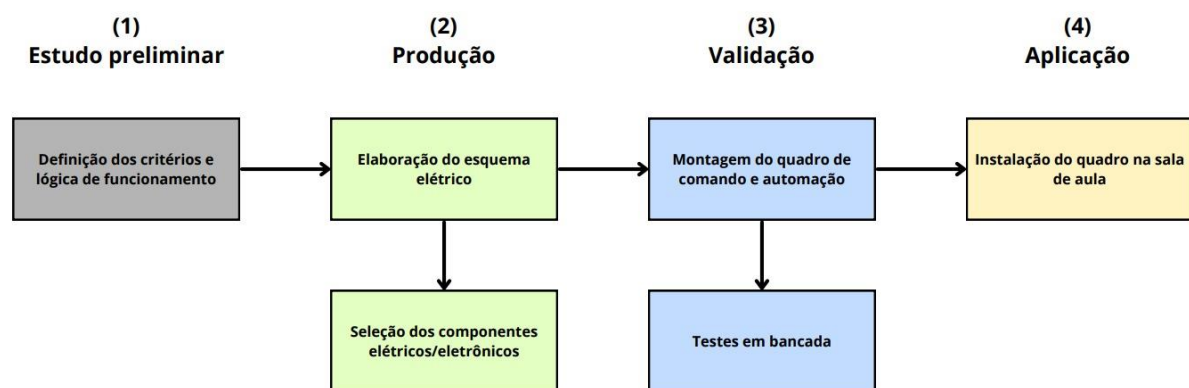
### 2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um sistema automatizado para o gerenciamento de aparelhos de ar condicionado de salas de aula. O sistema busca otimizar o consumo de energia elétrica por meio de acionamento inteligente, reduzindo desperdícios e minimizando a necessidade de intervenção manual.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

A metodologia deste trabalho se divide em quatro etapas: (i) estudo preliminar, (ii) produção, (iii) validação e (iv), conforme ilustrado na Figura 1.

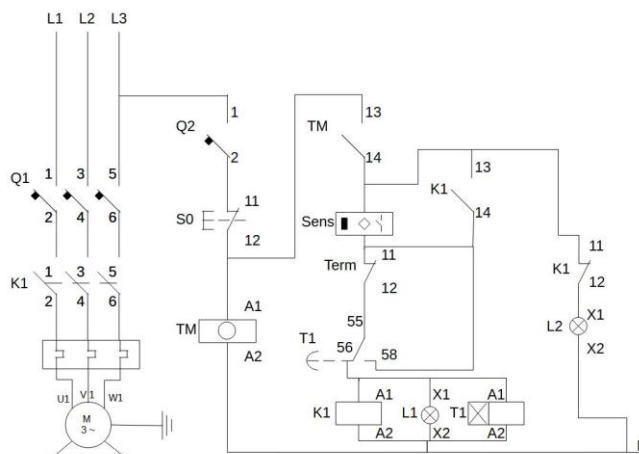
**Figura 1** – Fluxograma da metodologia deste trabalho.



Fonte: os autores.

Inicialmente são definidos os critérios de funcionamento, ou seja: (i) horários programados, (ii) integração com sensores e (iii) lógica de funcionamento dos dispositivos. Em seguida, procede-se a elaboração do esquema elétrico do protótipo, conforme ilustrado na Figura 2. Então, realiza-se a seleção dos componentes necessários para a montagem, incluindo contator, relé, sensor de presença e temporizador digital programável. Com o projeto e os componentes definidos, inicia-se a montagem e implementação do sistema automatizado.

**Figura 2** – Diagrama elétrico simplificado do sistema de automação.



Fonte: os autores.

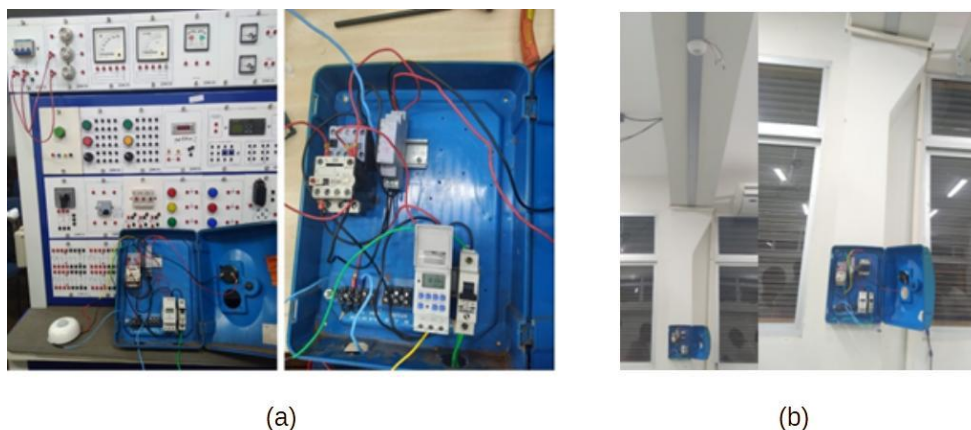
Dessa forma, realiza-se testes experimentais em bancada antes da instalação do sistema em sala de aula, a fim de validar o funcionamento do protótipo, analisando seu desempenho em relação à capacidade de automação no controle dos aparelhos de ar condicionado. Os testes permitem identificar possíveis ajustes e otimizações, garantindo que o sistema esteja alinhado aos objetivos propostos. Finalmente, instala-se o protótipo em sala de aula para verificação do funcionamento em situação real de uso.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta o protótipo construído. Os componentes utilizados foram: (i) 1 Temporizador digital de 127/220V e 16A, (ii) 1 Sensor de Presença 360°, (iii) 1 Contator de 16A, (iv) 1 Relé temporizador *on-delay* de 17A, (v) 2 LEDs de sinalização, (vi) 1 Disjuntor Geral de 25A e (vii) 1 Botão de Emergência.

O temporizador foi utilizado para controlar os horários e dias de funcionamento. Para este trabalho foram inseridos no dispositivo os seguintes horários: 7h30 às 12h; 13h30 às 18h e das 19h às 22h30. O sensor foi utilizado para detectar a presença de pessoas na sala. Se o temporizador estiver liberando o funcionamento do sistema, o sensor verifica se há pessoas na sala. Ao detectar presença, o sensor energiza a bobina do contator, que é responsável por ligar e desligar os aparelhos de ar-condicionado. O relé temporizador *on-delay* garante que o sensor verifique periodicamente a presença no ambiente monitorado. Ao ser ativado o sistema, o relé *on-delay* inicia uma contagem regressiva de tempo predefinido. Quando esse tempo se esgota, o relé comuta seu contato auxiliar, desenergizando a bobina do contator. Como consequência, o ar condicionado e o próprio relé estão desligados. O sistema só será reativado caso o sensor de presença detecte novamente a ocupação da sala. Essa estratégia evita partidas desnecessárias e contribui para a eficiência energética do sistema. Em relação aos LEDs, o verde indica que o ar-condicionado está ligado e vermelho indica que o equipamento está desligado.

**Figura 3** – Registros do protótipo desenvolvido: (a) teste em bancada e (b) instalação em sala de aula.



Fonte: os autores.

Realizou-se a simulação do tempo necessário para que o operador ligasse os 45 aparelhos de ar-condicionado de maneira tradicional, utilizando controle remoto e percorrendo todas as salas dos blocos mencionados na introdução deste estudo. A partir dessa análise, verificou-se que essa atividade demanda, em média, 12 minutos por ciclo. Considerando que esse procedimento se repete quatro vezes ao dia, o tempo total despendido diariamente nessa tarefa é de 48 minutos. Em um período de 30 dias, o operador gasta 24 horas exclusivamente para ligar os aparelhos manualmente. Com a implementação do sistema de automação proposto, essa tarefa não precisaria ser executada manualmente. O papel do operador seria reduzido a supervisão ocasional e ajuste pontual de temperatura, quando necessário.

No que se refere ao consumo de energia dos aparelhos de ar-condicionado, foram coletados dados em campo para uma sala exemplo (Figura 3), equipada com dois aparelhos de ar-condicionado de 36.000 BTUs cada, cuja potência corrigida do circuito foi determinada em 3,8712 kW. Considerando o cenário sem automação, o consumo e o custo diário estimado foram calculados da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{horas} \times \text{Potência kW} &= \text{kWh/dia} \\ 14,5h \times 3,8712 &= 56,1324 \text{ kWh} \end{aligned} \quad (\text{I})$$

$$\frac{kWh}{dia} \times R\$ kWh = R\$ Custo\_diário \quad (II)$$
$$56,1324 \times 1,095370 = R\$ 61,49$$

Ao projetar esse valor para um período de 30 dias, temos:

$$R\$Custo\_diário \times dias = R\$ Custo\_mensal \quad (II)$$
$$61,49 \times 30 = R\$ 1.844,70$$

Com o protótipo, os aparelhos são acionados somente durante o horário das aulas e com a presença de pessoas, reduzindo o tempo de funcionamento diário para 12 horas e 30 minutos. Nessa nova condição, repetindo os cálculos anteriores, tem-se custo mensal igual a R\$ 1.590,15.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo reforça a importância da automação no setor educacional, contribuindo para a economia de recursos e para a sustentabilidade da instituição. Com o protótipo, estima-se economizar 7,74 kWh de energia por dia, o que representa uma redução de R\$ 254,55 no custo mensal da energia por sala. Além disso, abre espaço para futuras melhorias, como a integração com sistemas de monitoramento remoto e a ampliação do projeto para outros blocos e setores do *campus*.

## 6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao IFTO pelo apoio na execução de projeto, com a disponibilização dos laboratórios para os testes de bancada.

## REFERÊNCIAS

FIESC - Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (org.). **Desperdício elétrico no Brasil equivale ao consumo de 20 milhões de residências**. Gerência Executiva de Comunicação Institucional e Relações Públicas - GECOR, Santa Catarina, s.d.. Disponível em: <https://fiesc.com.br/pt-br/imprensa/desperdicio-eletrico-no-brasil-equivale-ao-consumo-de-20-milhoes-de-residencias>. Acesso em: 30 maio 2025.

OLIVEIRA, Brehme Rezende; BARROSO, Ana Flávia da Fonseca; CASTRO, Élcio Barreira da Silva; ÁVILA, Robert Alexandre. **Potencial de economia de energia elétrica na iluminação e refrigeração da Universo/JF**. In: Oliveira, Marlon. Gestão da Produção em Foco - Volume 24. Organização Editora Poisson. Belo Horizonte: Poisson, 2018. 256p.

MAGALHÃES, H. F. **Desperdício energético no Brasil**. 2021. Disponível em: [https://www.projotoderedes.com.br/artigos/artigo\\_domotica.php](https://www.projotoderedes.com.br/artigos/artigo_domotica.php). Acesso em 15 fev. 2025.

PINHEIRO, J.M.S. **A Domótica**. 2005. Disponível em: <https://revistapotencia.com.br/portal-potencia/energia/desperdicio-energetico-no-brasil/>. Acesso em 17 fev. 2025.

MOREIRA, Levi Dias; NERES, Arabutan Marques. **Sistema microcontrolado voltado à automação dos condicionadores de ar e da iluminação das salas de aula do IFTO - Campus Palmas**. 2019. 54 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins - Campus Palmas, Palmas, 2019.