



CONSCIENTIZAÇÃO E EDUCAÇÃO SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: MAQUETE INTERATIVA COMO FERRAMENTA PRÁTICA

DOI: 10.37702/2175-957X.COBENGE.2025.6103

Autores: DANILO PEREIRA PINTO, CINTIA PAULINA DE OLIVEIRA FORTUNATO, WYLLKER DE OLIVEIRA ALVES, GUSTAVO COSTA GARCIA, HEVELIN RUTE MONTEIRO MARTINS, RAFAEL SALZER SIMAS

Resumo: Este trabalho tem como objetivo descrever as etapas iniciais do projeto de Eficiência Energética desenvolvido no Programa de Educação Tutorial da Engenharia Elétrica (PET Elétrica) da Universidade Federal de Juiz de Fora. Motivados pela busca por aprofundamento teórico em engenharia elétrica, nas áreas de eficiência energética, eletrônica e programação, os discentes do grupo iniciaram a construção de uma maquete acompanhada de um aplicativo capaz de aplicar e demonstrar os conceitos de eficiência energética. O projeto proporcionou a aquisição de conhecimentos técnicos pouco abordados na graduação, além de contribuir significativamente para o desenvolvimento de habilidades interpessoais, como liderança, criatividade e comunicação, por meio de pesquisas, discussões e da resolução colaborativa de problemas.

Palavras-chave: Eficiência energética, PjBL, Programa de Educação Tutorial, Aplicativo

CONSCIENTIZAÇÃO E EDUCAÇÃO SOBRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: MAQUETE INTERATIVA COMO FERRAMENTA PRÁTICA

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o conceito de eficiência energética tem se tornado cada vez mais relevante, especialmente no contexto educacional e comunitário, diante da necessidade de combater o desperdício de energia. O uso inadequado de equipamentos e hábitos cotidianos — como manter luzes acesas sem necessidade ou utilizar aparelhos com baixo desempenho energético — contribuem para o consumo excessivo, gerando impactos ambientais, como a emissão de gases poluentes, e econômicos, com o aumento nos custos de produção e consumo.

Conscientizar sobre o combate ao desperdício de energia é um passo fundamental rumo a um futuro mais sustentável. No entanto, a ausência de recursos didáticos acessíveis e práticos dificulta a compreensão desse tema, sobretudo em ambientes escolares.

O presente artigo tem como objetivo apresentar uma maquete interativa, desenvolvida pelo Programa de Educação Tutorial do curso de Engenharia Elétrica (PET Elétrica) da UFJF, como ferramenta de conscientização e educação sobre eficiência energética, com o intuito de combater essa problemática. A proposta adotou a metodologia Project Based Learning (PjBL) (SRIDHARA, 2005), amplamente utilizada pelo grupo, a qual favorece a aplicação prática do conhecimento por meio da resolução de problemas reais. Em 2024, iniciaram-se as etapas de modelagem e construção da maquete, bem como a finalização da primeira versão do aplicativo.

Embora se trate de uma iniciativa recente, o projeto já apresenta avanços significativos, com potencial para aprimoramentos tanto em suas funcionalidades quanto na exploração aprofundada dos conceitos envolvidos. Paralelamente, tem contribuído para o fortalecimento do domínio técnico dos integrantes nas áreas de programação e eletrônica.

As experiências proporcionadas têm capacitado os participantes para lidar com desafios reais do mercado de trabalho, promovendo o desenvolvimento de competências técnicas e interpessoais, como criatividade, liderança, comunicação, trabalho em equipe, dentre outras. Essa vivência representa um diferencial importante durante a graduação e contribui para a formação de profissionais mais preparados e comprometidos com a sustentabilidade.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Com a proposta do projeto bem definida, foi necessário colocá-la em prática. O primeiro passo foi o desenvolvimento de uma estrutura física representando uma casa popular. Em seguida, criou-se um circuito eletrônico capaz de simular o funcionamento de eletrodomésticos com diferentes níveis de consumo, abrangendo desde equipamentos menos eficientes até os mais econômicos. Esse circuito foi integrado a um microcontrolador ESP32, responsável pelo controle e comunicação dos dispositivos.

Paralelamente, foi desenvolvido um aplicativo para celular, com a finalidade de se conectar ao ESP32 e possibilitar o controle remoto dos equipamentos simulados. Para

assegurar que os conceitos relacionados ao uso eficiente da energia fossem transmitidos de forma clara e didática, a equipe realizou um estudo aprofundado sobre o tema, fundamentando suas escolhas nas diretrizes do Selo Procel de Eficiência Energética, que classifica os equipamentos de acordo com seu desempenho energético (PROCEL).

2.1 Estrutura Física

Inicialmente, para definir o modelo da maquete, foi elaborada uma planta baixa de uma casa popular no Software AutoCAD, contendo quarto, sala, banheiro, cozinha e garagem. O projeto da maquete foi desenvolvido de forma a permitir uma visualização eficiente de ambos lados da maquete. Após a conclusão da modelagem, foram realizados os recortes em MDF para a base e as paredes internas, e em acrílico para as paredes externas, ambos com espessura de 3mm, utilizando uma máquina de corte a laser (CNC) no Laboratório de Robótica (LABRA) da UFJF.

Após a montagem da maquete, a próxima etapa envolveu a inclusão dos móveis. Para obter uma visualização mais detalhada da casa, optou-se por utilizar o software Revit, como visto na “Figura 1”, que possibilitou extrair as medidas necessárias para produzir os móveis em escala. No entanto, diante de diversas dificuldades encontradas durante o processo, optou-se por adquirir 32 móveis prontos em MDF.

Figura 1- Representação da maquete no software Revit.



Fonte: Os autores.

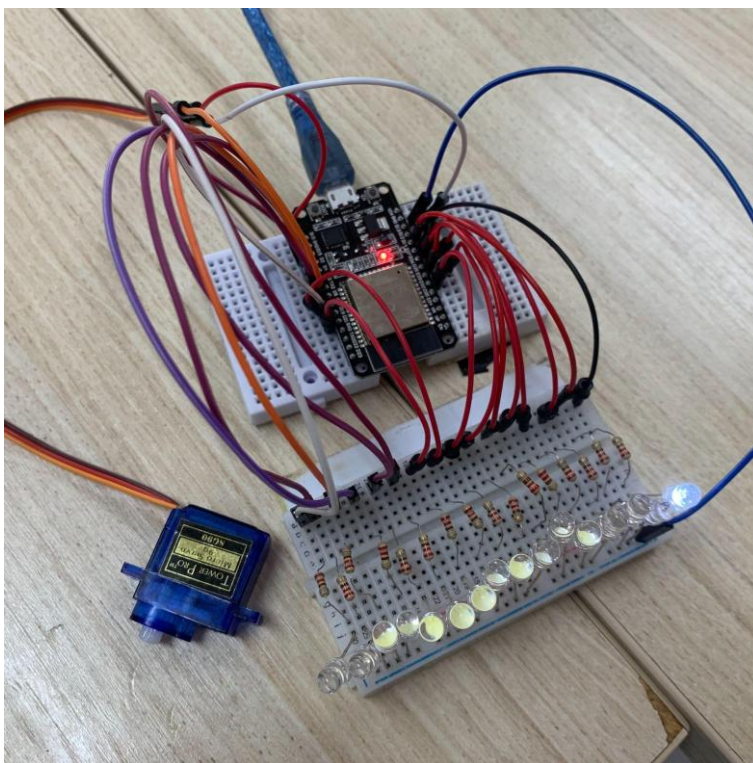
2.2 Materiais

O projeto contou com a seleção criteriosa de materiais, escolhidos para atender aos objetivos propostos. A seguir, descreve-se o papel de cada um deles.

- ESP32: Microcontrolador responsável pelo controle dos dispositivos da maquete. Sua conectividade Bluetooth permitiu a comunicação com o aplicativo mobile, acionando os LEDs que simulam eletrodomésticos.
- MDF: Utilizado para o piso, paredes internas e móveis em miniatura da maquete. Esse material permitiu a criação de ambientes e objetos em escala reduzida, representando cômodos residenciais.
- Acrílico: Empregado nas paredes externas da maquete, o acrílico transparente facilita a visualização dos componentes internos e dos eletrodomésticos simulados pelo público.
- Servo motor: Utilizado para controlar a abertura e o fechamento do portão da garagem.
- Jumpers: Fios condutores usados para conectar os componentes eletrônicos na protoboard, assegurando a transmissão de sinais e energia entre o ESP32 e os LEDs.
- Bateria: Fonte de alimentação do sistema, fornecendo energia ao ESP32 e aos LEDs, permitindo a operação autônoma da maquete durante as demonstrações.
- Protoboard: Utilizada para organizar e conectar os circuitos do sistema, incluindo o ESP32, LEDs, jumpers e bateria, garantindo montagem prática e ajustes rápidos. É possível visualizar o circuito de prototipagem na “Figura 2”.
- LEDs RGB: Representaram os eletrodomésticos na maquete, simulando o consumo energético. Foram escolhidos por sua capacidade de exibir diferentes cores

Os materiais foram selecionados com base em sua funcionalidade, disponibilidade e adequação ao propósito educacional do projeto, reforçando a viabilidade e o impacto de ferramentas práticas e de baixo custo na promoção da conscientização ambiental (SOUSA, 2024) e no aprendizado significativo sobre energia viabilizando sua execução de forma eficaz.

Figura 2 - Circuito de teste dos componentes.



Fonte: Os autores.

2.3 Aplicativo

Com a estrutura física da maquete finalizada, tornou-se necessário desenvolver um aplicativo para celular que, além de controlar os eletrodomésticos, fosse capaz de monitorar o consumo de energia da residência e calcular o valor a ser pago ao final do mês. Dessa forma, buscou-se demonstrar ao público a importância da utilização de equipamentos mais eficientes.

Para isso, optou-se pela utilização do MIT App Inventor, uma plataforma gratuita e online desenvolvida pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts (MIT), que permite a criação de aplicativos para Android e iOS de forma simples e visual, por meio da programação em blocos, em vez do uso de código tradicional. Essa abordagem possibilita o desenvolvimento de aplicativos mesmo por usuários que não possuem conhecimentos avançados em programação (ADIONO et al., 2019).

O aplicativo permite ao usuário selecionar os cômodos da casa, ligar e desligar as cargas com diferentes níveis de consumo: alto, médio e baixo, representando cargas com diferentes níveis de eficiência. A comunicação com o microcontrolador ESP32 é feita via conexão Bluetooth, possibilitando o controle remoto dos dispositivos simulados e a exibição dos dados de consumo energético, tanto por cômodo quanto de forma consolidada.

A “Figura 3” apresenta, à esquerda, a tela inicial do aplicativo com todos os cômodos da residência e, à direita, a interface de controle de um cômodo específico — neste caso, a sala.

Figura 3 - Interfaces do aplicativo.



Fonte: Os autores.

2.4 Lógica da Programação

O desenvolvimento da maquete automatizada, associado ao estudo de eficiência energética, exigiu a integração de diferentes tecnologias e algoritmos, sendo a lógica de programação fundamental para o controle dos dispositivos e a troca contínua de dados. Neste projeto, a programação foi estruturada em duas frentes principais: o aplicativo, criado na plataforma MIT App Inventor, e o controle físico da maquete, realizado por um microcontrolador ESP32.

A escolha do ESP32 se deu por sua ampla quantidade de portas e capacidade de comunicação via Bluetooth e Wi-Fi, conferindo flexibilidade ao sistema. Sua programação interpreta os comandos enviados pelo aplicativo, aciona componentes da maquete — como LEDs e motores — e envia dados atualizados sobre o funcionamento do sistema, o consumo energético e o valor estimado da conta mensal.

Na maquete, os eletrodomésticos são simulados por LEDs RGB, cujas cores representam os diferentes níveis de eficiência: vermelho para alto consumo, amarelo para consumo intermediário e azul claro para consumo reduzido. Essa representação foi baseada em dados reais de uso médio mensal dos aparelhos, permitindo comparações entre modelos antigos e versões mais eficientes.

A comunicação entre o aplicativo e o ESP32 ocorre por meio de mensagens numéricas de três dígitos: a centena identifica o cômodo, a dezena o dispositivo, e a unidade o nível de consumo. O ESP32 interpreta o código, executa a ação correspondente na maquete e atualiza os dados enviados ao aplicativo, mantendo o usuário informado em tempo real.

2.5 Eficiência Energética

Com a finalização da maquete e do aplicativo, a etapa seguinte consistiu em incorporar de forma efetiva o conceito de eficiência energética à experiência proposta. Com base nos dados de consumo obtidos, foi estruturada uma comparação entre os eletrodomésticos simulados, organizando-os do mais eficiente ao menos eficiente. Essa estratégia visa conscientizar o público sobre a necessidade de combater o desperdício de energia, destacando a importância de escolher equipamentos com melhor desempenho energético (SALVATERRA et al., 2016).

A abordagem adotada foi fundamentada nas diretrizes do Selo Procel de Eficiência Energética (PROCEL), que classifica os aparelhos conforme sua eficiência. A simulação permite que o usuário explore diferentes cenários de consumo e compreenda, de forma prática, como essas escolhas impactam diretamente o valor da fatura de energia elétrica.

Na "Figura 4", observa-se, por exemplo, que o LED do ar-condicionado acende em azul, indicando alta eficiência energética segundo os padrões de mercado. Na direita é possível visualizar o LED vermelho da televisão, representando um modelo com menor eficiência. Essa diferenciação entre os equipamentos reforça o caráter educativo da maquete.

Figura 4 - Simulação de consumo baixo e consumo alto na maquete.

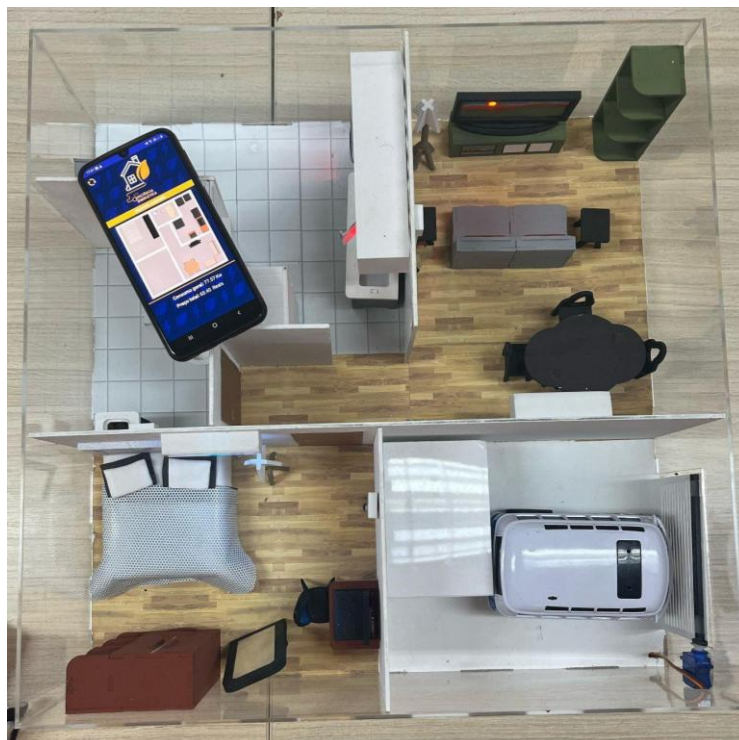


Fonte: Os autores.

3 RESULTADOS

O desenvolvimento do projeto de eficiência energética no PET Elétrica trouxe resultados positivos, tanto na parte técnica quanto na formação dos envolvidos, sendo os objetivos propostos no início do projeto alcançados de forma satisfatória, refletindo o comprometimento do grupo e a eficiência da metodologia adotada. Além disso, trazer para a prática o conceito de Eficiência Energética - assunto em destaque nas agendas acadêmicas, industriais e ambientais contemporâneas - para ser estudado de forma dinâmica e aplicada. Com todas as considerações feitas, é possível ver o resultado final da maquete e o aplicativo na “Figura 5”.

Figura 5 - Maquete e aplicativo finalizados.



Fonte: Os autores.

A participação no projeto teve um impacto significativo durante a formação dos discentes, contribuindo diretamente para o desenvolvimento de competências relacionadas a diversas disciplinas do curso de Engenharia Elétrica. A experiência prática adquirida pelo projeto reforçou conteúdos abordados em disciplinas como Instalações Elétricas, Eficiência Energética, Microprocessadores e Algoritmos, entre outros (CURRÍCULOS). Essa integração entre teoria e prática favoreceu uma aprendizagem significativa e desenvolvimento de habilidades técnicas e analíticas.

A coordenação do projeto resultou em diversos benefícios, que extrapolam a conclusão bem-sucedida da iniciativa. Destacam-se o fortalecimento de competências em liderança e gestão de equipe, bem como o aprimoramento da capacidade de tomada de decisões em diferentes contextos e da habilidade de solucionar problemas em um ambiente interdisciplinar.

No entanto, o processo também envolveu diversos desafios. Foi necessário lidar com prazos apertados, recursos limitados e imprevistos técnicos, exigindo um esforço contínuo para manter o projeto alinhado aos objetivos. Um dos obstáculos mais significativos foi manter a equipe motivada e engajada ao longo de todo o desenvolvimento. A rotatividade de membros exigiu constante adaptação e a busca por novas soluções, especialmente na etapa de desenvolvimento do aplicativo. Esse cenário demandou do coordenador habilidades para integrar novos membros à equipe de projeto, auxiliando-os na apropriação dos conhecimentos e experiências já acumulados, a fim de garantir a continuidade e a qualidade do projeto.

A experiência contribuiu diretamente para o desenvolvimento de competências técnicas, organizacionais e de comunicação, fundamentais tanto para a atuação em projetos futuros quanto para o fortalecimento do trabalho coletivo dentro do grupo.

O projeto também foi integrado a iniciativas de extensão do PET Elétrica UFJF, como "Engenharia de Portas Abertas", "Engenharia na Comunidade" e "Oficina de Eletrotécnica" (PINTO; GOMES, 2022). Essa colaboração entre projetos de pesquisa e extensão ampliou a visibilidade da iniciativa, alcançando públicos variados, incluindo estudantes, professores,

técnicos e comunidade, e promovendo a disseminação de conhecimentos sobre o uso consciente de energia. Na “Figura 6” é possível observar a maquete sendo exposta no evento “Engenharia de Portas Abertas” de 2024.

Figura 6 - Exposição da maquete no evento "Engenharia de Portas Abertas".



Fonte: Os autores.

A proposta prática e interativa da maquete, integrada ao aplicativo, facilitou a assimilação dos conceitos sobre uso consciente de energia, promovendo o engajamento dos participantes e incentivando atitudes sustentáveis. Resultados semelhantes foram identificados por Ebert e Silva (2018), que destacam a importância de práticas educativas no desenvolvimento da consciência sobre o consumo racional de energia. A apresentação em eventos e oficinas reforça a importância do tema, em sintonia com os objetivos de formação cidadã e compromisso social do PET Elétrica, além de evidenciar o potencial transformador das iniciativas acadêmicas sobre a percepção do consumo energético.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da maquete interativa possibilitou a consolidação aplicada de conhecimentos técnicos, especialmente nas áreas de eletrônica, programação e eficiência energética. Paralelamente, o projeto promoveu o desenvolvimento interpessoal dos integrantes, incentivando habilidades como o trabalho em equipe, a comunicação e a liderança, uma vez que as atividades foram conduzidas de forma colaborativa.

O protótipo desenvolvido atendeu plenamente ao objetivo proposto pelo projeto. Ainda assim, o grupo já se dedica ao desenvolvimento de uma nova versão do aplicativo, desta vez utilizando a linguagem Python e a biblioteca Kivy, com o intuito de aprimorar a precisão, a eficiência e a usabilidade da solução.

Em conclusão, o projeto reafirma o valor de abordagens interativas no ensino da eficiência energética, ao engajar estudantes e estimular práticas sustentáveis. Seus resultados contribuem de maneira significativa para a formação de engenheiros comprometidos com os desafios contemporâneos (TONINI, 2023).

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Educação Tutorial PET/MEC e à Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, aos petianos, em especial: Anna Musse, Anna Ridzi, Arthur Leite, Deyvid Souza, João Marcos Duque, Mariana Saar, Ysabelly Fernandes pelo suporte na realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

ADIONO, T., ANINDYA, S.F., FUADA, S. et al. **Efficient Android Software Development Using MIT App Inventor 2 for Bluetooth-Based Smart Home**. Wireless Pers Commun 105, 233–256 (2019). Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11277-018-6110-x>. Acesso em: 29 abr.2025.

CURRÍCULOS - Graduação em Engenharia Elétrica. Disponível em: <https://www2.ufjf.br/engenhariaeletrica/curso/curriculos/>. Acesso em: 29 abr.2025.

EBERT, Thiago; SILVA, Madalena Pereira da. Práticas educativas no consumo da energia elétrica. In: Congresso Internacional Conhecimentos Pertinentes Para A Educação Na América Latina: Formação De Formadores, 2., 2018, Lages. Anais [...]. Lages: UNIPLAC, 2018. p. 1-6. ISBN 978-85-68386-44-6. Disponível em: <https://www.revistaea.org/pf.php?idartigo=4701>. Acesso em: 20 jul.2025.

SALVATERRA, Guilherme. SANTOS, Ângelo. Roberto Moraes. RONAN HONÓRIO. Capistrano Lima EFICIÊNCIA ENERGÉTICA RESIDENCIAL. Revista Científica Semana Acadêmica. Fortaleza, ano MMXVI, Nº. 000079, 27/01/2016. Disponível em: <https://semanaacademica.org.br/monografia/eficiencia-energetica-residencial>. Acesso em: 29 abr.2025.

SOUSA, A. R. de. **Experimentos Didáticos como Ferramenta para o Ensino de Energias Sustentáveis e Física Moderna**. Disponível em: <https://napiezc.science/divulgacao-cientifica/experimentos-didaticos-ensino-energias-sustentaveis/>. Acesso em: 20 jul. 2025.

SRIDHARA, B. S. Teaching Engineering Fundamentals with a Project-Based Learning. In: **Proceedings of the 2005 American Society for Engineering Education Annual Conference & Exposition Copyright**. 2005.

TONINI, Adriana Maria. **Educação em engenharia: as competências na formação do engenheiro**. 1. ed, Goiânia: Editora Alta Performance, 2023.

PINTO, Danilo Pereira; GOMES, Francisco José. **O PET Elétrica UFJF: 30 anos contribuindo na formação de engenheiros**. [S.1.]: Viseu, 2022.

PROCEL, Centro Brasileiro de informação de eficiência energética. Disponível em:
<http://www.procelinfo.com.br/>. Acesso em: 29 abr.2025.

AWARENESS AND EDUCATION ON ENERGY EFFICIENCY: INTERACTIVE MODEL AS A PRACTICAL TOOL

Abstract: *This work aims to describe the initial stages of the Energy Efficiency project developed within the Electrical Engineering Tutorial Education Program (PET Elétrica) at the Federal University of Juiz de Fora. Motivated by the pursuit of theoretical deepening in electrical engineering, particularly in the areas of energy efficiency, electronics, and programming, the students of the group began constructing a model accompanied by an application capable of applying and demonstrating energy efficiency concepts. The project facilitated the acquisition of technical knowledge rarely addressed in undergraduate studies, while significantly contributing to the development of interpersonal skills such as leadership, creativity, and communication through research, discussions, and collaborative problem-solving.*

Keywords: *Energy Efficiency, Project-Based Learning (PjBL), Tutorial Education Program, Application*

