

## **Medidor de Consumo Elétrico Monofásico utilizando tecnologia IoT**

Arthur Alves Meister; 0000-0002-1939-1641  
Ellen Cardoso Silva Nascimento; 0000-0003-0980-522X  
Ingrid Magia Barros; 0000-0003-1858-7391  
Matheus de Almeida Silva; 0009-00005-8458-2769  
Nicolas Silva de Paula; 0000-0003-1614-6760  
Vitor Amadeu Souza; 0009-0002-1857-6799

1 – UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.  
*Matheus.almeida0662@gmail.com*

**Resumo:** Este projeto apresenta o desenvolvimento de um medidor de consumo elétrico monofásico residencial utilizando a tecnologia da Internet das Coisas (IoT). A proposta é proporcionar ao usuário o monitoramento do consumo de energia elétrica em tempo real por meio de sensores de corrente e tensão, microcontrolador ESP32 e plataforma Blynk. Pretende-se, com esse projeto, contribuir com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030, promovendo maior eficiência energética e redução de custos. A metodologia aplicada nesse projeto inclui o ciclo de vida de desenvolvimento de software (SDLC), análise FMEA, uso de ferramentas de modelagem como diagramas UML e a construção do protótipo em versões monofásica com o conceito de Produto Mínimo Viável (MVP). O protótipo final validou a proposta através de testes unitários, apresentando funcionalidade satisfatória, interface intuitiva e custo reduzido, o que demonstra a viabilidade da solução para residências e concessionárias de energia.

**Palavras-chave:** Eficiência energética; Medidor trifásico; IoT; ESP32; Blynk; SDLC.

## **INTRODUÇÃO**

As concessionárias de energia são empresas responsáveis pela geração, transmissão, distribuição e comercialização da energia elétrica, um bem essencial para o funcionamento da sociedade moderna (ANEEL, 2023). Atualmente, a falta de energia pode causar um verdadeiro caos coletivo, pois ela está presente em praticamente todos os setores (OLIVEIRA et al., 2021).

A geração de eletricidade pode ser realizada por meio de fontes renováveis ou não renováveis. Diante disso, a Agenda 2030, um compromisso global estabelecido pela Organização das Nações Unidas, estabelece como meta, no Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 7, "dobrar a taxa global de melhoria da eficiência energética até 2030" (ONU, 2015).

Nesse contexto, este projeto propõe o desenvolvimento de um medidor de consumo elétrico monofásico residencial utilizando a tecnologia da Internet das Coisas (IoT), uma das principais inovações para o monitoramento remoto e inteligente para sistemas elétricos (SANTOS et al., 2020). Esse medidor permitirá a verificação do consumo via internet por meio do protótipo com sensores de corrente, tensão e de um software capaz de analisar dados em tempo real, possibilitando um controle mais preciso do consumo de energia residencial.

Com isso, o projeto irá contribuir diretamente para os objetivos da Agenda 2030, reduzindo custos, incentivando hábitos mais sustentáveis e promovendo maior eficiência energética nas residências. Além disso, a solução pode, também, otimizar o trabalho das concessionárias, que atualmente realizam a medição do consumo de forma manual.

## **MÉTODOS**

O projeto foi desenvolvido de forma estruturada, seguindo etapas que garantiram organização em sua execução. Como primeira etapa, inicialmente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica abordando os princípios de eletricidade, medições elétricas e conceitos de potência, os quais foram fundamentais para dar embasamento teórico ao desenvolvimento do sistema. Além disso, também foi feito um levantamento de tecnologias



IoT aplicáveis ao monitoramento de energia, incluindo a análise de protocolos de comunicação, bem como banco de dados e plataformas de visualização.

Para gerenciar todo o projeto, foi adotada a metodologia SDLC (Software Development Life Cycle), que permitiu o acompanhamento estruturado de cada fase da construção do projeto. Além disso, foram aplicados também outros conceitos de gestão como cálculos de MTBF (Mean Time Between Failures), MTTR (Mean Time To Repair), MTD (Mean Time to Detect) e análise de disponibilidade do sistema.

Na sequência, foram definidos os componentes que formariam o circuito de medição de consumo elétrico. No Quadro 1, é possível observar quais foram os componentes utilizados para a construção do projeto.

Quadro 1 - Componentes

Item	Produto
01	Display
02	Resistor 10k $\Omega$
03	Resistor 330 $\Omega$
04	Microcontrolador – ESP32
05	Módulo tensão – ZMPT101B
06	Sensor de corrente – SCT013
07	Botoeira
08	Capacitor 100uf

Fonte: Autores (2025)

A etapa seguinte, consistiu em realizar a modelagem e representação do sistema através de diagramas como o de casos e uso, o de classes e o de atividades e sequência, os quais possibilitaram uma melhor visualização da estrutura e dos requisitos para elaboração do sistema. Além desses, foi desenvolvido também o diagrama FMEA, cuja ferramenta possibilita a análise proativa de possíveis falhas no processo.

Em seguida, foi elaborado o diagrama elétrico do circuito na plataforma EasyEDA, o qual possibilitou uma melhor representação das ligações dos componentes e auxiliou na montagem de hardware do protótipo. Durante a análise de viabilidade desta etapa foi constatado que a fabricação de um protótipo trifásico seria inviável, por essa razão, foi aplicado o método MVP (Produto Mínimo Viável), o qual permitiu testar e validar o projeto em uma forma com menor custo. Por essa razão, foi desenvolvido um protótipo monofásico, no entanto, manteve-se a possibilidade de adaptação para um sistema trifásico. Para que isso ocorra, basta apenas aumentar a quantidade de sensores e aprimorar algumas partes de software que o protótipo funcionaria para circuitos trifásicos.

Após essa etapa, foi desenvolvida a programação embarcada, a qual será carregada para o ESP32, em linguagem C/C++ na plataforma Arduino IDE. O código foi responsável por coletar os sinais dos sensores, calcular parâmetros elétricos como potência, corrente, tensão e energia consumida, além de realizar o envio periódico desses dados para o servidor na nuvem desenvolvido na plataforma IoT, mas especificamente na plataforma Blynk, onde é possível o usuário receber informações em tempo real do consumo elétrico. Vale destacar que tanto a programação quanto a plataforma IoT passaram por uma série de testes unitários com a finalidade de validar o funcionamento do sistema desenvolvido para garantir a confiabilidade das informações apresentadas ao usuário.

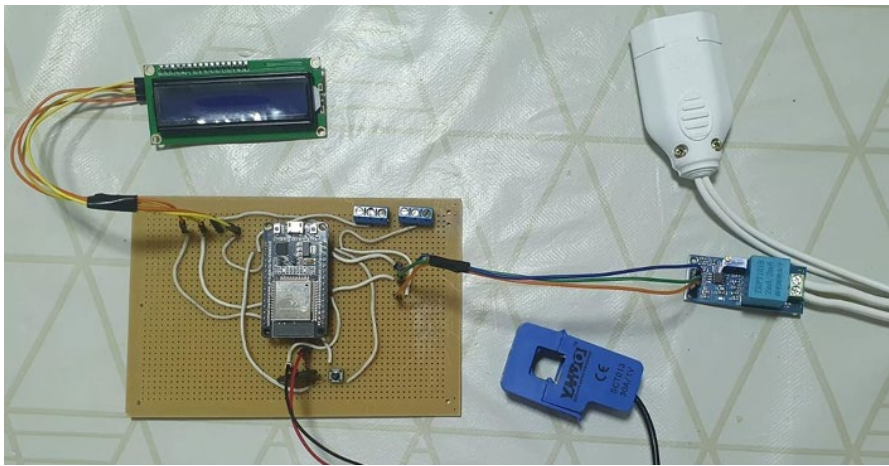
Todos os diagramas realizados na execução desse projeto estão disponíveis no GitHub, para obter mais informações basta acessar o seguinte link: <https://github.com/Nicolas10102001/teste/issues/1#issue-3328471808>.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O desenvolvimento do medidor de consumo elétrico baseado em tecnologia IoT resultou em um sistema funcional composto principalmente por um hardware dedicado, utilizando ESP32, e um painel WEB desenvolvido a partir de uma plataforma IoT. Um dos resultados obtidos foi a construção do circuito de controle do sistema, o qual está representado na Figura 1.

Nela é possível observar que o hardware do sistema tem como principal elemento o microcontrolador ESP32, e ligado a ele tem os dois sensores que realizam as medições de corrente e tensão, além disso o sistema conta com um display LCD, que indica de forma física ao usuário os parâmetros de tensão, corrente, potência e consumo.

Figura 1 - Protótipo

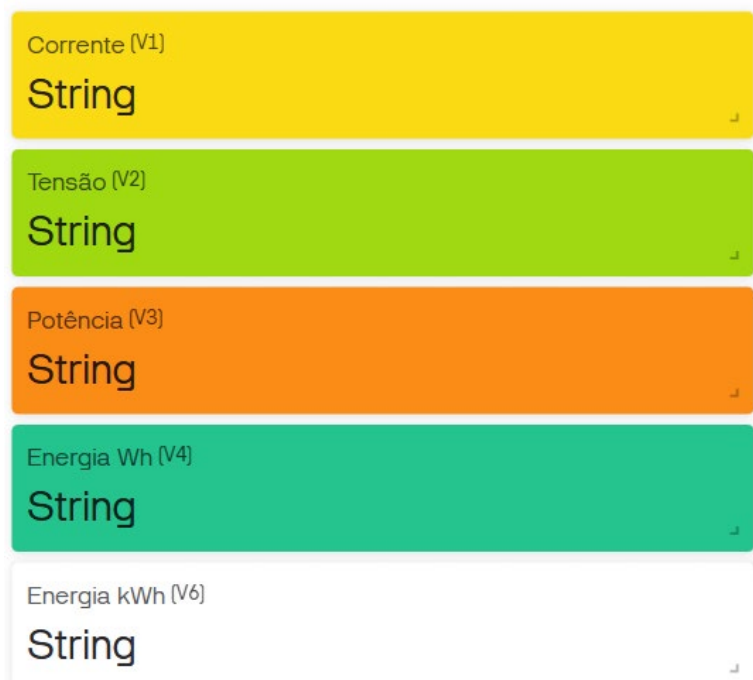


Fonte: Autores (2025)

Além disso, foi desenvolvido também o painel WEB na plataforma Blynk, como mostra a Figura 2, nele é possível observar sua interface intuitiva disposta em grandes blocos coloridos os quais irão informar os parâmetros medidos ao usuário.



Figura 2 - Interface IoT



Fonte: Autores (2025)

Com relação aos indicadores de confiabilidade, eles foram simulados com os dados fornecidos pelo fabricante de cada componente. Portanto, para o MTBF foi considerado um tempo total de uso durante um mês de 720 horas, com falhas simuladas de 2 horas referentes a calibração/falha para cada sensor, e 34 horas relacionadas a falhas por picos e quedas de energia, sendo 30 minutos concentradas nos horários de pico, e 4 horas distribuídas em outras quedas ao longo do mês, o que resultou em um MTBF de 170,5.

Já para o MTTR, foram consideradas 4 falhas, totalizando 45 minutos de reparo, com tempos individuais de 10, 15, 8 e 12 minutos, o que resultou em uma média para início de manutenção de 11,25 minutos.

Para a simulação do cálculo de disponibilidade, foi considerado um tempo total de operação do mês de 720 horas, e um tempo de inatividade de 42 horas, o que gerou uma disponibilidade de 94,17%.

E por fim, o último indicador calculado foi o MTD, onde foi considerado falhas, totalizando 35 minutos para detecção, com tempos individuais de 4, 2, 10 e 20 minutos. Isso gerou um MTD de 9 minutos.

## CONCLUSÕES

Este projeto demonstrou que é possível construir um medidor de consumo elétrico funcional, inteligente e de baixo custo utilizando tecnologias acessíveis. A aplicação da metodologia SDLC possibilitou um gerenciamento estruturado de todas as etapas do projeto, desde a pesquisa bibliográfica até a implementação prática do sistema.

Os resultados obtidos confirmaram o desempenho do protótipo monofásico desenvolvido, que apresentou uma disponibilidade operacional considerável e taxas de reparo e intervalo entre falhas adequados, de acordo com os cálculos de MTBF, MTTR e MTD. Com relação a integração do circuito com a plataforma Blynk é possível concluir que devido a isso foi possível tornar a transferência de informações do sistema para o usuário de forma muito mais clara, com recurso de monitoramento contínuo.

Conclui-se, portanto, que o sistema atende plenamente as expectativas para aplicações residenciais, apresentando potencial para futura expansão para um sistema trifásico. Além de fornecer ao usuário maior controle sobre o consumo de energia, a solução também pode beneficiar as concessionárias com a leitura remota e mais precisa do consumo.

## REFERÊNCIAS

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. O setor elétrico brasileiro. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>. Acesso em: 08 jun. 2025.

OLIVEIRA, A. C.; SOUSA, T. M.; PEREIRA, L. F. A importância da energia elétrica para o funcionamento dos setores essenciais da sociedade. *Revista de Ciências Tecnológicas*, v. 10, n. 1, p. 12–20, 2021.

ONU. Organização das Nações Unidas. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável – ODS 7: Energia limpa e acessível. 2015. Disponível em: <https://brasil.un.org/ptbr/sdgs>. Acesso em: 08 jun. 2025.

SANTOS, D. P.; MOURA, A. R.; FERREIRA, L. J. Aplicações da Internet das Coisas (IoT) no setor energético: perspectivas para o consumo inteligente. *Revista Engenharia e Tecnologia Aplicada*, v. 18, n. 3, p. 89–98, 2020.



4º Congresso Brasileiro  
de Ciência e Saberes  
Multidisciplinares

**tudo é  
ciência**

11º Encontro de Extensão  
Universitária do UNIFOA

**23 a 25  
de outubro**

Submissões abertas até 07/09