

# VIABILIZAÇÃO DE SISTEMAS HÍBRIDOS DE GERAÇÃO FOTOVOLTAICA: um estudo sobre os riscos e dificuldades para ampliar a eficiência da energia solar.

Alexandre Francisco – RA: 150929  
Douglas Rafael – RA: 235721

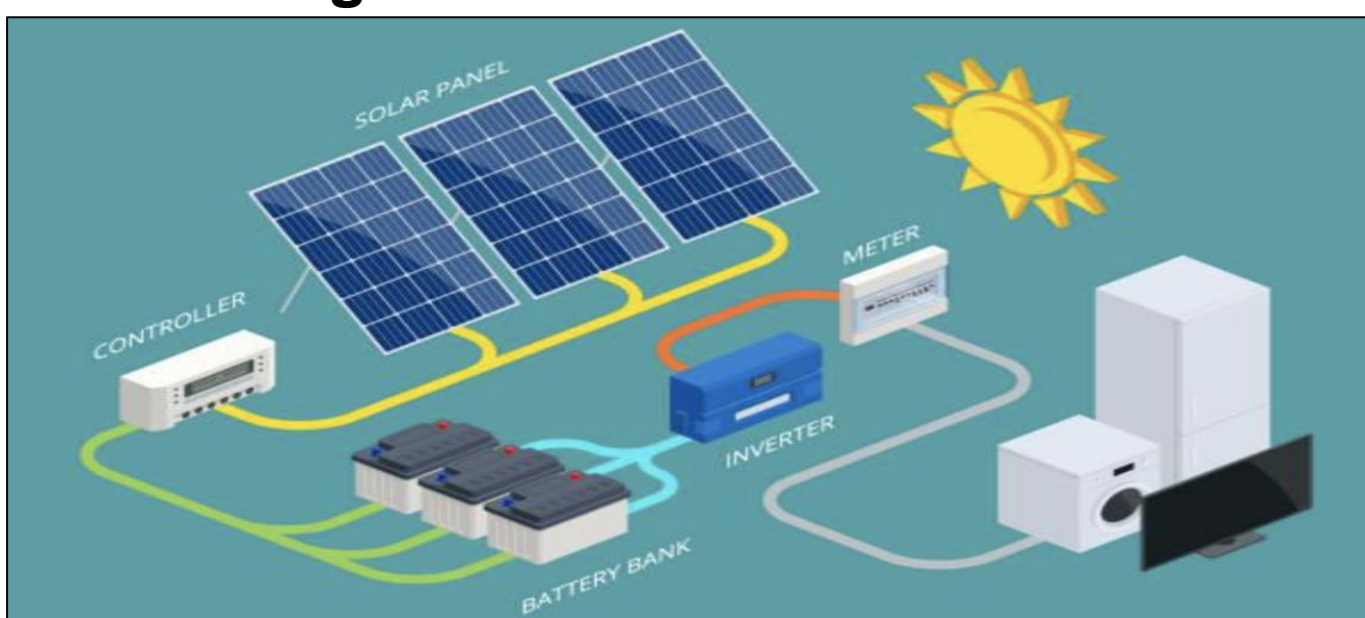
Gabriel Perecin – RA: 235453  
Maria Beatriz – RA: 234879

Heverton Bacca Sanchez

## INTRODUÇÃO

O uso de fontes renováveis de energia tem crescido significativamente, com destaque para a energia solar fotovoltaica. No Brasil, os sistemas híbridos que operam entre os modos On-Grid e Off-Grid enfrentam barreiras técnicas e regulatórias. Este artigo apresenta o desenvolvimento de um sistema inteligente com sensores, relés e controle via ESP32, capaz de realizar comutação segura, evitando retroalimentação da rede e atendendo às exigências da NR 10. A proposta visa garantir a segurança dos trabalhadores do SEP e permitir o fornecimento de energia em situações emergenciais.

Figura 1. Sistema Fotovoltaico.



Fonte: Elaborado pelos autores.

## JUSTIFICATIVA

A viabilização do projeto traz benefícios tanto para consumidores quanto para o setor energético ao todo, permitindo a operação segura de sistemas híbridos. Para consumidores, o sistema oferece resiliência energética durante apagões, enquanto para concessionárias, facilita a integração de fontes renováveis e reduz a pressão sobre demanda da rede.

## OBJETIVOS e ODS

O objetivo desse sistema é viabilizar a operação segura e regulamentada de sistemas híbridos. Durante apagões ou interrupções na rede elétrica, consumidores poderiam manter o funcionamento de eletrodomésticos e equipamentos essenciais, sem depender de geradores a combustível fóssil. Além disso, a integração de bancos de baterias permite o armazenamento da energia gerada, possibilitando seu uso durante períodos noturnos ou de baixa irradiação solar (EPE, 2024). O incentivo ao aumento do uso de fontes de energia renováveis tem sido amplamente discutido e propagado em todo o mundo, conforme apresentado na ODS 7 da ONU (Energia Limpa e Acessível) em 2015 (ONU, 2015).

## ORÇAMENTO

Tabela 1. Componentes e orçamento.

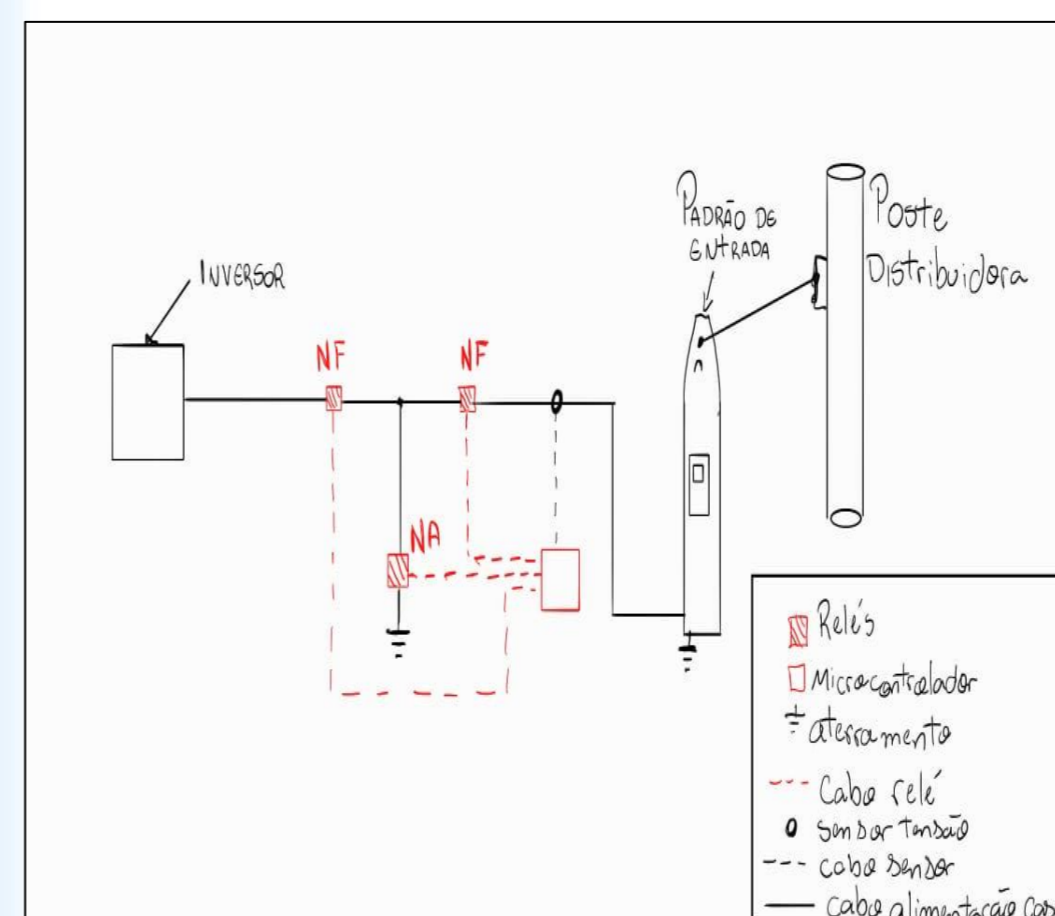
Materiais	Qtd	Fornecedor	Unitário (R\$)	Total (R\$)
Relé Srd Vdc SI C 9A 10A	3	TiggerCOMP	3,61	10,83
ESP 32 WiFi - Bluetooth	1	RoboCore	47,40	47,40
Kit jumper - 65 unidades	1	Eletrogate	11,30	11,30
Módulo Sensor de Tensão 0 - 25V	4	Eletrogate	4,66	18,64
LED vermelho	1	Eletrogate	0,24	0,24
Bateria 9V	1	Amazon	28,90	28,90
Adaptador para Bateria 9V	1	Eletrogate	3,90	3,90
Kit 10 Resistores 330	1	Eletrogate	0,90	0,90
Placa de montagem	1	Eletrogate	12,90	12,90
Mini Painel Solar 9V/3W/300 mA	1	Eletrogate	65,46	65,46
<b>Total de itens</b>	<b>17</b>			<b>200,95</b>

Fonte: Próprio Autor.

## RESULTADOS E VALIDAÇÃO

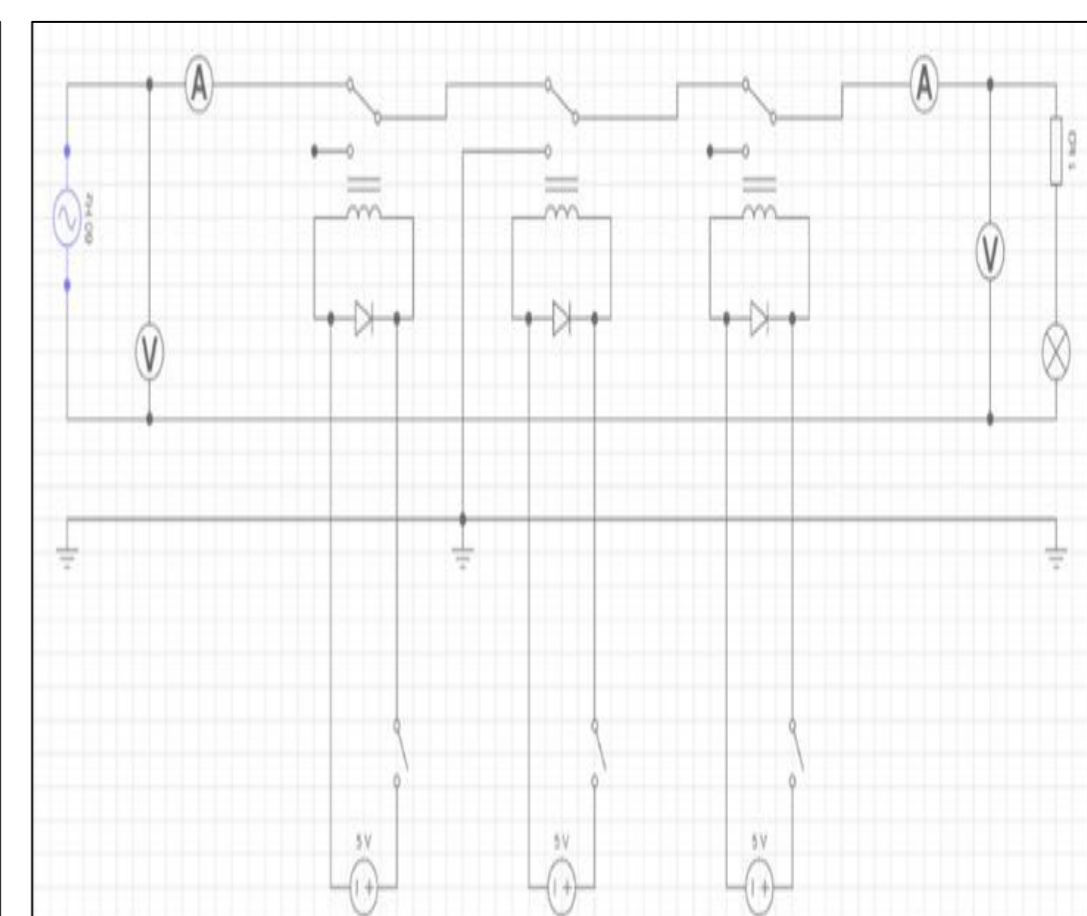
O protótipo baseado no ESP32 visa testar a viabilidade de um sistema híbrido de energia com comutação automática entre rede elétrica e fonte solar. Os principais objetivos incluem: comutação rápida (em milissegundos), precisão dos sensores de tensão e operação segura, conforme normas técnicas. O sistema deve garantir autonomia em modo Off-Grid com uma bateria de 9V, mantendo circuitos essenciais durante quedas de energia. A validação do código via simulação (Wokwi) ajudará a otimizar a lógica de controle antes da implementação física. Se bem-sucedido, o projeto abrirá caminho para expansões, como monitoramento remoto via Wi-Fi e integração com IoT. A proposta busca comprovar a eficiência do modelo para aplicações residenciais com maior potência.

Figura 2. Ideia Inicial.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Figura 3. Teste no Every Circuit



Fonte: Elaborado pelos autores.

## CONCLUSÃO

O estudo propõe uma solução técnica para sistemas híbridos fotovoltaicos, alinhada às normas de segurança e capaz de operar nos modos On-Grid e Off Grid. A implementação pode impulsionar a geração distribuída no Brasil, contribuindo para a transição energética global.

Figura 4. Sistema solar residencial.



Fonte: Energia solar para residências.

## AGRADECIMENTOS

Os resultados esperados indicam precisão nas leituras, operação contínua durante quedas de energia e segurança contra retroalimentação, evidenciando o potencial da solução para futuras aplicações reais e expansão tecnológica.