

Fogão solar fotovoltaico

Arthur Oliveira Lima¹; 0009-0000-7544-6451
Anthony Hugo Neves de Souza¹; 0009-0000-3754-8051
Davi Ferreira Cardoso¹; 0009-0003-0383-4510
Pedro Henrique Bandeira¹; 0009-0004-7140-443
Thalisson Wendel da Silva Nascimento¹; 0009-0007-1191-7032
Victor Faria Martins Beraldo¹; 0009-0009-9610-5176
Shimeni Baptista Ribeiro¹; 0000-0002-5671-3742

1 - UniFOA, Centro Universitário de Volta Redonda, Volta Redonda, RJ.
shimeni.ribeiro@foa.org.br (contato principal)

Resumo: Este artigo tem como objetivo apresentar o desenvolvimento de um fogão fotovoltaico a resistência, capaz de operar tanto com energia solar quanto com a rede elétrica convencional. O protótipo é composto por painéis solares, confeccionados manualmente; um conjunto de resistências e um sistema que permitirá alternar entre as energias, garantindo o funcionamento dinâmico, do fogão, conforme a disponibilidade de energia solar. A ideia surge com o propósito de reduzir os impactos ambientais gerados pela dependência de combustíveis fósseis e otimizar o consumo energético. O estudo também explora o uso de materiais de baixo custo para garantir o acesso a população mais carente. Os resultados esperados acerca do potencial uso da tecnologia solar atrelado ao fogão com base no desempenho térmico e viabilidade econômica, sugerem uma alternativa eficiente e ambientalmente responsável.

Palavras-chave: Fogão fotovoltaico. Rede elétrica. Energia Solar.

INTRODUÇÃO

O crescimento da demanda por energia elétrica e as preocupações ambientais têm impulsionado a busca por alternativas sustentáveis às fontes convencionais. No setor residencial, equipamentos de aquecimento representam parcela significativa do consumo, e a energia solar fotovoltaica surge como solução promissora por sua capacidade de reduzir a dependência da rede elétrica e contribuir para maior autonomia energética (ALBUQUERQUE et al., 2021).

A tecnologia fotovoltaica converte diretamente a radiação solar em eletricidade por meio de células, geralmente de silício, agrupadas em módulos e conectadas a inversores para uso em corrente alternada (CORDEIRO et al., 2020; FERREIRA; DIAS, 2019). Trata-se de uma fonte limpa, silenciosa e durável, cujo custo vem diminuindo devido a inovações em materiais, como perovskitas, e à eficiência nos processos de fabricação (GREEN et al., 2022; NREL, 2023).

No Brasil, a ampla disponibilidade de radiação solar e incentivos governamentais favorecem a adoção dessa tecnologia, embora o alto custo inicial ainda seja um desafio, sobretudo para famílias de baixa renda (ANEEL, 2023). Nesse sentido, políticas de financiamento, isenções fiscais e programas coletivos têm ampliado o acesso, enquanto soluções de armazenamento de energia, como baterias de íon-lítio, aumentam a confiabilidade do sistema (ABSOLAR, 2024; ABSAE, 2023).

Diante desse cenário, o desenvolvimento de um fogão elétrico híbrido, alimentado tanto por energia solar quanto pela rede convencional, representa uma alternativa viável e sustentável. A proposta busca unir eficiência energética, acessibilidade e redução de impactos ambientais, contribuindo para a transição para uma matriz mais limpa e inclusiva.

MÉTODOS

Este trabalho adota uma abordagem experimental e aplicada, visando propor e avaliar um modelo de fogão elétrico alimentado por energia solar fotovoltaica e pela rede elétrica convencional. A metodologia foi estruturada em três etapas: caracterização dos componentes, dimensionamento do sistema híbrido e elaboração do protótipo conceitual.

1. Caracterização dos componentes

O fogão elétrico de referência é composto por resistência de liga NiCr (1.000-2.000 W), suporte isolante cerâmico, termostato, fiação de alta temperatura e gabinete metálico, que em conjunto garantem o funcionamento seguro e eficiente. A seleção desses elementos buscou representar um modelo típico de fogão por resistência encontrado no mercado, servindo como base comparativa para o sistema proposto.

O sistema fotovoltaico off-grid considerado inclui:

- Módulo monocristalino (330 W, eficiência de 18-22%);
- Controlador MPPT, para otimizar a transferência de energia;
- Bateria de íon-Lítio (2-5 kWh), para armazenamento;
- Inversor CC-CA, para compatibilizar com a rede doméstica;
- Chave de comutação automática, alternando entre energia solar e rede elétrica conforme a disponibilidade.

A escolha desses dispositivos seguiu critérios de eficiência energética, custo acessível e aplicabilidade prática em ambientes residenciais, permitindo avaliar a viabilidade do protótipo em cenários reais de uso.

2. Dimensionamento energético do sistema híbrido

Com base em dados de consumo de um fogão de duas bocas (carga total de aproximadamente 3.000 W), estimou-se o uso médio diário de 1 a 2 horas. Aplicando a equação:

$$E = P \times t$$

obteve-se uma demanda diária estimada de 3.000 Wh a 6.000 Wh (3 a 6 kWh). Considerando a radiação solar média de 5,5 kWh/m²/dia (INPE, 2022), foram simuladas configurações de 4 a 6 módulos solares, com respectivas baterias de suporte.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O desenvolvimento do fogão fotovoltaico foi realizado com base em uma metodologia prática, estruturado em etapas sucessivas. Inicialmente, foi elaborada uma lista de materiais, especificando os componentes elétricos, mecânicos e de isolamento térmico



necessários, acompanhado de um levantamento dos custos envolvidos. Com os materiais adquiridos, iniciou-se à construção física do protótipo.

Para a estrutura do fogão, optou-se por uma panela de alumínio, utilizada de maneira invertida para servir como base estrutural. A superfície externa foi submetida a um processo de lixamento mecânico com esmeriladeira, seguido de acabamento manual com lixa fina, com objetivo de remover oxidações e otimizar a aderência dos componentes.

Figura 1 - Lixamento da panela



Fonte: (Autores do projeto, 2025)

Na sequência, foram realizadas marcações laterais com uma caneta piloto visando a realização dos furos. Os mesmos foram realizados utilizando uma furadeira industrial.

Ao todo, foram realizadas dez aberturas com diferentes finalidades:

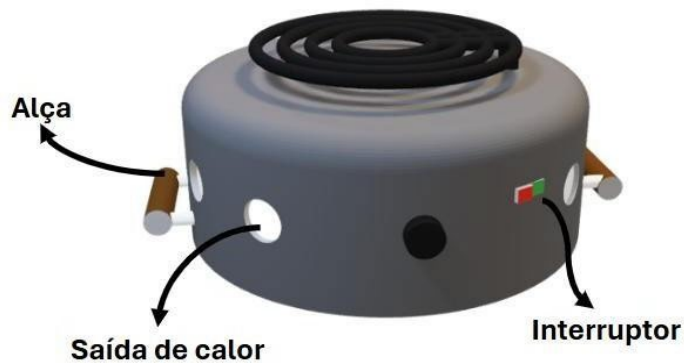
Quatro furos destinados à saída de calor, visando garantir ventilação adequada e segurança térmica;

Quatro furos para fixação de duas alças confeccionadas em corda, facilitando o transporte e o manuseio do equipamento;

Dois furos adicionais para instalação do interruptor geral (liga/desliga) e do termostato, responsáveis pelo controle do sistema de aquecimento.



Figura 2 - Furos na panela



Fonte: (Autores do projeto, 2025)

Além disso, na parte superior da panela (agora voltada para baixo), foram realizados dois furos adicionais, por onde foram passados os condutores elétricos conectados à resistência em espiral, componente responsável pela geração de calor.

Internamente, o fogão recebeu um revestimento com material isolante térmico, composto por manta de fibras recicladas. Este material tem a finalidade de proteger os componentes eletrônicos do calor excessivo gerado, além de contribuir diretamente para a eficiência térmica do sistema. A parte superior interna recebeu o mesmo revestimento térmico, sob qual foi aplicada uma camada de papel alumínio. Esta camada funciona como refletor térmico, auxiliando tanto na dissipação quanto na retenção do calor. A resistência foi fixada de maneira centralizada sobre a superfície do fogão, garantindo uma distribuição de calor uniforme.

Figura 3 - Instalação do isolamento térmico



Fonte: (Autores do projeto, 2025)

Os sistemas de controle e proteção elétrica, baseado em uma fonte híbrida de energia,



foram integrados no interior do equipamento, respeitando as normas técnicas de segurança elétrica e de isolamento. Esse sistema visa não apenas garantir a funcionalidade do fogão, mas também sua segurança operacional.

Figura 4 - Instalação dos componentes elétricos



Fonte: (Autores do projeto, 2025)

A alimentação elétrica do fogão, realizada por um sistema híbrido, é composto por fontes solar fotovoltaica e rede elétrica convencional. A energia captada pelo painel solar é conduzida a um inversor, o qual possibilita a operação do equipamento com ambas as fontes. O sistema foi projetado para priorizar a utilização da energia solar, sempre que disponível. Após a conversão pelo inversor, a energia é encaminhada a um disjuntor, responsável pela proteção do circuito contra sobrecargas.

Em seguida, a corrente elétrica passa por um interruptor geral (liga/desliga), posteriormente sendo conduzida ao termostato, responsável por controlar a temperatura do fogão. Por fim, a energia é conduzida até a resistência elétrica, promovendo o aquecimento da câmara de cocção. Um sensor de temperatura, acoplado à resistência, tem como objetivo fornecer dados em tempo real ao termostato, possibilitando assim, o controle automático e preciso da temperatura de operação, tornando o equipamento mais eficiente e seguro.



Figura 5 - Etapa de finalização do protótipo



Fonte: (Autores do projeto, 2025)

No teste realizado, a resistência alcançou uma temperatura de 250°C, enquanto uma panela com água gelada colocada sob a resistência alcançou 125°C. Em um minuto e cinco segundos começaram a aparecer bolhas na água, em quatro minutos e trinta e três segundos teve início o processo de fervura, e em cinco minutos e trinta e três segundos à fervura se deu por completo. O teste foi realizado com o equipamento operando ligado a uma rede elétrica.

CONCLUSÃO

A implementação do fogão fotovoltaico mostra-se uma solução viável e de baixo custo destinada a utilização residencial, especialmente em áreas com alto índice solar e dificuldades no acesso a energia elétrica de qualidade. O projeto provou-se a possibilidade de associar energias renováveis, como a energia solar, a tecnologias convencionais, mantendo a funcionalidade e a segurança do equipamento. A preferência por materiais e técnicas de baixo custo e fácil construção evidencia um cunho social, permitindo a aplicação da proposta em diferentes realidades

socioeconômicos. Adicionalmente, ademais de contribuir com a diminuição da dependência de combustíveis fósseis e reduzir impactos ambientais prejudiciais, o fogão marca um passo crucial em direção à democratização do uso de tecnologias renováveis para residências em todo o país. Logo, o experimento não apenas valida a factibilidade técnica

do protótipo, mas também sinaliza a necessidade e a urgência de projetos criativos e que melhorem a eficiência energética e a responsabilidade ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABSAE – Associação Brasileira de Armazenamento de Energia. Estudo sobre o potencial de armazenamento de energia no Brasil. Brasília: ABSAE, 2023.

ABSOLAR - Associação Brasileira de Energia Solar Fotovoltaica. Boletim anual de energia solar no Brasil - 2024. São Paulo: ABSOLAR, 2024.

ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. Incentivos e regulamentações para geração distribuída. Brasília: ANEEL, 2023. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br>.

BARROSO, A. M. R.; ROCHA, B. V. S.; ALVES, L. F. L.; FILHO, M. R. G. M. Obtenção do Hidrogênio verde a partir de energias renováveis. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - PPGEE. Universidade Federal do Piauí - UFPI, 2021.

GREEN, Martin A. et al. Solar cell efficiency tables (version 61). Progress in Photovoltaics: Research and Applications, v. 30, n. 1, p. 3-12, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1002/pip.3451>.

NREL – National Renewable Energy Laboratory. Best Research-Cell Efficiency Chart. 2023. Disponível em: <https://www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html>.

SPRINGER, H. a,b,*; SOUZA FILHO, I. R. a; CHOISEZ, L. a,c; ZARL, M. A. d; QUICK, C. d; HORN, A. e; SCHENK, J. d,f. Iron ore wires as consumable electrodes for the hydrogen plasma smelting reduction in future green steel production. Sustainable Materials and Technologies, v. 39, Apr 2024, e00785.

TRINCA, A. a,*; PATRIZI, D. a; VERDONE, N. a; BASSANO, C. b; VILARDI, G. a.

Toward green steel: Modeling and environmental economic analysis of iron direct reduction with different reducing gases. Journal of Cleaner Production, v. 427, 15 Nov. 2023, p. 139081.

VINCENT, Immanuel; BESSARABOV, Dmitri. Low-cost hydrogen production by anion exchange membrane electrolysis: A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews, v. 81, p. 1690-1704, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.05.258>.

WANG, C. a,b,*; WALSH, S. D. C. a; WENG, Z. c; HAYNES, M. W. c; SUMMERFIELD, D. c; FEITZ, A. c. Green steel: Synergies between the Australian iron ore industry and the production of green hydrogen. International Journal of Hydrogen Energy, v. 48, n. 83, p. 32277-32293, 1 Oct. 2023.

ZUGLIANO, A.; PRIMAVERA, A.; PIGNATTONI, D.; MARTINIS, A.*. Online modelling



23 a 25
de outubro

Submissões abertas até 07/09

of ENERGIRON direct reduction shaft furnaces. 16th IFAC Symposium on Automation in Mining, Mineral and Metal Processing, San Diego, California, USA, Aug 25-28, 2013.