

Forno Solar Modelo Caixa Quente: uma Proposta Utilizando Materiais de Baixo Custo

Hot Box Model Solar Oven: a Proposal Using Low Cost Materials

Claudemir Cosme da Silva^{*a}; Renata Makelly Tomaz do Nascimento^b; Lívio Bruno Nery da Silva^a; Paulo Alexandre Costa Rocha^a

^aUniversidade Federal do Ceará, Departamento de Engenharia Mecânica. CE, Brasil.

^bUniversidade Estadual do Ceará. CE, Brasil.

*E-mail: claudemircosme@gmail.com

Resumo

Na contemporaneidade a energia alternativa é um tema bastante evidenciado, como possibilidade a complementar ou substituir as fontes de energia provenientes dos combustíveis fósseis, que afetam a saúde e causam impactos ambientais. Nessa direção, este artigo inicialmente abordará a importância da fonte alternativa da energia solar e posteriormente sugere a elaboração de um forno solar modelo caixa quente utilizando materiais que podem ser recicláveis. Assim, em muitas regiões com boa intensidade de radiação solar e onde o preço do combustível para cozinhar não é mais acessível para muitas famílias, o dinheiro pode ser usado para outras necessidades. O presente estudo tem como objetivo propor a elaboração de um forno solar modelo caixa quente, utilizando materiais de baixo custo e que possa ser usado na cozinha doméstica. Em que concomitantemente se usufrui da energia do sol e contribui na preservação do meio ambiente. Para tanto, foi utilizado metodologicamente no trabalho a pesquisa bibliográfica acerca da temática e posterior descrição dos materiais para sua construção. Quanto aos resultados o forno solar é considerado um bom exemplo de funcionalidade e ajuda na preservação do meio ambiente pois, além de cozinhar sem poluir também esteriliza os alimentos, reduzindo o risco de causar alguma doença por contaminação e ser uma opção para substituição da lenha e redução de gastos com o gás de cozinha. Como conclusão temos que através da análise da técnica, o procedimento apresentou resultados próximos da realidade de acordo com os dados encontrados de forma teórica.

Palavras-chave: Fonte Alternativa. Energia Solar. Materiais Recicláveis.

Abstract

In contemporary times, alternative energy is a very highlighted theme, as a possibility to complement or replace energy sources from fossil fuels, which affect health and cause environmental impacts. In this direction, this article will initially approach the importance of the alternative source of solar energy and then suggest the elaboration of a hot box solar oven using materials that can be recycled. Thus, in many regions with good solar radiation intensity and where the price of cooking fuel is no longer affordable for many families, the money can be used for other needs. The present study aims to propose the elaboration of a hot box model solar oven, using low cost materials that can be used in the home kitchen. At the same time, it uses the sun's energy and contributes to the preservation of the environment. To this end, the methodological approach used in the work was bibliographic research on the subject and a subsequent description of the materials for its construction. As for the results, the solar oven is considered a good example of functionality and helps to preserve the environment because, besides cooking without polluting, it also sterilizes food, reducing the risk of causing some disease by contamination and being an option for replacing firewood and reducing spending on cooking gas. As a conclusion we have that through the analysis of the technique, the procedure presented results close to reality according to the data found in a theoretical way.

Keywords: *Alternative Source. Solar Energy. Recyclable Materials.*

1 Introdução

A utilização de fontes alternativas de energia é um tema bastante evidenciado na contemporaneidade, tendo em vista a necessidade de outras fontes energéticas que venham a complementar ou até mesmo substituir as fontes de energia provenientes dos combustíveis fósseis, que afetam a saúde e causam impactos ambientais.

Nessa direção, este artigo tem como essência abordar inicialmente a importância da fonte alternativa da energia solar na sociedade contemporânea, apresentando suas características através da temática Energia Solar.

Logo depois, tratando sobre Forno Solar: uma proposta, a partir do qual apontaremos uma sugestão de elaboração de

um forno solar modelo caixa quente utilizando materiais que podem ser recicláveis. Assim, aborda a proposta de construir um forno solar utilizando materiais de baixo custo, que possa ser utilizado na cozinha doméstica, e contribui na preservação do meio ambiente utilizando a energia solar.

O forno solar ajuda a preservar a natureza enquanto melhora a saúde de seus usuários pela ausência de poluentes e pelo cozimento em temperatura mais baixa e no vapor, características que preservam o sabor e os nutrientes dos alimentos.

2 Material e Métodos

Metodologicamente o trabalho foi desenvolvido em duas

etapas:

1ª - Pesquisa bibliográfica sobre fonte energética alternativa solar, forno solar modelo caixa quente e preservação do meio ambiente;

2ª - Descrição dos materiais para a construção e utilização do forno solar.

Todas as etapas com o propósito de contribuir com a divulgação de conhecimento acerca da temática proposta aqui em estudo. Quanto à escolha do tema do artigo levou-se em consideração os conhecimentos e experiências acadêmicas dos pesquisadores.

A proposta inicial é a utilização do modelo de forno solar para preparação de alimentos nas residências. No entanto, não se limitando apenas a este local, podendo ainda ser utilizado em instituições de ensino, acampamentos e outros.

Acredita-se que por meio das sugestões metodológicas, seja possível desenvolver uma pesquisa relevante acerca da temática proposta, além de oportunizar a ampliação deste campo de estudo seguindo sua essência em análises posteriores, tendo em vista a grandeza de possibilidades de inovar na elaboração de propostas utilizando a energia solar.

3 Resultados e Discussão

3.1 Energia Solar

O ser humano desde os primórdios usa a energia em suas variadas tarefas. Inicialmente, na Pré-História, com o uso da tração animal no arado da terra para o plantio e meio de transporte. Posteriormente, houve o domínio do fogo pelo homem há pelo menos 200 mil anos, surgindo assim a primeira fonte de energia, utilizada como fonte de calor para se aquecer do frio, proteção e para cozinhar alimentos (MARTINEZ; VIDAL, 2016).

Nos últimos séculos, os processos técnicos levaram ao uso de novas fontes energéticas. No século XVIII, com a Revolução Industrial, a queima do carvão mineral através da geração de vapor movimentou as máquinas. No fim do século XIX e início do século XX, com o surgimento do motor a explosão, o petróleo e seus derivados se tornam a principal fonte de energia do planeta (MARTINEZ; VIDAL, 2016).

Apesar do grande uso do petróleo e do carvão mineral, atualmente surgiram outras fontes alternativas de energia, a exemplo da energia hidráulica, eólica, solar e etc. que passaram a ser utilizadas nas últimas décadas objetivando suprir a crescente demanda energética proveniente da expansão das atividades econômicas e aumento do consumo doméstico (MARTINEZ; VIDAL, 2016).

No caso aqui em estudo será enfatizado acerca da importância da fonte de energia alternativa solar na sociedade contemporânea, apresentando brevemente características de seu uso, bem como suas vantagens e desvantagens.

Sobre a utilização da energia solar como fonte energética, Martinez e Vidal (2016) escrevem que “a radiação solar é captada por meio de grandes painéis fabricados com células

fotovoltaicas como ilustrada na Figura 1, as quais geram eletricidade por meio de reações químicas. Uma usina solar consiste num grande agrupamento desses painéis.

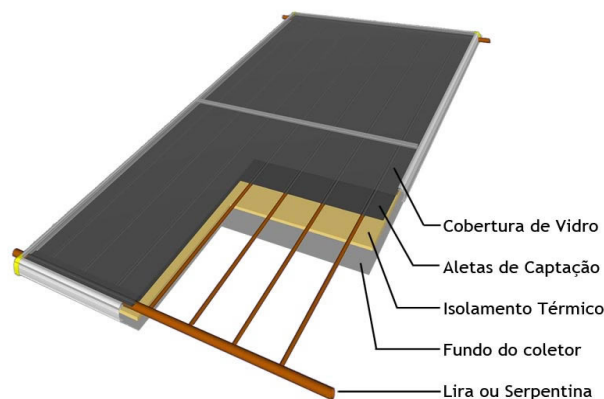
Figura 1 - Painel solar fotovoltaico



Fonte: EP engenharia

A energia solar também pode ser usada para aquecimento de água em painéis solares residenciais - coletores solares (Figura 2). Embora a energia do Sol seja abundante e disponível para toda a população, seu aproveitamento para a geração de energia é recente e ainda pouco disseminado no mundo.

Figura 2 - Coletor solar



Fonte: WGSOL

No Quadro 1 Martinez e Vidal (2016) finalizam suas considerações acerca das características da fonte de energia solar apresentando resumidamente sobre suas vantagens e desvantagens, considerando como:

Quadro 1 - Vantagens e desvantagens da energia solar

Vantagens	Desvantagens
<ul style="list-style-type: none">- Fonte renovável e inesgotável, não emite gases de efeito estufa nem resíduos nocivos;- Rápida construção e praticidade das estações solares, que podem ser desmontadas e movimentadas;- Exige pouca manutenção;- Pode ser obtida em lugares remotos ou de difícil acesso.	<ul style="list-style-type: none">- Elevado custo para a fabricação dos painéis solares;- É suscetível às mudanças atmosféricas (dias nublados e chuvosos, por exemplo);- As estações solares ocupam extensas áreas.

Fonte: Baseado em Martinez e Vidal (2016).

3.2 Forno Solar: uma Proposta

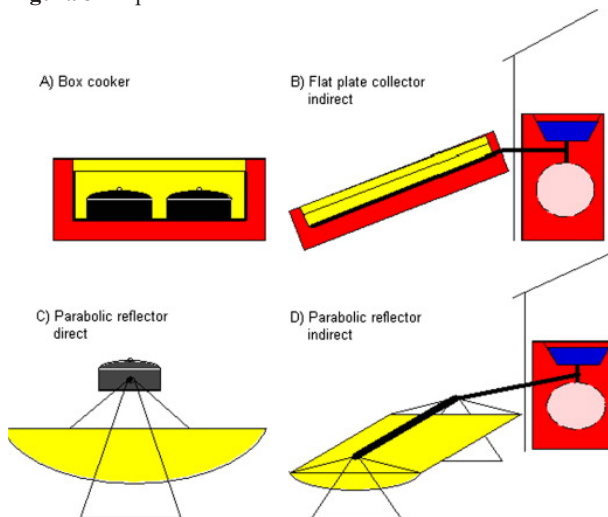
O forno solar é uma atividade de fácil desenvolvimento e emprega um baixo custo na sua construção, podendo ser montado com materiais reutilizados.

Schwarzer e Silva (2008) citam que a utilização dos fornos solares “[...] é muito necessário em muitas regiões com boa intensidade de radiação solar em todo o mundo. Os motivos são econômicos, pois o preço do combustível para cozinhar não é mais acessível para muitas famílias; ecológico, pois em muitas regiões o desmatamento também está associado ao uso da madeira como fonte de energia; e social, pois o dinheiro usado para comprar combustível poderia ser usado para comprar alimentos, medicamentos e outras necessidades para melhorar a qualidade de vida”.

Ainda segundo, Schwarzer e Silva (2008) existem quatro tipos de fornos solares baseado no tipo de coletor e no local do cozimento (Figura 3). Sendo eles:

- A) Coletor de placa plana com uso direto
- B) Coletor de placa plana com uso indireto
- C) Refletor parabólico de uso direto
- D) Refletor parabólico de uso indireto

Figura 3 - Tipos de fornos solares



Fonte: Schwarzer e Silva (2008).

Cabe ressaltar que no artigo aqui proposto será enfatizado acerca do tipo de forno solar A) Coletor de placa plana com uso direto, também conhecido como forno solar modelo caixa quente.

A análise dos fornos solares permite a compreensão de assuntos interdisciplinares sobre a verificação de fenômenos físicos como efeito estufa, reflexão e absorção da luz, transformações de energia, potência e eficiência energética e ainda, identificar a presença desses fenômenos em aparatos tecnológicos de suma necessidade para a sociedade, como fornos em geral (elétrico, gás e lenha), motores à combustão, usinas termoelétricas, com ênfase nas usinas que utilizam a luz solar como fonte de energia para o aquecimento da água em um ciclo termodinâmico em uma caldeira (OLIVEIRA;

PALHETA; SEABRA, 2017).

Além do estudo dos fenômenos físicos, também é possível abordar temas pertinentes ao meio ambiente e sociedade, como: aquecimento global, sustentabilidade, geração e consumo consciente de energia, entre muitos outros que podem ser colocados em questão.

Ao desfrutar da vida moderna, cada um de nós é responsável pela emissão de grandes quantidades de carbono e outros gases que contribuem para o aquecimento global e suas consequências maléficas para a vida no planeta.

Usados como fonte de calor, os gases liquefeitos do petróleo, um combustível fóssil, além de ser poluentes vão se esgotar. A queima da lenha e do carvão vegetal, embora sejam fontes renováveis de energia, são ainda mais poluentes que os gases e contribuem para o desmatamento. Além da ação dos governos e da iniciativa privada – comércio, indústria e agricultura – cada pessoa pode e deve contribuir para a redução dos gases que poluem a nossa atmosfera.

O uso de energias renováveis e não poluentes pode ajudar a preservar a natureza e reduzir, ao mesmo tempo, o orçamento doméstico. Das fontes renováveis de energia, a luz do sol, por sua capacidade de gerar calor, é a mais abundante e mais fácil de ser empregada através de tecnologias simples e de baixo custo como o forno solar do tipo caixa quente, parcialmente construído com materiais reciclados (FARIA; SOUSA; SANTOS, 2020).

Apresentando como vantagens para o meio-ambiente:

Grande redução no uso de combustíveis fósseis como gás butano ou querosene, que poluem a atmosfera e que vão se esgotar;

Grande redução no uso de combustíveis renováveis como a lenha e o carvão vegetal que poluem a atmosfera e contribuem para o desmatamento com suas consequências graves para o meio-ambiente como a erosão e o empobrecimento dos solos, a poluição das águas, a redução das chuvas e da oxigenação do ar e o avanço do processo de desertificação.

Acerca do cálculo da eficiência de fornos solares, de acordo com Horta (2004) *apud* Santos Filho e Silva (2008), a relação entre a radiação disponível em um dado intervalo de tempo e o aumento da temperatura da água de um certo volume no interior de um recipiente de cocção, fornece o rendimento, ou, a eficiência de um forno solar e calcula-se segundo a equação (1) dada:

$$\eta = \frac{m \cdot C_p (T_f - T_i)}{I \cdot A_c \cdot dt} \quad (1)$$

Onde:

- m_a = Massa de água [Kg]
- C_p = Calor específico da água
- T_f = Temperatura final [K]
- T_i = Temperatura inicial [K]
- $H_i, \text{ média}$ = Radiação média do intervalo
- A_c = Área coletora da radiação [m²]

Os materiais necessários para a construção do forno solar modelo caixa quente, como ilustrada na Figura 4, podem ser recicláveis, sendo eles:

- Caixas de papelão de tamanhos variados (grandes, médias e pequenas);
- Jornal velho/revista/lã de vidro/estopa/ algodão grosso/ retalhos de pano/palha;
- Sarrafos de madeira ou similar (cabos de vassouras);
- Rolhas de cortiça ou pedaço de cabo de vassoura;
- Tira de borracha de câmara de ar de carros;
- Chapa de metal (que seja adequada ao tamanho da caixa);
- Rolo de papel de alumínio;
- Plástico transparente incolor;
- Arame ou fio de nylon médio;
- Panela cor preta de tamanho adequado ao da caixa (só para quando for cozinhar).

Figura 4 - Forno solar do tipo coletor de placa plana com uso direto (modelo caixa quente)



Fonte: Pleno Sol.

O forno solar modelo caixa quente apresenta durante o seu processo de uso o resultado do aquecimento em espaços fechados nos quais a luz solar atravessa um material transparente tal como vidro ou plástico. A luz visível facilmente passa através do vidro onde é absorvida e refletida por materiais dentro do espaço fechado.

Essa energia luminosa é convertida em energia calorífica, que possui maior comprimento de onda e não consegue passar de volta através do vidro ficando presa no espaço fechado. O calor coletado pelo absorvente de metal (panela na cor preta) é conduzido através desses materiais para aquecer e cozinhar a comida (GOMES; SOUZA; SOUZA, 2014).

Quanto mais diretamente o vidro estiver voltado para

o sol, maior será o ganho de calor solar. O uso de espelhos auxiliares contribui para o aproveitamento da radiação na mudança de pico ao meio dia. Uma deficiência de captação ocorre no inverno, mas o espelho auxiliar pode compensar esse fator.

4 Conclusão

O forno solar é um bom exemplo de funcionalidade e ajuda na preservação do meio ambiente. Através da análise da técnica, o procedimento apresentou resultados próximos da realidade de acordo com os dados encontrados de forma teórica.

Como resultados temos que o forno solar não é só capaz de cozinhar sem poluir como também esteriliza a água em meros 20 minutos, quando atinge 65°C, que é a temperatura necessária para matar todos os microrganismos capazes de causar alguma doença.

Ainda como os principais fatores da sua funcionalidade temos a possibilidade de pasteurizar a água e o leite para o consumo da família, reduzindo o risco de diarreia, náusea e vômitos provocados pela contaminação. Além de ser uma opção para a redução de gastos com o gás de cozinha e da substituição da lenha que é muito usada no meio rural para os fogões tradicionais com panelas de barro.

Referências

- FARIA, E.V.; SOUSA, N.G.; SANTOS, K.G. Estudo experimental e numérico do perfil de aquecimento de um forno solar aplicado à secagem. *Res. Soc. Develop.*, v.9, n.7, p.e555974368–e555974368, 2020. doi: <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4368>
- GOMES, J.W.; SOUZA, L.G.M.; SOUZA, L.G.V.M. Fabricação e teste de desempenho de um forno solar tipo caixa utilizando materiais reciclados. | *Educ., Tecnol. Cultura*, Disponível em: <http://www.publicacoes.ifba.edu.br/index.php/etc/article/view/18>. Acesso em: 15 fev. 2020.
- MARTINEZ, R.; VIDAL, W.P.G. Fontes de energia. São Paulo: Quinteto, 2016.
- OLIVEIRA, E.M.; PALHETA, G.S.; SEABRA, L.B. O Ensino de ciências e energias renováveis: proposta metodológica do forno e fogão solar. *Ciênc. Nat.*, v.39, n.1, p.99-107, 2017. doi: <https://doi.org/10.5902/2179460X21449>
- SANTOS FILHO, E.A.; SILVA, V.C. Estado da arte. In: *Construção e teste de forno solar*. Departamento de Engenharia Mecânica da Faculdade de Aracruz. Espírito Santo, 2008. cap. 3, p. 11-26.
- SCHWARZER, K. DA SILVA, M.E.V. Characterisation and design methods of solar cookers. *Solar Energy*, v.82, n.2, p.157-163, 2008. doi: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2006.06.021>.