

CONSTRUÇÃO E AVALIAÇÃO DA VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR TIPO CAIXA DE BAIXO CUSTO NA CIDADE DE GOVERNADOR DIX-SEPT ROSADO/RN

Daniel Jônatas de Oliveira Freitas¹, Fabiane R. da Cunha D. Araújo²

Resumo: Com o aumento da população, a demanda por energia elétrica está cada vez maior, acarretando em uma demasiada queima de combustíveis fósseis para suprir essa necessidade. Diante deste cenário, a algumas décadas impulsionaram-se a utilização de fontes alternativas de energia, sendo a solar uma das mais atraentes. É uma das formas de aproveitamento dessa energia é através do desenvolvimento de fogões solares. A finalidade do presente trabalho consiste em desenvolver um protótipo de um fogão solar de baixo custo para cozimento de alimentos podendo ser utilizado principalmente para fins sociais. A metodologia constitui-se na fabricação de um fogão do tipo caixa e dessa forma será observado a eficiência desse mecanismo alternativo de cozimento na cidade de Governador Dix-Sept Rosado/RN que, por se localizar na região do semiárido potiguar, possui um alto nível de incidência solar. Através de levantamento bibliográfico foi possível obter as ferramentas necessárias para a construção do equipamento e ainda obter um melhor embasamento teórico. Após a realização do experimento observou-se que o fogão demonstrou uma boa capacidade para o que foi projetado, porém com certas limitações relacionadas aos materiais utilizados na fabricação.

Palavras-chave: Energia solar; fogão solar tipo caixa; sustentabilidade; semiárido.

1. INTRODUÇÃO

Sabe-se que na maioria das zonas rurais isoladas encontra-se famílias com menor poder aquisitivo, direitos básicos são corriqueiramente violados, como por exemplo o direito a energia elétrica e, por consequência, o acesso a alguma forma de cocção de alimento é extremamente difícil. Nessas residências é comumente encontrado fogões que usam a queima de material vegetal para cozinhar alimentos, os também conhecidos como fogão a lenha, tal condição prejudica veemente a saúde dos moradores da casa e do ambiente, visto que na queima de material vegetal é produzido gases nocivos à saúde humana, além de poluir o meio ambiente.

O fogão solar possui características interessantes quando tratamos da preservação do meio ambiente que, além de ser uma tecnologia totalmente limpa, compete com outro fogão que usa a queima da madeira como combustível, ou seja, evita a poluição do ambiente. O fogão solar ainda contribui contra desmatamento de árvores para uso de sua lenha pelos moradores locais que por sua vez moram em locais secos com princípios de desertificação.

Devido a tais características objetivou-se com esse trabalho, a implementação de um estudo acerca de fogões solares, com principal missão o entendimento do seu funcionamento e a possibilidade de aplicação em situações de carência por apresentar uma nova alternativa de cocção de alimento com um custo inferior aos equipamentos que possuem mesma finalidade.

No estudo usou-se o embasamento teórico a fim de observar a viabilidade do fogão solar do tipo caixa, apresentando seus pontos positivos e negativos, juntamente com a evolução no Brasil e no mundo.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 UMA ABORDAGEM AO FOGÃO SOLAR

Em uma visão socioambiental o fogão solar tem uma funcionalidade bastante simples e viável no preparo de alimentos e aquecimento de água. Tendo sua aplicação em regiões do mundo, principalmente aquelas com maior incidência solar, tais como, regiões semiáridas, e mais afastadas dos centros urbanos, onde a dificuldade de acesso aos meios convencionais de preparo de alimentos é difícil. [1]

O fogão solar é uma estrutura fabricada através de painéis refletores que utiliza o princípio de reflexão da luz solar para concentrar os raios em um objeto, com o intuito de aquecer o mesmo.

Existe uma variedade de fogões solares, que são comumente utilizados, dentre os quais vale ressaltar: tipo caixa, tipo painel, parabólico e cozinhas solares (utilizam a radiação de forma indireta).

2.1.1 Evolução histórica

Em meados da segunda metade do século XVIII, relata-se que o cientista francês Lavoisier utilizou um conjunto de lentes, uma de 52 e outra de 8 polegadas, que foi capaz de atingir cerca de 1750°C, que à sua época foi a maior temperatura alcançada pelo homem.

Desde os primórdios a energia proveniente do sol tem sido utilizada para aquecer água, secar frutas e etc. Entretanto, o primeiro fogão solar foi desenvolvido pelo franco-suíço Horace de Saussure (considerado o avô da energia solar) em 1767, ele construiu um aparato do tipo caixa que foi capaz de atingir cerca de 88°C sendo possível cozinhar algumas frutas [2].

Após a crescente utilização de combustíveis fósseis no século XX, a obtenção de energia tornou-se mais acessível a todas as camadas da sociedade, dessa maneira, o aproveitamento da energia solar ficou esquecido até as últimas décadas desse século quando começaram as preocupações devido à poluição e a má utilização dos recursos [2].

2.2 ENERGIA SOLAR

O aumento na demanda por energia verificado nas três últimas décadas tem chamado à atenção para eventuais danos que possa provocar sobre os recursos ecológicos. Para um desenvolvimento econômico e social sustentável os países devem ter a constante preocupação com a preservação ambiental, sendo esse fator essencial para a preservação dos recursos para as futuras gerações do ser humano na Terra. Nesse sentido, as fontes renováveis de energia aparecem como possível solução para essa problemática. [3]

A energia produzida pela incidência solar é advinda da radiação emitida diretamente pelo sol. A radiação solar pode ser direta ou difusa, a primeira é quando os raios emitidos pelo sol não sofrem nenhum desvio da atmosfera, já a segunda sofre o desvio através de aerossóis, poeira e gases. Estima-se que de toda a radiação que incide na Terra, apenas uma intensidade de 1000 W/m² atinge a superfície do planeta. [4]

Esta pode ser utilizada em quatro grupos diferentes: aplicações térmicas em geral, obtenção de força motriz diversa, obtenção de energia elétrica e obtenção de energia química. [5]. Ultimamente a utilização de fontes de energia renovável está em ascensão. A energia solar tem se destacado por ser uma fonte de energia pura que não produz muitos poluentes. E dessa forma, uma energia que está em consonância com os ideais de sustentabilidade.

Atualmente, existe uma série de tecnologias e projetos que fazem uso da energia solar, dentre suas diversas aplicações pode-se citar Placas fotovoltaicas, Fogões Solares, Dessalinizadores, Coletores Planos, dentre outros. [3]

2.2.1 Potencial solar disponível

Por definição, a energia solar é aquela que chega à superfície da Terra em forma de ondas eletromagnéticas ou fótons. Quando comparada com outras fontes de energia, se destaca por ser abundante e não ser poluente, tanto como fonte de calor como de luz, principalmente quando referenciada a escala de tempo terrestre.

O sol radia de forma bastante energia, alcançando 6,41 x 10⁷ J/m².s. Entretanto ao longo da atmosfera a radiação sofre reflexão, absorções pelos gases e dispersões. Apenas 47% do total de irradiância solar incidente sobre a superfície é absorvida. Essa quantia de energia equivale a mais de dez mil vezes o consumo de energia mundial no período de um ano. [6]

2.2.2 Perspectiva mundial

Como em qualquer outra fonte de energia um importante parâmetro a ser avaliado refere-se à disposição do potencial energético. Apesar da quantidade abundante de energia emitida pelo Sol, apenas uma pequena parcela dessa energia chega a superfície. Dessa energia que alcança a superfície somente uma fração é aproveitada devido a uma série de fatores climáticos e geográficos.

Um dos dados mais recentes sobre o potencial mundial de aproveitamento dessa fonte consiste no Global Solar Atlas, feito pelo Banco Mundial em conjunto com a Aliança Internacional de energia Solar (ISA). Disponível de forma gratuita na web. O mapa mostrado na Figura 1 faz uso de dados do Sistema de Informação Geográfica (SIG) e permite a aproximação a áreas com grande detalhe, com uma resolução espacial de 1km. [7]

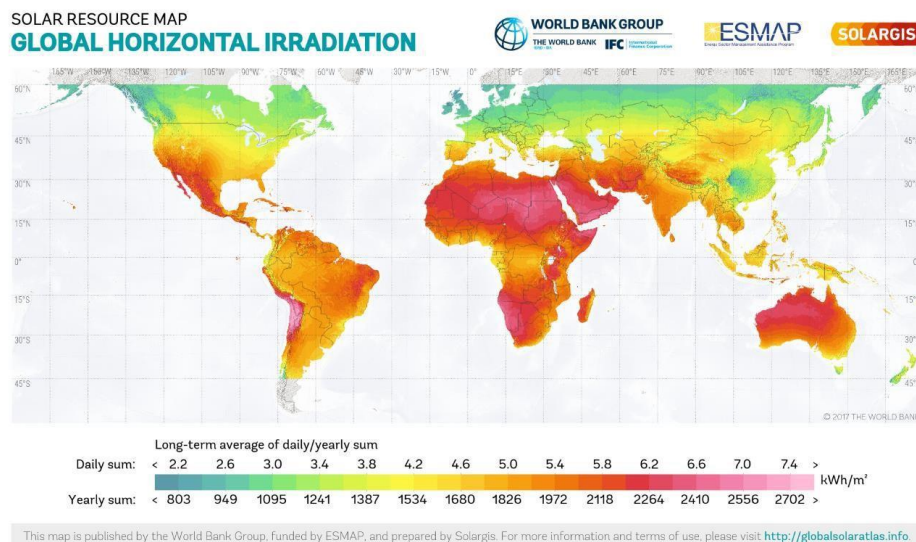


Figura 1. Mapa da irradição horizontal global. [8]

A maior incidência de raios solares ocorre nas regiões que estão mais próximas da linha do equador, ou seja, nas regiões tropicais e equatoriais. Observando o mapa da irradição horizontal global mundial na Figura 1, é possível aferir que as regiões com maior irradiação são: o deserto do Saara, o norte da Austrália, o sul da África (Namíbia), o oeste da América do Sul (Chile) e o Oriente Médio (Arábia Saudita), sendo todas elas, regiões desérticas e com alto potencial para a utilização dos fogões solares.

2.2.3 No Brasil

Fatores como a posição geográfica e a extensão territorial do Brasil evidenciam o grande potencial do uso da energia solar. A Figura 2 ilustra a distribuição da Irradiação Horizontal Global (IHG) do Brasil. A média anual de insolação diária no território brasileiro apresenta uma variação em horas de um estado para outro, devido às diferentes características geográficas e climáticas em sua extensão. [7]

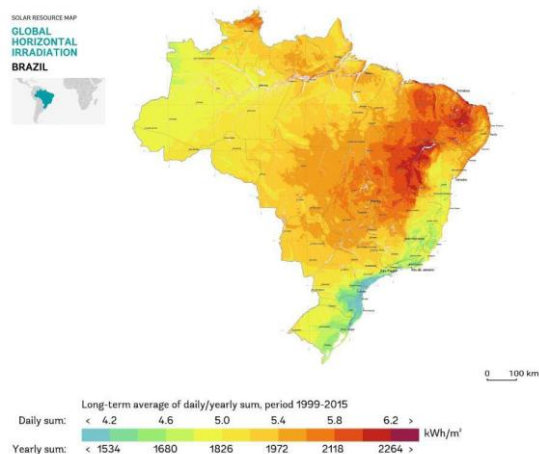


Figura 2. Mapa da Irradiação Horizontal Global (IHG) do Brasil. [8]

As regiões do país com maior irradiação são as regiões do chamado Cinturão Solar, área que vai do Nordeste ao pantanal e o Centro-Oeste, cujos valores giram em torno de 5,6 kWh/m²/dia. A irradiação em todo o território nacional é adequada para o uso de fogões solares. Entretanto, nas regiões com maior incidência solar há maior viabilidade, visto que uma menor irradiação demanda uma maior área de superfície refletora no fogão.

Uma vez que radiação sofre flutuações devido ao ponto de referência, latitude e época do ano, o índice de insolação se apresenta irregular até mesmo nas regiões principais citadas. Dentre as principais, o Nordeste se destaca no potencial solar devido ao clima predominantemente semiárido, altos níveis de insolação durante todo o ano, possuir baixa pluviosidade e umidade. [9]

2.3 TIPOS DE FOGÃO

Serão apresentados alguns tipos de fogões solares a seguir.

2.3.1 Tipo caixa

Nesse tipo de fogão o objeto a ser aquecido é colocado diretamente no coletor onde a radiação captada fica confinada, devido ao isolamento térmico previamente colocado em suas paredes, provocando um efeito estufa. Tendo como vantagens a facilidade de sua construção e seu baixo custo, surgindo assim como alternativa para substituir o fogão a lenha nas comunidades carentes. [9]

Esse aparato do tipo caixa, tais como os fogões parabólicos, são considerados os de maior eficiência térmica. Os materiais necessários para construí-lo é uma caixa coberta com um vidro e em seu interior um material refletivo. Os isolantes térmicos são comumente utilizados devido suas propriedades de retenção da temperatura melhorando assim a eficiência. Esse isolamento é conseguido colocando uma tampa que permita a passagem da luz. E nas paredes é colocado um material de baixa condutividade, por exemplo, isopor, bagaço de madeira, lã entre outros. Tem-se um exemplo na Figura 3.



Figura 3. Fogão solar tipo caixa utilizado nesse trabalho. (Autoria própria)

Em relação ao modelo parabólico o fogão solar do tipo caixa apresenta uma eficiência térmica um pouco menor, aquecendo de forma mais lenta e demandando mais tempo para cozer a mesma quantidade de alimento, em compensação além de apresentar uma montagem mais simples com materiais de baixíssimo custo, não é necessário movê-lo seguindo a trajetória solar, evitando riscos de queimaduras.

2.3.2 Tipo painel

Esse tipo de fogão solar consiste em cercar uma panela com materiais reflexivos que redirecionam a luz solar para onde se encontra a panela. Normalmente feito de materiais de baixo custo, mas que também pode ser feito de materiais mais complexos. Temos como exemplo, a Figura 4.



Figura 4. Fogão solar tipo painel. [10]

2.3.3 Tipo concentrador

O modelo concentrador capta a radiação solar e numa região focal, onde será posicionada o alimento para cocção. Geralmente seus componentes são compostos, por um refletor, indo desde uma composição de alumínio com alto grau de polimento, até uma superfície composta por espelhos, responsáveis pela captação e reflexão da luz, geralmente distribuídos de forma côncava.

Na Figura 5, se observa esse tipo de fogão solar. Esse tipo de fogão permite altas temperaturas, chegando a 300°C, com menor tempo de cozimento. [11] São direcionais, necessitando reajuste de ângulo da parábola em um período de 15 a 20 minutos. Permitem cozinhar, fritar, assar, com rendimento igual ou superior a energia térmica da chama de um fogão a gás convencional. Enfatizando que para o aumento da eficiência de cozimento recomenda-se que a panela possua fundo negro para absorver melhor a radiação solar. [12;13]



Figura 5. Fogão solar tipo concentrador ou parabólico. [10]

2.4 APLICAÇÕES DOS FOGÕES SOLARES

Será abordado as aplicações dos fogões no mundo e no Brasil.

2.4.1 No Mundo

Ao redor do mundo esta tecnologia é utilizada geralmente por comunidades carentes, comunidades isoladas ou ainda voltada para campistas. A empresa Gosun atualmente tem fabricado um fogão leve e portátil que consiste em um tubo envolto por placas de alumínio, que direcionam os raios solares diretamente ao tubo.

A SunOK é uma empresa portuguesa que fez o lançamento do chamado forno solar Suintaste é o resultado de vários anos de pesquisa e desenvolvimento, e o objetivo principal é a comercialização em escala global, do forno solar Sun Cook. Os fogões solares fabricados por esta empresa podem atingir cerca de 200°C [14].

A utilização dos fogões solares muitas vezes surge como a única forma de cozinhar alimentos. Em diversas comunidades de baixa renda ao redor do mundo existe a dependência de materiais como a lenha para o preparo de alimentos. Existem algumas cozinhas indianas que utilizam o princípio dos fogões para aquecer algum tipo de fluido, que é indiretamente utilizado para cozinhar alimentos.

2.4.2 No Brasil

No Brasil, uma das maiores empresas neste ramo é a “Pleno Sol – cozimento solar” que fica situada em Piracicaba-SP, o CATASSOL COMPACTO é um forno solar portátil de alta performance elaborado com materiais leves e duráveis. No final de 2012, a Pleno Sol e a Associação Caatinga realizaram uma ação social para distribuir cerca de 50 fornos solares a diversas famílias que dependiam de combustíveis como lenha e carvão no preparo dos alimentos. Dentre os produtos e serviços oferecidos, pode-se citar: [15]

- A manufatura de fornos solares personalizados;
- Oficinas de forno solar, demonstração e almoços solares coletivos;
- Design e instalação de cozinhas solares domésticas, educativas e comerciais.

2.5 VANTAGENS E DESVANTAGENS

Algumas vantagens e desvantagens variam de acordo com as especificidades de fabricação de cada modelo de fogão solar, seus componentes vão alterar tanto a eficiência do modelo como a mobilidade, afetando diretamente o custo no mercado. Enquanto que nos modelos de fabricação caseira o desafio é a disposição de materiais de formato e com superfície refletora adequadas.

A principal vantagem a ser destacada no uso do fogão solar é a disponibilidade de energia gratuita e abundante, em média de 7 a 9 horas por dia, além de ser silenciosa, não gera resíduos e poluentes, fumaça, chamas ou mesmo apresenta perigo de explosão. A energia calorífica concentrada na zona focal do fogão é suficiente para fornecer as calorias necessárias para ebulição da água, cozinhar, assar e aquecer alimentos. Outra vantagem no uso do aproveitamento solar para cozimento é o baixo custo dos materiais associados, importante na implementação da tecnologia em regiões mais pobres.

Com relação as desvantagens que possui a tecnologia, destaca-se a necessidade de exposição ao sol pelo operante durante o preparo dos alimentos assim como a dependência da radiação solar direta, ou seja, céu claro e sem nebulosidade, já que se trata de um sistema que opera segundo a reflexão desta radiação. O que só possibilita o uso da tecnologia numa fração do dia. O tipo de alimento a ser preparado também influencia no cozimento, uma vez que o fogão possui baixa eficiência e demanda de muito tempo para o preparo. Por estas razões é que as áreas potencialmente utilizáveis estão situadas nas regiões de clima semiárido, como o nordeste brasileiro e outras regiões do globo com características semelhantes.

3 CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO DO TIPO CAIXA EM GOVERNADOR DIX-SEPT ROSADO

O objetivo deste tópico é descrever o processo de construção de um fogão solar do tipo caixa de baixo custo e com materiais acessíveis, e analisar suas propriedades térmicas. Neste tópico visamos explicar também os materiais e métodos utilizados na determinação da eficiência do aparato. O local escolhido para a coleta de dados foi na cidade de Governador Dix-Sept Rosado localizada no semiárido brasileiro. As Temperaturas nos dias de aferição variaram de 22°C à 38°C.

3.1 ETAPAS DA CONSTRUÇÃO

Materiais Utilizados:

- Caixa de Isopor ou Folhas de isopor
- Pedacos de espelho ou papel alumínio
- Estilete
- Vidro
- Cola de isopor
- Régua

A priori não houve um valor pré-estabelecido para as dimensões da caixa, porém a caixa deve ter tamanho o suficiente para colocar painéis. A caixa de isopor servirá como material isolante e pode ser fabricada por completo a partir de folhas de isopor que são vendidas em papelarias ou até mesmo reaproveitada de certos coolers de isopor velhos como no caso desse trabalho. Com a caixa de isopor já pronta, ela foi totalmente

revestida por pedaços de espelhos reaproveitados afim de cobrir as laterais internas e o fundo da caixa deixando o mínimo de espaço descoberto possível. Também pode ser utilizado papel alumínio que também é um bom material reflexivo. São eles que farão a luz solar ser refletida no interior do fogão.

O vidro deve ser suficientemente grande para tampar a caixa de isopor afim de manter o calor no interior do fogão.

A Figura 6 mostra o protótipo do fogão solar pronto.



Figura 6. Fogão solar protótipo do trabalho. (Autoria própria)

Depois de finalizado o fogão solar, foi realizado ensaios para analisar seu funcionamento na prática e levantar os dados para uma análise térmica do protótipo, e dessa maneira, elaborar possíveis aperfeiçoamentos no fogão. Para medir os dados do sistema ensaiado foi necessária a utilização de equipamentos de medição de temperatura e irradiação solar que são considerados os principais parâmetros para a avaliação do desempenho do fogão solar.

As medições de temperatura foram realizadas através de um termômetro digital dos componentes, esse termômetro foi colocado no exterior da caixa medindo a temperatura ambiente ao qual ela estava submetida. O segundo termômetro foi colocado dentro da caixa para saber a temperatura em seu interior.

Quanto aos gastos, segue na Tabela 1 uma relação dos materiais comprados para a construção do fogão:

Tabela 1. Custos dos materiais utilizados.
(autoria própria)

Material	Custo (R\$)
Isopor	10,00
Cola de isopor	5,99
Estilete	2,50
Regua	1,00
Vidro	15,00
Total	34,49

Como dito anteriormente, a caixa de isopor para esse trabalho foi reaproveitada e o vidro que é utilizado como tampa da caixa foi retirado de um fogão convencional de 4 bocas de uma sucataria da cidade. Isso faz com que o custo do fogão solar seja ainda menor.

4 RESULTADOS E DISCURSSÕES

A temperatura foi medida por cinco dias consecutivos no intervalo de tempo de 9:00 às 15:30 h. Verificando a temperatura a cada meia hora. Os valores da temperatura ambiente e do interior do fogão solar seguem nos quadros 1 a 5 a seguir:

Quadro 1. Temperaturas obtidas no dia 1. (Autoria própria)

Horário (h)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura no interior do fogão (°C)	Observações
09:00	29,0	29,0	
09:30	30,0	79,1	
10:00	31,0	80,5	
10:30	31,5	77,2	
11:00	32,0	80,7	
11:30	34,0	86,3	
12:00	34,5	79,0	
12:30	35,0	89,3	
13:00	36,0	96,4	
13:30	37,5	105,5	
14:00	36,5	65,5	*
14:30	36,0	88,6	
15:00	35,0	72,3	
15:30	35,0	55,4	*

*Nota: * representa que na hora da aferição da temperatura no interior do fogão o tempo estava nublado ou parcialmente nublado.*

Quadro 2. Temperaturas obtidas no dia 2. (Autoria própria)

Horário (h)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura no interior do fogão (°C)	Observações
09:00	28,0	28,0	*
09:30	29,5	49,7	*
10:00	30,5	50,5	*
10:30	31,0	65,4	*
11:00	31,5	59,2	*
11:30	32,0	63,7	*
12:00	34,0	77,5	
12:30	35,0	63,4	*
13:00	35,0	50,9	*
13:30	35,5	53,0	*
14:00	36,0	48,8	*
14:30	35,0	75,1	*
15:00	34,5	66,7	*
15:30	34,0	50,1	*

*Nota: * representa que na hora da aferição da temperatura no interior do fogão o tempo estava nublado ou parcialmente nublado.*

Quadro 3. Temperaturas obtidas no dia 3. (Autoria própria)

Horário (h)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura no interior do fogão (°C)	Observações
09:00	28,0	28,0	
09:30	29,5	68,2	
10:00	30,5	62,0	*
10:30	31,0	58,0	*
11:00	31,5	58,9	*
11:30	32,0	57,6	*
12:00	34,0	53,6	*
12:30	34,5	54,3	*
13:00	35,0	54,8	*
13:30	35,0	96,0	
14:00	35,5	57,2	*
14:30	35,5	50,8	*
15:00	36,0	42,0	*
15:30	36,0	59,3	

*Nota: * representa que na hora da aferição da temperatura no interior do fogão o tempo estava nublado ou parcialmente nublado.*

Quadro 4. Temperaturas obtidas no dia 4. (Autoria própria)

Horário (h)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura no interior do fogão (°C)	Observações
09:00	27,5	27,5	*
09:30	28,5	38,8	*
10:00	30,0	63,5	
10:30	31,0	65,7	
11:00	32,0	78,2	
11:30	33,0	82,5	
12:00	33,5	69,1	*
12:30	34,0	89,7	
13:00	35,0	93,8	
13:30	36,0	88,7	
14:00	36,0	95,4	
14:30	36,5	88,7	
15:00	36,5	67,7	
15:30	36,0	58,0	

*Nota: * representa que na hora da aferição da temperatura no interior do fogão o tempo estava nublado ou parcialmente nublado.*

Quadro 5. Temperaturas obtidas no dia 5. (Autoria própria)

Horário (h)	Temperatura ambiente (°C)	Temperatura no interior do fogão (°C)	Observações
09:00	27,0	27,0	
09:30	28,5	56,7	
10:00	30,0	68,7	
10:30	31,5	71,5	
11:00	32,5	73,5	
11:30	33,5	75,7	
12:00	34,0	78,7	
12:30	35,0	82,6	
13:00	35,5	93,5	
13:30	36,0	97,4	
14:00	37,0	87,6	
14:30	36,5	86,3	
15:00	36,5	72,9	
15:30	36,0	65,8	

*Nota: * representa que na hora da aferição da temperatura no interior do fogão o tempo estava nublado ou parcialmente nublado.*

Em seguida, foram calculados os valores de temperatura média para cada horário, plotadas no gráfico 1.

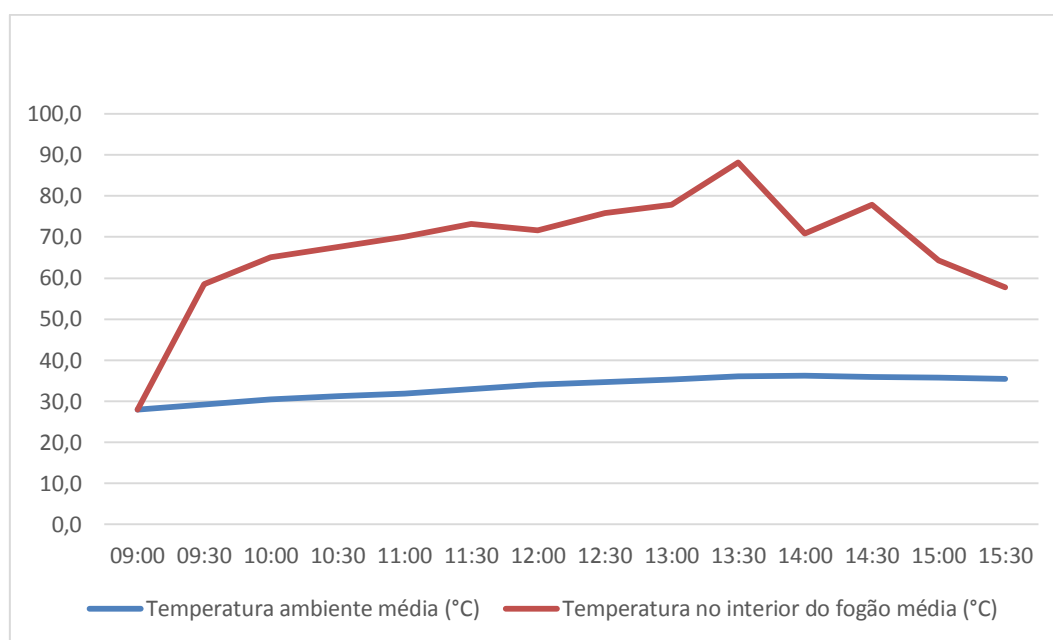


Gráfico 1. Temperaturas médias obtidas (°C) versus horário (h). (Autoria própria)

Depois de finalizado o fogão caixa e obtido os dados do experimento foi feita uma análise desses dados especulando eventuais fontes de erros e como solucioná-los de maneira a tornar o fogão mais eficiente termicamente.

Conforme visto nos quadros, as maiores temperaturas atingidas nos cinco dias de medições foram 105,5 °C às 13h30min e 97,4°C também às 13h30min no primeiro e quinto dia respectivamente. Ao longo do tempo, nota-se uma variação das temperaturas no interior do fogão solar, devido às condições climáticas nos dias de ensaio, pois esta época do ano há grande nebulosidade. Em alguns momentos na medição houve um grande período de nebulosidade, com pequenos intervalos de tempo de sol dificultando assim o alcance de temperatura mais alta.

Além disso, pode-se ainda atribuir como perda o fato de que a caixa foi ocasionalmente aberta algumas vezes permitindo a saída do calor devido à forma como foi confeccionada, já que placa de vidro não vedar completamente a caixa. Para uma melhor análise faz-se necessário coletar mais dados e se possível em dias mais

ensolarados para dessa forma poder estimar com mais precisão a potência do fogão. Para melhorar a eficiência da caixa uma alternativa é trocar o papelão por caixas tetras pak que possui uma eficiência térmica melhor ou ainda trocar o isolamento.

5 CONCLUSÃO

Como determinado previamente no início desse trabalho, foi construído um protótipo de um fogão do tipo caixa com materiais reutilizáveis ou de baixo custo e realizado uma análise térmica verificando sua eficiência em aquecer uma panela e manter a alta temperatura no seu interior, bem como investigar sua viabilidade de utilização na cidade de Governador Dix-Sept Rosado/RN.

Os dados referentes às temperaturas obtidos no experimento foram bastante coerentes e satisfatórios, mostrando um bom desempenho do fogão atingindo temperaturas internas acima dos 60°C mesmo com as condições desfavoráveis devido à nebulosidade.

Com essas propriedades térmicas, em dias mais favoráveis e com base nos dados da literatura, o protótipo seria capaz de cozinhar alimentos sendo assim, uma fonte alternativa aos fogões convencionais durante o dia, destinados principalmente às pessoas em situações mais emergentes que prejudicam a si mesmas e ao meio ambiente devido a queima de material vegetal.

Além da questão climática, possíveis fontes de erros para o trabalho e consequentemente na eficiência em atingir temperaturas mais elevadas podem estar relacionados ao material utilizado, como isolante térmico na caixa que pode não ter mantido perfeitamente o calor no interior do fogão, o material refletor que pode não ter o coeficiente de reflexão necessário para irradiar a luz solar para o interior da peça tão quanto fosse desejado e a tampa de vidro utilizada que possivelmente não veda corretamente permitindo a liberação de calor para o meio externo.

Dessa forma, sugestões para projetos futuros podem ser a utilização de outros materiais isolantes e refletores, bem como a criação de um sistema mais isolado, aumento da área coletora do fogão para um maior aproveitamento da irradiação solar visando um ganho direto no aumento da temperatura interna. Assim como a utilização de materiais de medição mais precisos e com um tempo de observação maior. Além de analisar o fogão sob o aspecto da temperatura, pode-se realizar um estudo com relação à radiação e através de cálculos matemáticos estimar a eficiência do mesmo. Outra ideia seria a implementação desses sistemas de baixo custo em alguma comunidade com as características descritas nesse trabalho e a análise de seu desempenho.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] LION FILHO, Carlos Alberto Pereira de Queiroz. **Construção e análise de desempenho de um fogão solar à concentração utilizando dois focos para cozimento direto**. 2007. 92 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

[2] RAMOS FILHO, Ricardo Eugênio Barbosa. **Análise de desempenho de um fogão solar construído a partir de sucatas de antena de tv**. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

[3] SOUZA FILHO, José Ribeiro de. **Projeto, construção e levantamento de desempenho de um concentrador solar cilíndrico parabólico com mecanismo automático de rastreamento solar**. 2008. 91 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: . Acesso em: 07 ago. 2018.

[4] **Brasília: Introdução ao sistema de aquecimento solar**. EKOS BRASIL; VITAE CIVILIS 2010. 132 p. Disponível em: . Acesso em: 04 ago. 2018.

[5] GOMES, Jailton Weber. **Construção e análise de desempenho de um forno/fogão solar tipo caixa construído a partir de uma sucata de pneu**. 2009. 101 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande Norte, Natal, 2009. Disponível em: . Acesso em: 05 ago. 2018.

[6] PINHO, J.T; GALDINO, M.A (Org). **Manual de engenharia para sistemas fotovoltaicos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Centro de Referências para Energias Solar e Eólica Sérgio de Salvo Brito, 2014. Disponível em: <http://www.creseb.cepel.br/publicações/download/Manual_de_Engenharia_FV_2014.pdf>. Acesso em: 03/09/2018.

[7] SALAMONI, I.; RÜTHER, R. **Potencial Brasileiro da Geração Solar Fotovoltaica conectada à Rede Elétrica: Análise de Paridade de Rede**. IX Encontro Nacional e V Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído. Ouro Preto, 2007.

-
- [8] GLOBAL SOLAR ATLAS. <<http://globalsolaratlas.info/downloads/brazil/>>. Acesso em: 02/08/2018.
- [9] DIB, Erick Alfred. **Projeto e construção de um concentrador solar de foco fixo utilizado para o aquecimento de um forno**. 2009. 166 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Processos) - Universidade Tiradentes, Aracaju, 2009. Disponível em: . Acesso em: 01 ago. 2018.
- [10] FOGÃO SOLAR. **Tipos de fogão**. <http://www.fogaosolar.net/Tipos_fogoes.html> Acessado em 02/08/18.
- [11] MACEDO NETO, Miguel Cabral et al. **Desenvolvimento de um fogão solar com parábola fabricada em material compósito a base de isopor e gesso**. Revista Holos, Natal, v. 5, n. 27, p. 117-135, dez. 2011. Disponível em: . Acesso em: 02 ago. 2018.
- [12] MELO, Aroldo Vieira de. **Projeto, Construção e Análise de desempenho de um forno solar alternativo tipo caixa a baixo custo**. 2008. 85 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2008. Disponível em: . Acesso em: 02 ago. 2018.
- [13] RAMALHO, S. A. et al. **Influência do cozimento de alimentos em fogão solar tipo parabólico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas**. Revista Scientia Plena, São Cristóvão, v. 8, n. 1, p.1-6, 2012. Disponível em: . Acesso em: 01 ago. 2018.
- [14] SUNOK. **Forno solar Sun Cook**. Disponível em: <<https://ppl.com.pt/prj/forno-solar-suntaste>>. Acessado em: 04/08/2018.
- [15] Catassol Compacto. < <https://plenosol.com/fornos-solares-2/catassol-compacto-forno-solar-portatil-de-alta-performance/>>. Acesso em: 03/09/18.