

ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO DE UM FOGÃO SOLAR PARABÓLICO E DE UM FOGÃO SOLAR HÍBRIDO

Antonio Eduardo de Oliveira carvalho¹, Taciano Amaral Sorrentino², Antonio Gomes Nunes³

Resumo: Este trabalho visou-se desenvolver ferramentas voltadas a utilização de energia solar. Desta maneira, este trabalho objetiva a elaboração de dois protótipos de fogões solares, a saber: o fogão solar parabólico e o fogão solar híbrido. No qual o presente trabalho constitui-se da realização de medições em campo objetivando a coleta de dados referentes aos valores de temperatura, irradiância e ao tempo de cozimento entre os modelos estudados. Com desenvolvimento do vigente trabalho, pode-se concluir que o fogão solar híbrido apresentou resultados mais eficientes em relação ao fogão solar parabólico, uma vez que, a constituição física do fogão híbrido, possibilitou que este alcançasse uma maior estabilidade da temperatura, apresentando, dessa forma, um melhor desempenho no processo de cocção do alimento.

Palavras-chave: Energia solar; fogão solar; cocção de alimentos.

1. INTRODUÇÃO

O alimento cozido é imprescindível para a sobrevivência dos seres vivos durante toda a era, de tal forma que o mesmo tornou possível a evolução dos seres humanos com o passar do tempo, como afirma o estudo de Houzel [1], o cozimento dos alimentos é, para alguns pesquisadores, a principal razão para o aumento do cérebro e da capacidade cognitiva dos seres humanos. Sendo assim, evidencia-se tal importância do cozimento dos alimentos, além das formas nas quais este processo é feito. Sabe-se que atualmente há diversas formas de cozer algum determinado alimento, na qual destacam-se o cozimento através do fogão convencional à gás, o fogão a lenha, cocção através do fogão de pó de serra, o fogão solar, entre outros. Onde entre tais, o fogão convencional à gás e a lenha se destacam. Dado isso, no intuito de demonstrar a capacidade de substituição dos fogões convencional à gás e dos fornos a lenha, esses que para determinados povos são inviáveis devido ao fato do alto custo para a compra do equipamento físico, ou seja, do próprio fogão, e, pelo fato de provocar danos à fauna e flora, além de problemas à saúde do usuário deste meio de cocção de alimentos, respectivamente. Os fornos solares surgem como uma opção viável para a cocção de alimentos para consumo, devido apresentar inúmeros benefícios, como por exemplo: utilizar de energia gratuita e abundante, que é a energia solar. E, dentre outros atributos positivos. Mesmo que também apresente pontos negativos, a saber: a incapacidade de cozinhar alimentos em dias nublados.

O forno solar se faz útil e imprescindível para determinados lares, além de que este tipo de fogão conduz a cocção do alimento de forma que no fim do preparo o alimento apresente além de seu sabor, sem perda dos seus nutrientes e propriedades. Sendo assim, dá-se a importância de tal meio de cozimento de alimentos em geral. Este trabalho tem como objetivo analisar por meio de estudos comparativos qual o melhor fogão solar proposto para uso, através da confecção dos fogões solares propostos, a saber: o fogão solar híbrido e o fogão solar parabólico. E, com isso, elaborar testes práticos com o intuito de verificar qual fogão solar se sobressai, analisando as características relevantes de ambos os protótipos através de um termômetro infravermelho tipo pistola, para medir a temperatura em um determinado ponto, e, um piranômetro digital, usado para medir a radiação local.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Energia solar

Segundo a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) quase todas as fontes de energia: hidráulica, biomassa, eólica, combustíveis fósseis e energia dos oceanos são formas indiretas de energia solar. Somado a isto, está o fato de que quando comparada com outras fontes de energia, a solar destaca-se por não ser poluente, além de ser abundante e inesgotável.

2.2 Radiação solar

A radiação é uma forma de energia transmitida através do ar, sendo esta idealizada como uma onda eletromagnética. Na qual é oriunda de fontes naturais e ou artificiais. A radiação é familiarmente relacionada à energia solar, onde a mesma subdivide-se em:

- Radiação ionizante;
- Radiação não ionizante.

A radiação ionizante constitui-se por ondas eletromagnéticas detentoras de energia suficiente para desprender os elétrons dos átomos e moléculas, alterando-se estruturalmente, em um processo denotado por ionização. Já a radiação não ionizante caracteriza-se como microondas ou ondas de rádio e televisão, nas quais detêm uma pequena quantidade de energia, e, com isso, possuem efeito limitado a geração de luz e calor.

Segundo o atlas da ANEEL referente à energia solar, além das condições atmosféricas (nebulosidade, umidade relativa do ar etc.), a disponibilidade de radiação solar, também denominada energia total incidente sobre a superfície terrestre, depende da latitude local e da posição no tempo (hora do dia e dia do ano). Ou seja, a localização de um determinado corpo é influenciada pela sua localização, devido o eixo imaginário em torno do qual a terra gira diariamente, e elíptica que a Terra descreve ao redor do Sol. Além disso, o atlas da ANEEL afirma que somente parte da radiação solar atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Mesmo assim, estima-se que a energia solar incidente sobre a superfície terrestre seja da ordem de 10 mil vezes o consumo energético mundial [12].

2.3 Fogão solar

Os fogões solares surgem como resposta ao uso dos fogões convencionais à gás e ao uso de lenha, já que em termos globais, a queima da lenha para cocção de alimentos atinge 2,5 bilhões de pessoas, dos quais 23 milhões são brasileiros conforme dados do (World Energy Outlook, 2006). Estes fornos solares que segundo (J. W. GOMES, 2014) encontra ampla aplicação em todo mundo, principalmente na Ásia e na África, destacando-se a Índia e a China, como sendo os países que mais tem investido em programas sociais que viabilizam a construção de fogões solares a baixo custo. Este equipamento é de acordo com (Rahul Aadiwal, 2017) um dispositivo que usa a energia da luz solar direta ao calor, para cozinhar ou pasteurizar o alimento ou a bebida. Existe no mundo 3 tipos de fogões solares, a saber: fogão solar de painel; fogão solar parabólico; fogão solar de caixa. Como se sabe o referente trabalho tomará como foco a comparação entre protótipos de fogão solar do tipo caixa e parabólico. O fogão Solar do tipo caixa, é confeccionado a partir de materiais simples como papelão, chapa metálica, vidro, cola e material refletor (espelho). A estrutura consiste em duas caixas sobrepostas uma dentro da outra, isoladas entre si e fechada com vidro. A caixa interna conta com uma placa metálica escura no fundo e suas laterais cobertas com algum material reflexivo, há também o uso, opcional, de um refletor externo (MOURA, 2007). A Figura 1 representa a estrutura deste tipo de forno solar:

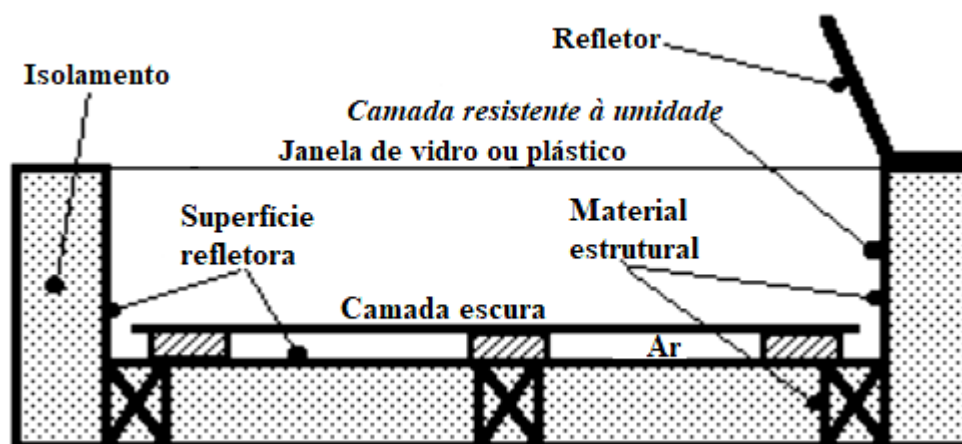


Figura 1: Esquema de perfil de um fogão solar tipo caixa. (Adaptado de [2])

O uso de material refletivo possibilita a passagem de raios solares facilitando a concentração de calor no interior da estrutura e cozinhando o alimento, onde, para uma maior absorção de calor, recomenda-se pintar o fundo do fogão de cor preta e ou revesti-la com uma chapa de metal. Somado ao fato da sua fácil e rápida montagem, além de sua fácil utilização, já que esta consiste em posicionar a panela no interior do fogão, onde esta recebe facilmente a radiação, e, assim, cozinhar o alimento.

Segundo (Rahul Aadiwal, 2017) o uso desta tecnologia possibilita vantagens para o seu usuário, estas que são:

- O cozimento solar não envolve nenhuma despesa periódica no combustível como a energia solar é absolutamente livre. O custo da panela solar é recuperado facilmente pela economia de combustível convencional em poucos anos;
- O uso regular de um fogão solar do tipo caixa pode economizar 3-4 de cilindros do LPG por ano;
- Poupa tempo, pois o cozinheiro não precisa estar presente cozinhando em um fogão solar;
- Não há medo de queimar a comida;
- Proporciona alimentos melhores e mais nutritivos devido cozadura lenta;
- É durável e simples de operar;
- Não polui o meio ambiente e conserva energia convencional.

Além destes fatores, soma-se o fato de que o fogão solar pode atingir excelentes marcas relacionadas à eficiência térmica, já que segundo (Kunkhe, ET AL., 1990) mediram a eficiência térmica de fogões solares de caixa e encontraram normalmente entre 30 e 50%. A estimativa de (Currin, ET AL., 1994) relatou que a eficiência térmica foi de cerca de 20%. (El-Sebaili ET AL., 1994) também relataram eficiência de 30% para refletores multi-passo interno de fogão solar do tipo caixa e os mesmos autores em (1997) desenvolveram um fogão solar do tipo caixa com refletores exterior-interior com 31% de eficiência. Contrapondo as vantagens obtidas com o uso da tecnologia dos fornos solares, existe desvantagens relacionadas a operação e uso dos fogões solares, já que de acordo com (LION, 2013) os fogões tipo caixa demoram a aquecer e sua operacionalização geralmente não é fácil. Além disto, conforme (Ültanir, 1994) numerosos fatores, incluindo acesso a materiais, disponibilidade de combustíveis tradicionais para cozinhar, clima, preferências culinárias, fatores culturais, capacidade técnicas, afetam a aproximação das pessoas ao cozimento solar. Em contrapartida, o fogão solar do tipo parabólico é um equipamento em que segundo (RAMALHO, ET AL., 2012) o sistema possui um dispositivo óptico (refletor ou lente) entre a fonte de radiação (sol) e a superfície absorvedora. A área da superfície absorvedora é menor do que a área do dispositivo de captação da energia solar, de modo a aumentar a intensidade energética. O fogão parabólico é composto por um refletor em alumínio com alto grau de polimento e uma estrutura suporte em alumínio durável. E de acordo com (FILHO, 2011) o fogão solar parabólico possui como características:

- Temperatura de aquecimento: bem variável dependendo do tamanho da parábola refletora, podendo ultrapassar 800°C;
- Tempo de aquecimento: rápido, quando comparado com outros fogões;
- Necessita de luz solar direta;
- Mecanismo de acompanhamento da trajetória do sol com reorientação, geralmente, a cada 30 minutos;
- Esfriamento rápido do alimento se há desvio de foco ou nebulosidade acentuada;
- Alguns são instável a vento;
- Risco de fogo ou queimaduras;
- Danos aos usuários por raios refletidos e o fato de ficar exposto ao tempo.

Associado ao fato de que conforme (RAMALHO, et al., 2012) a desvantagem destes equipamentos é que funcionam somente com a radiação direta, devendo estar corretamente orientados para o sol para o funcionamento correto. A orientação incorreta ou a presença de nuvens podem reduzir bastante a eficiência do fogão concentrador. Além disto, a estrutura do fogão não resiste a ventos intensos, as junções das peças se desprendem com muita facilidade e há a necessidade de um acompanhamento constante para que o alimento não queime.

Além de que segundo (FILHO, 2011), para fogões concentradores o processo que ocorre é primeiramente a reflexão dos raios solares e sua concentração em um ponto focal no fundo da panela. A energia radiante concentrada no material será em parte refletida e em parte absorvida transformada em calor que será transmitido à panela pelos processos de transferência de calor. O calor dentro de um fogão solar é transferido a partir de três processos básicos: Condução, radiação e convecção. Ainda de acordo com o autor o armazenamento de calor se dá por parte da energia que entra no forno é armazenada pelo mesmo por meio de materiais isolantes, no caso do tipo concentrador, pode-se utilizar um isolante na própria panela, diminuindo a perda de calor para o ambiente externo. Segundo (SANTOS, ET AL., 2016), a Figura 2 demonstra o efeito sofrido pelos raios solares em um concentrador solar parabólico, em que os raios solares que incidem na superfície concentram-se em um único ponto, chamado de foco.

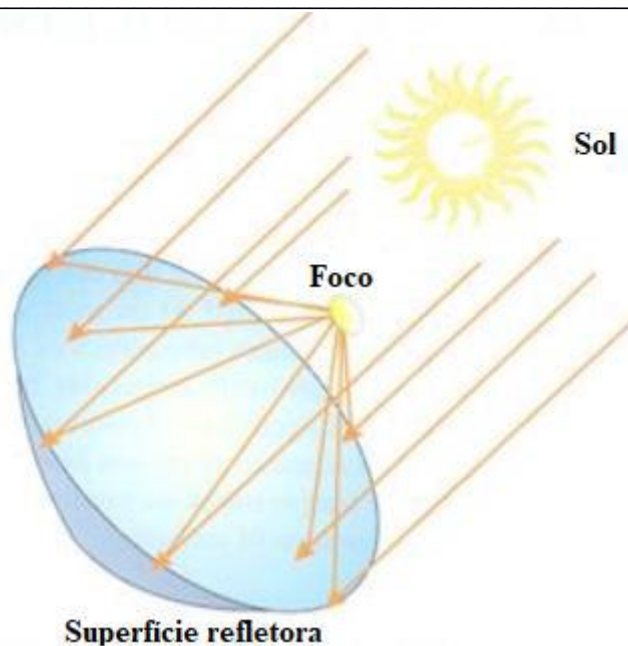


Figura 2: Foco em um concentrador solar parabólico. (Adaptado de [2])

De acordo com (NETO, et al., 2011) em 1960 um estudo da ONU foi publicado para avaliar as reais possibilidades de implantação e desenvolvimento das cozinhas solares nos países subdesenvolvidos e em desenvolvimento. A conclusão dessa publicação constatou que as cozinhas eram viáveis e que era preciso apenas uma mudança nos costumes para uma adaptação a sua utilização em grande escala. Sabe-se que a tecnologia dos fornos solares condiria não somente em países dos continentes Asiáticos e Africanos, mas sim em todo o globo. Por exemplo, no Brasil, conforme (SOUZA, 2014) o principal emprego dos fogões solares é na zona rural das regiões áridas e semiáridas onde a extração de lenha para a obtenção de energia térmica assume valores significativos. A utilização deste fogão representaria uma redução significativa na extração de lenha para a cocção de alimentos. Em especial no sertão nordestino assolado pela seca, o sertanejo sofre com a fome e a sede devido a inclemência do sol sobre suas terras áridas. O uso de fogões solares na caatinga promete reverter ou ao menos amenizar essa situação possibilitando ao sertanejo uma melhor condição de vida.

3. METODOLOGIA

Objetivando demonstrar a aplicabilidade dos fogões solares em determinadas regiões que possibilitem o uso da mesma, o presente trabalho realizou a confecção de dois protótipos de fogões solares, a saber: o fogão solar do tipo parabólico ou concentrador e um fogão solar híbrido. Para a construção destes usou-se os seguintes materiais:

- Retalhos de madeira;
- Uma antena parabólica de internet usada;
- Papel-alumínio;
- Fita adesiva aluminizada;
- Base de ferro ajustável;
- Tintas nas cores: Preta, branca e cinza;
- Uma panela de alumínio;
- Tampa de vidro retangular.

Com os materiais em mãos, realizou-se a construção dos fogões. As Figuras 3 e 4 evidenciam os dois protótipos de fogões que foram usados na coleta de dados para este trabalho.



Figura 3: Fogão solar parabólico. (Adaptado de [2])



Figura 4: Fogão solar do tipo caixa acoplado ao fogão concentrador originando o fogão híbrido. (Autoria própria, 2019)

Após a montagem dos dois protótipos, foi dado início às medições com o intuito de coletar dados referentes ao uso de tais fogões, estes que posteriormente foram utilizados na análise de dados. Os mesmos foram medidos com auxílio de um termômetro infravermelho e um piranômetro digital. Os termômetros infravermelhos são sensores capazes de medir a temperatura de corpos ou superfícies através da energia radiante emitida por eles, a medição da temperatura é feita de modo que o sensor não precisa tocar a superfície. Somado a este está o piranômetro, aparelho ao qual mede a irradiância global (direta + difusa) em W/m^2 . É um instrumento cujo sensor de irradiância é uma pilha termoeletrônica, constituída por termopares em série. A função dos termopares é gerar uma tensão elétrica proporcional à diferença de temperatura entre duas superfícies, normalmente pintada de preto e branco e igualmente iluminadas. As Figuras 5 e 6 denotam, respectivamente, esses dois instrumentos de medição.



Figura 5: Termômetro infravermelho tipo pistola. (Instrutherm, 2019)

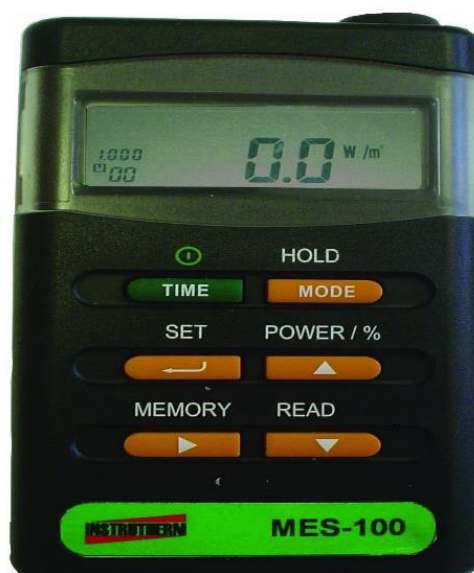


Figura 6: Piranômetro digital. (Instrutherm, 2019)

A análise comparativa entre os dois protótipos foi realizada no âmbito da UFRSA - Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Para tal análise, utilizou-se de dois pacotes de macarrão instantâneo, com o intuito de levantar dados a respeito das incógnitas estudadas, que são: os valores de temperatura, a irradiância e o tempo de cozimento. As medições ocorreram por volta das 11:00hs as 13:00hs, sendo das 11:00hs as 12:00hs destinado as medições do fogão parabólico, e, das 12:00hs as 13:00hs as medições voltaram-se para o fogão solar híbrido, ambas com intervalo de verificação de 15 minutos. Posteriormente, utilizou-se o software estatístico Excel para confeccionar os gráficos comparativos relacionados as grandezas estudadas, tentando inteirar-se sobre a eficácia e o desempenho dos fogões solares.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Diante dos dados coletados em campo através de testes com os protótipos de fogões solar, obteve-se valores referentes ao clima, tempo de cozimento e temperatura dos modelos estudados. Utilizou-se então o software estatístico Excel para confeccionar os gráficos de eficiência relativos ao processo de fervura de um copo d'água tanto no fogão solar do tipo parabólico quanto no fogão solar híbrido. Sendo assim, fez-se um estudo a respeito do clima, medindo a irradiância durante 10 minutos em um intervalo de 1 hora. Durante este período observou-se uma nebulosidade bastante acentuada no local de testes, já que no momento encontrava-se nuvens cobrindo o céu e dificultando a passagem de raios solares, dificultando o desempenho dos equipamentos de cocção. A Figura 6 representa o gráfico do clima no período das observações, das 11:35hs as 12:25hs.

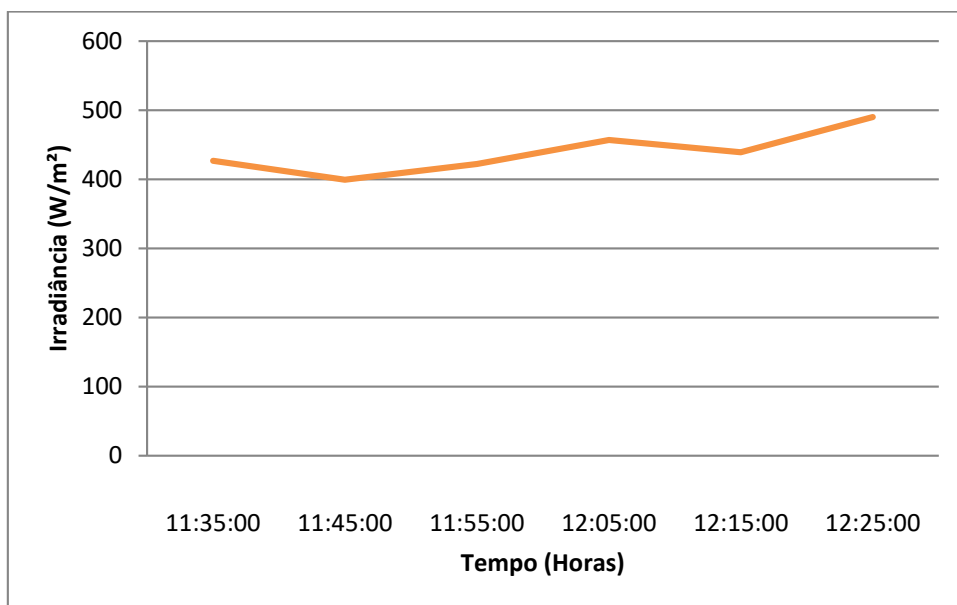


Figura 6 - Comportamento da irradiação no período de testes. (Autoria própria, 2019)

Somado a tal levantamento, encontram-se as medidas referentes ao desempenho do fogão solar do tipo parabólico, haja vista que o mesmo é dado pela literatura como o mais eficiente dentre tal tecnologia, entretanto devido à ausência de insolação no local de teste, pode-se comprovar que o mesmo perde grande capacidade de cocção que lhe é atribuída, já que em virtude do formato côncavo da sua superfície refletora o mesmo funciona exclusivamente pela reflexão dos raios solares que incidem na mesma e emergem para um único ponto, denominado de foco. Nesse sentido, sua eficiência é diretamente proporcional a irradiação solar, ou seja, pode ser afetada drasticamente pela ausência de irradiação. A Figura 7 representa graficamente o desempenho do modelo de fogão solar.

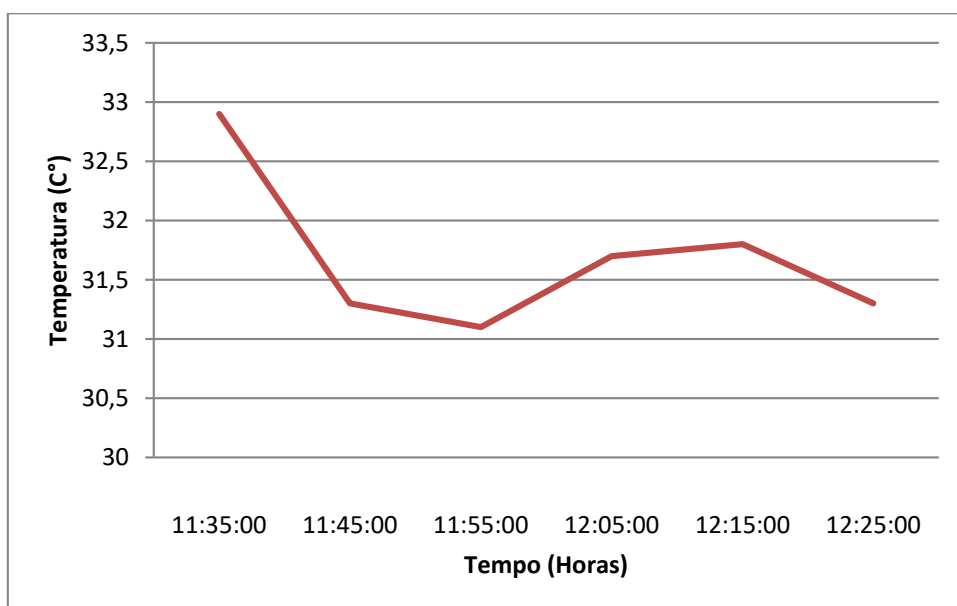


Figura 7: Análise gráfica do desempenho do fogão solar parabólico. (Autoria própria, 2019)

Em contrapartida, percebeu-se uma melhor eficiência do fogão solar híbrido, uma vez que este é composto por um fogão parabólico, no qual em seu foco é colocado um fogão solar do tipo caixa, tal que conforme o nome já diz, seu formato de caixa ajuda a formar uma atmosfera ao redor do alimento que provocará o chamado efeito estufa, funcionando como um forno comum e acelerando o processo de cocção. Sendo assim, ao contrário do que ocorre com o fogão concentrador, a temperatura no híbrido tende a aumentar conforme o passar do tempo. A Figura 8 demonstra o desempenho do fogão híbrido durante o teste.

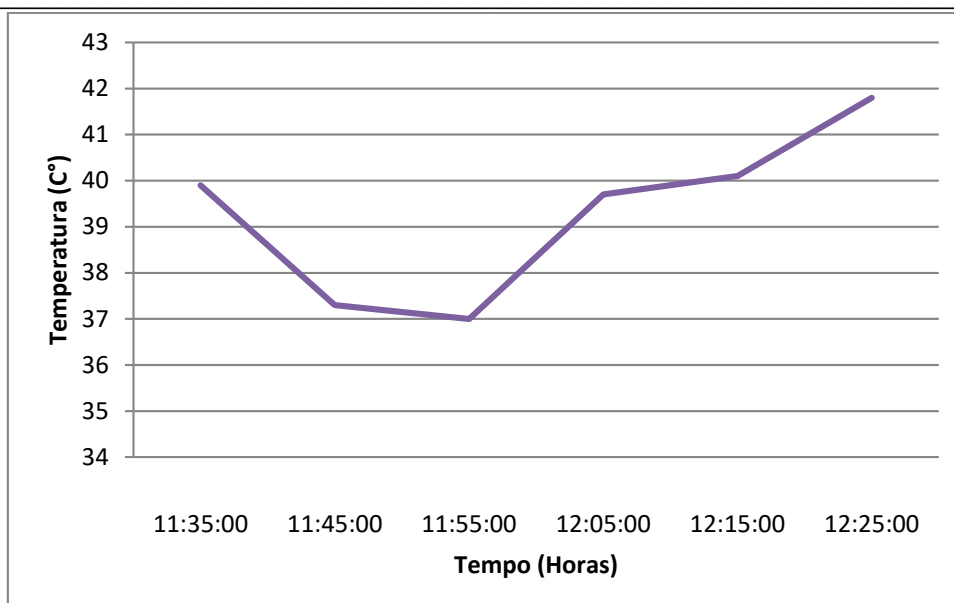


Figura 8: Análise gráfica do desempenho do fogão solar híbrido. (Autoria própria, 2019)

Dado tais diferenças perante os resultados da análise térmica entre o fogão solar parabólico e o híbrido, pode-se ressaltar que tal distinção entre os levantamentos se dá por causa da nebulosidade que condicionou uma mudança climática, e, com isso, afetando o desempenho desta ferramenta de cocção, principalmente o do tipo parabólico. Portanto, em um dia com ausência de insolação, como foi o caso deste estudo, o fogão solar híbrido apresenta um melhor desempenho no processo de cozedura dos alimentos. A Figura 9 exemplifica tal divergência entre resultados na análise térmica realizada.

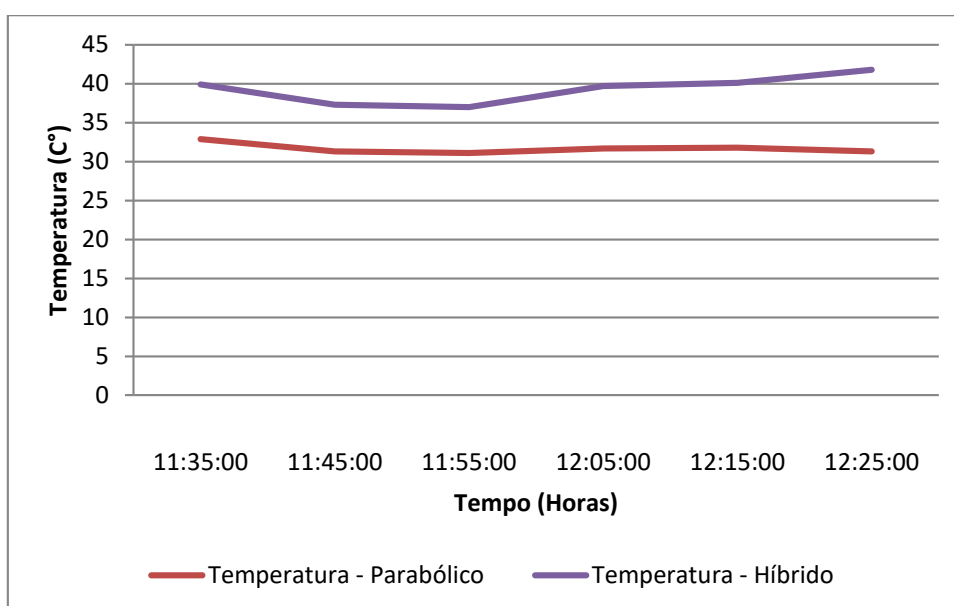


Figura 9: Comparação entre o desempenho do fogão solar híbrido e do fogão solar parabólico. (Autoria própria, 2019)

5. CONCLUSÕES

Ante os resultados obtidos durante os testes em campo, os dois protótipos de fogões solares construídos para este trabalho apresentaram resultados esperados com a teoria, já que a mesma salienta que o fogão solar do tipo parabólico/concentrador apresenta resultados superiores aos demais tipos. E que o fogão solar do tipo caixa apresenta uma característica de armazenamento de temperatura devido à “criação” de uma espécie de efeito estufa em seu interior. Tal característica que possibilitou com que o fogão híbrido alcançou resultados superiores quando comparado ao fogão parabólico dado tal condição climática na qual fomentou uma ausência de insolação no local dos testes dos protótipos. No presente estudo, em níveis de comparação, os fogões solares do tipo parabólico e o híbrido, foram expostos às mesmas condições climatológicas, ambos sendo testados no mesmo intervalo de tempo.

De tal forma, os fogões alcançaram o resultado proposto, a qual mostravam-se uma comparação nítida entre tais equipamentos. Entretanto, o fogão solar híbrido na qual é a junção entre o fogão parabólico e o do tipo caixa, apresentou resultados mais significativos que o fogão concentrador, devido à característica ressaltada pela literatura que o fogão do tipo caixa apresenta. Portanto, os fogões solares mostram-se como uma alternativa aos meios mais comuns de cocção de alimento, além de ser mais barato e menos prejudicial que tais. E, sabendo que a eficiência térmica dos protótipos são diretamente proporcionais a irradiância, isto é, dependem da intensidade da luz solar. Vê-se, então, que tal tecnologia de cocção é uma ótima opção a algumas regiões do semiárido nordestino, visto que são áreas privilegiadas quanto ao recurso solar.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Herculano-Houzel e Fonseca-Azevedo. Metabolic constraint imposes tradeoff between body size and number of neurons in human evolution. *Proceedings of the National Academy of Sciences - PNAS*, v.109, p. 18571-18576, 2012.
- [2] BESSA, Luis *et al.* Análise comparativa da eficiência no processo de cocção de alimentos entre um fogão solar do tipo parabólico e um fogão solar do tipo caixa. Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Mossoró, 2019.
- [3] Instrutherm. Instrumentos de Medição Ltda. Disponível em: <<http://catalogo.tecnoferramentas.com.br/produtos/instrutherm>>. Acesso em: 26 jul. 2019.
- [4] Macedo Neto, M. C., Gomes, I. R. B., Gondim, P. C., & Souza, L. G. M. de., 2011. Desenvolvimento de um Fogão Solar com Parábola Fabricada em Material Compósito. *Revista Holos*, v.5, p. 117–135. 2011.
- [5] Ramalho, S. A., Dória, M. B., Teixeira, O. A., Moreira, J. J. S., & Narain, N., 2012. Influência do cozimento de alimentos em fogão solar tipo parabólico nas propriedades físico-químicas e microbiológicas, *Scientia Plena*, v.8, p. 9-22. 2012.
- [6] Ramos Filho, R. E. B. Análise de desempenho de um fogão solar construído a partir de sucatas de antena de TV. 2011. 96 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.
- [7] Souza, R. F. Viabilidade de uso de um fogão solar para cocção de alimentos com parábola refletora fabricada em compósito que utiliza fibras de Carnaúba e resina Ortoftálica. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Materiais; Projetos Mecânicos; Termociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- [8] World Energy Outlook. International Energy Agency, 2006. Disponível em: <<https://www.iea.org/weo/>>. Acesso em: 19 jun. 2019.
- [9] Aadiwal, R., Hassani, M., & Kumar, P., 2017. An Overview Study of Solar Cookers, *International Research Journal of Engineering and Technology - IRJET*, v.4, p.3-5. 2011.
- [10] Moura, J. P. de. Construção e Avaliação Térmica de um Fogão Solar Tipo Caixa. 2007. 209f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química). Departamento de Engenharia Química, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.
- [11] Queiroz, W. F. de. Construção de um Fogão Solar à Concentração para Cozimento Direto e Indireto. 2005. 96f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) Departamento de Engenharia Mecânica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2005.
- [12] Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL. Energia Elétrica. 2005. Disponível em: <[http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em: 21 de jun. de 2019.
- [13] Santos, C. V.; Ferraretto, T. R. G. Fogão solar: ferramenta viável para cozimento de alimentos a partir de materiais de baixo custo. *Extensio: Revista Eletrônica de Extensão*, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, v.12. n. 21. P. 97-104, 2016.



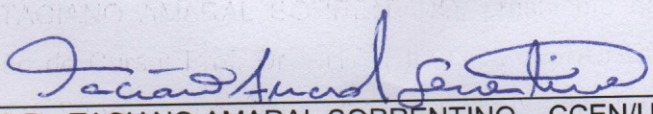
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA
Centro de Ciências Exatas e Naturais – CCEN

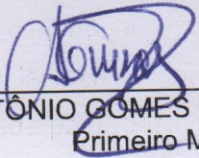
ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

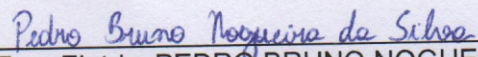
Às dezesseis horas do dia catorze de agosto de dois mil e dezenove, na sala 14 do Centro de Ciências Exatas e Naturais, no Campus Leste da UFERSA – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, em Mossoró-RN, reuniu-se a Banca Examinadora de defesa de Trabalho de Conclusão de Curso de autoria do aluno **ANTONIO EDUARDO DE OLIVEIRA CARVALHO**, aluno do Curso Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia desta universidade, número de matrícula **2016021406**, com o título **“ESTUDO COMPARATIVO DO DESEMPENHO DE UM FOGÃO SOLAR PARABÓLICO E DE UM FOGÃO SOLAR HÍBRIDO”**. A Banca Examinadora ficou assim constituída por três membros: Prof. Dr. TACIANO AMARAL SORRENTINO, presidente da banca e orientador do Trabalho de Conclusão de Curso; Prof. Dr. ANTÔNIO GOMES NUNES e Eng. Eletric. PEDRO BRUNO NOGUEIRA DA SILVA, como membros. Concluída a defesa, procedeu-se o julgamento pelos membros da banca examinadora, tendo o aluno obtido as seguintes notas: 9,0; 9,0; 9,0. Apuradas as notas verificou-se que o aluno foi a provado com média geral 9,0. E para constar, eu, TACIANO AMARAL SORRENTINO, lavrei a presente ata que, após lida e aprovada pelos membros da banca examinadora, será assinada por todos.

Mossoró, 14 de agosto de 2019.

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora:


Prof. Dr. TACIANO AMARAL SORRENTINO – CCEN/UFERSA
Presidente e orientador


Prof. Dr. ANTÔNIO GOMES NUNES - CCEN/UFERSA
Primeiro-Membro


Eng. Eletric. PEDRO BRUNO NOGUEIRA DA SILVA
Segundo Membro