

## **FOGÃO SOLAR COM PARÁBOLA RECICLÁVEL DE ANTENA**

**Luiz Guilherme Meira de Souza<sup>1</sup>, [lguilherme@dem.ufrn.br](mailto:lguilherme@dem.ufrn.br)**  
**Ricardo Eugênio Barbosa Ramos Filho<sup>2</sup>, [ricardoeugeniofilho@yahoo.com](mailto:ricardoeugeniofilho@yahoo.com)**  
**Aldo Paulino de Medeiros Júnior<sup>3</sup>, [aldo.paulino@yahoo.com.br](mailto:aldo.paulino@yahoo.com.br)**  
**Carlos Magno Bezerra<sup>4</sup>, [carlosmagno@hotmail.com](mailto:carlosmagno@hotmail.com)**  
**Geraldo Francisco de Souza Rebouças<sup>5</sup>, [g\\_rald0@yahoo.com.br](mailto:g_rald0@yahoo.com.br)**  
**Ribamar Cabral<sup>6</sup>, [ribamar@cefetrn.br](mailto:ribamar@cefetrn.br)**

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN

<sup>2</sup>Instituto Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN

**Resumo:** *Apresenta-se um fogão solar à concentração construído a partir de uma sucata de antena parabólica. Serão apresentados seus processos de fabricação, montagem e resultados dos testes realizados para a determinação da temperatura focal e dos tempos de cozimentos de alguns tipos de alimentos. Em testes preliminares alcançou-se a temperatura de foco correspondente a 500°C. Tal fogão apresenta como grande vantagem a não existência (pequena área) de área de sombra na parábola refletora formada por pequenos segmentos de espelhos planos, uma vez que seu foco fica externo à parábola. O fogão solar apresenta custo de fabricação extremamente baixo uma vez que pode ser construído com materiais de sucata, com exceção dos espelhos que recobrem a superfície refletora de aproximadamente 0,3m<sup>2</sup>. Tal protótipo pode representar uma grande contribuição para a socialização de fogões solares, principalmente na região Nordeste, privilegiada em relação ao potencial solar, combatendo a desertificação e a emissão de poluentes pela utilização massiva da lenha, causadores de desequilíbrio ecológico nessa região. A massificação do uso de fogões solares pode representar uma contribuição importante para a minoração do sofrimento de milhões de brasileiros que não dispõem de energia para a cocção de alimentos.*

**Palavras-chave:** *energia solar, fogão solar, materiais recicláveis, baixo custo*

### **1. INTRODUÇÃO**

A queima de lenha para a cocção de alimentos corresponde a 29,3 % do total da lenha produzida no Brasil, o que equivale a 26.564 x 10<sup>3</sup> toneladas, fazendo com que, dentro da matriz energética residencial brasileira, esse valor seja de 38% para dados de 2005 (Balanço Energético Nacional, 2006).

Em termos globais, a queima de lenha para a cocção de alimentos atinge 2,5 bilhões de pessoas, dos quais 23 milhões são brasileiros (World Energy Outlook, 2006). O uso da lenha para cozinhar dentro de casa leva a morte de 1,6 milhões de pessoas devido à poluição em ambientes internos (Organização Mundial de Saúde, 2005).

A lenha é provavelmente o energético mais antigo usado pelo homem e continua tendo grande importância na Matriz Energética Brasileira, participando com cerca de 10% da produção de energia primária (Balanço Energético Nacional, 2006).

Cerca de 40% da lenha produzida no Brasil é transformada em carvão vegetal. O setor residencial é o que mais consome lenha (29%), depois do carvoejamento. Geralmente ela é destinada à cocção dos alimentos nas regiões rurais. Uma família de oito pessoas necessita de aproximadamente 2,0 m<sup>3</sup> de lenha por mês para preparar suas refeições. O setor industrial vem em seguida com cerca de 23% do consumo. As principais indústrias consumidoras de lenha no país são alimentos e bebidas, cerâmicas e papel e celulose.

Esses dados que mostram a massiva utilização da lenha, colocando em risco a saúde do planeta, apontam para a necessidade de uma política de massificação do uso do fogão solar para cocção de alimentos, como forma de preservar a natureza e ainda para amenizar o desequilíbrio ecológico pelo uso indiscriminado da lenha, além de minimizar a emissão de gases poluentes para a atmosfera.

O uso da energia solar para fins de cozimento e assamento de alimentos é uma das aplicações mais antigas e difundidas dessa fonte energética, e tem como principal característica sua função social. No sertão nordestino assolado pelas secas, o sertanejo sofre com a fome e a sede devido à inclemência do sol sobre suas terras áridas. O uso de fogões/fornos solares na caatinga promete reverter ou ao menos amenizar essa situação possibilitando ao sertanejo uma melhor condição de vida.

Aproveitando a energia que vem do sol, o fogão/forno transforma a radiação solar em calor para o preparo de alimentos, reduzindo o esforço do sertanejo na busca de lenha e, ainda, contribuindo para a preservação da natureza,

possibilitando o aumento da capacidade de remoção do dióxido de carbono da atmosfera e a redução das concentrações deste gás de efeito estufa.

No LMHES (Laboratório de Máquinas Hidráulicas e Energia Solar) já foram construídas várias gerações de fogões e fornos solares, utilizando materiais convencionais e alternativos. Esse trabalho apresenta um modelo de fogão solar à concentração destinado a cozer alimentos, construído a partir da utilização de uma sucata de antena parabólica. Serão apresentados os processos de fabricação e montagem do fogão solar que utiliza essa parábola já definida.

O fogão proposto é um protótipo solar de média concentração que trabalha com a concentração dos raios incidentes na parábola refletora em uma região pontual chamada foco e destina-se ao uso doméstico em zonas rurais e urbanas, no período de 9:00 às 15:00 hs.

A principal inovação do trabalho foi a utilização de uma sucata de antena como parábola refletora do fogão, o que facilita os processos de fabricação e montagem do fogão à concentração. Esses processos podem ser repassados tecnologicamente com mais facilidade para as comunidades de baixa renda, que poderiam utilizá-lo e/ou fabricá-lo para geração de emprego e renda. As principais características desse fogão são, portanto, seu baixo custo e seus fáceis processos de construção e montagem.

## 2. ESTADO DA ARTE

Frente ao panorama mundial de que o aquecimento global é fato, devido a contínuas emissões de dióxido de carbono e de metano na atmosfera terrestre, muitos estudos e debates têm sido realizados no mundo, visando a mitigação dos fatores que influenciam esse impacto ambiental global.

No IV CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica realizado em Belém – PA, em 2004, Souza et al., publicaram um trabalho sobre a utilização de um fogão solar modulado à concentração para aplicação em camping e comunidades rurais, para a cocção de alimentos.

No 18th COBEM – International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto – MG, 2005, Souza et al., publicaram artigo sob título *Optimization project of the constructions and efficiency analysis of a solar cook for food cooking*, onde estudaram um fogão solar à concentração para a cocção de alimentos.

No V CONEM - Congresso Nacional de Engenharia Mecânica realizado em Recife – PE, em 2006, Souza et al., publicaram um trabalho sobre a utilização de um fogão solar alternativo a baixo custo, objeto do presente trabalho, para a operação de assar alimentos.

No 19th COBEM – International Congress of Mechanical Engineering, Brasília– DF, 2007, Souza et al., publicaram artigo sob título *Bifocal concentration solar cook for direct cooking*, sobre os resultados do estudo de um fogão solar de dois focos para o cozimento de alimentos, comparando seus resultados com os obtidos pelos fogões solares convencionais à concentração unifocal

Na esfera internacional, a Asociación Española de Energía Solar e a International Solar Energy Society promoveram em Vigo, Espanha, em junho de 2008, o XIV Congreso Ibérico y IX Congreso Iberoamericano de Energía Solar, no qual pesquisadores de todo o mundo, apresentaram os seguintes trabalhos versando sobre a utilização de fogões solares tipo caixa: *Análise da redução da emissão de dióxido de carbono a partir da substituição da lenha pelo uso do fogão solar tipo caixa* (Neto, J.G.C. et. al.); *Projetando a construção de uma cozinha escola experimental solar em Sergipe* (Teixeira, O.A., et. al.); *Forno solar de baixo custo utilizando como elemento base um pneu usado* (Souza, L.G.M. et.al.); *Forno solar como mecanismo de apropriação de mais energia pela população de baixa renda no Brasil - Vital Brazil*, O.A. et. al.); *La cocina solar tolakatsins 3* - Ricon, E.A; Lentz, E.A., *Cocinas solares, dos modelos de transferência* – Chile Y Portugal (Serrano, R.P; Ruivo, C.R).

No 20th Cobem - International Congress of Mechanical Engineering, Gramado – RS Souza et. Al. apresentaram dois estudos sobre fogões solares: fogão solar à concentração com parábola refletora de urupema e fogão solar tipo caixa construído em material compósito. Foram demonstradas as viabilidades de utilização desses protótipos.

Entidades como a UNESCO e a Aparelhos de Cocção Solar Internacional (SCI, sigla em inglês) desenvolvem e financiam projetos que visam o uso de fogões solares em países africanos como Zimbábue e Kenia.

No Kenia, a Aparelhos de Cocção Solar Internacional (SCI) financiou um programa que permitiu a compra de fogões solares para mais de 15.000 famílias que vivem nos campos de refugiados. Um programa de construção de fogões solares no Peru a cargo de uma organização filantrópica chamada Peru Children's Trust (Confiança nas Crianças Peruanas) utiliza a mão de obra de 100 crianças pobres oferecendo assistência às famílias em saúde e educação.

Os fogões solares à concentração são usados em situações reais, em várias partes do mundo como pode ser visto na Figura 1.



Figura 1. Vários tipos de fogões solares à concentração em uso no mundo.

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

O fogão solar à concentração estudado foi construído a partir de uma sucata de antena parabólica, de forma elíptica, com eixo maior de 65 cm e eixo menor de 60 cm, com área de captação de radiação solar em torno de 0,32 m<sup>2</sup>. A Figura 2 mostra a sucata de antena parabólica utilizada para a confecção do fogão solar à concentração.



Figura 2. Antena elíptica utilizada para a fabricação do fogão solar estudado.

Para a construção do fogão solar proposto foram utilizados os seguintes procedimentos:

**1. Corte dos espelhos para a formação da superfície refletora** – utilizou-se um segmento de espelho um pouco maior que a área da parábola. Foi aplicada uma fita adesiva na parte não espelhada e procedeu-se ao corte, utilizando-se uma ferramenta profissional de diamante, em pedaços de 2,0cm X 2,0 cm.

**2. Fixação dos espelhos** - Utilizou-se cola de contato (fórmica) para a fixação dos pedaços de espelho na superfície da parábola.

**3. Confecção da estrutura** - A estrutura do fogão solar foi construída utilizando-se perfis de aço obtidos de sucata de birô. Tem movimentos que permitem o acompanhamento do movimento aparente do sol e tem como principal característica a facilidade de construção e montagem.

**4. Pintura da estrutura** - Toda a estrutura do fogão solar recebeu uma pintura para protegê-la das intempéries e desta forma minimizar os efeitos da degradação de sua exposição aos fenômenos naturais.

**5. Recobrimento lateral da panela absorvedora por material compósito para minimização das perdas térmicas.**

Realizou-se ensaios com o protótipo construído para a determinação da temperatura máxima alcançada no foco, onde a panela ficava situada na região focal, após orientá-lo com relação ao movimento aparente do sol. Foram realizados também teste para ebulição da água e posteriormente cozinhou-se macarrão para demonstrar a viabilidade de cocção com o fogão proposto.

Os dados de radiação solar global foram medidos com a estação meteorológica Davis – Weather Envoy instalada no LES/UFRN. Os dados de temperatura foram medidos com um termopar acoplado a um termômetro digital. A Figura 3 mostra o fogão em teste.



Figura 3. Fogão solar proposto em teste.

De acordo com a Figura 4 o processo de conversão da energia solar em energia térmica, para se concretizar, passa por alguns estágios, (Filho, 2008), como segue:

1. No primeiro estágio a radiação solar é captada através de uma superfície de coleção e refletida até o estágio de absorção e conversão da radiação solar em energia térmica.
2. No segundo estágio a radiação solar é absorvida e transferida ao fluido de trabalho que pode ser água, óleo, sais etc. que circula através de tubulações apropriadas, ou simplesmente um elemento absorvedor cujo rendimento térmico dependerá do formato e das propriedades do material empregado como, por exemplo, a emissividade ( $\epsilon$ ) e a absorvidade ( $\alpha$ ) que são parâmetros de projeto que assumem papel limitante.

Esquemáticamente, o ciclo de conversão global do sistema pode ser representado de acordo com o diagrama da Figura 4.

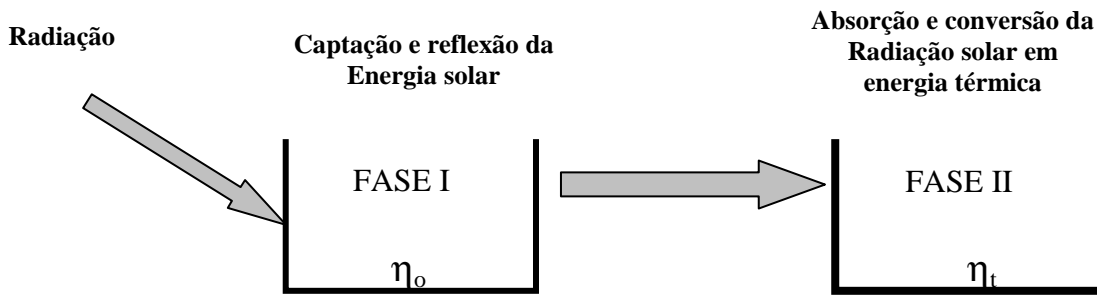


Figura 4. Esquema global do processo de conversão da energia solar em energia térmica.

Conforme indicado no diagrama acima se nota que a primeira fase do processo depende de um fator importante, a eficiência ótica, ( $\eta_o$ ). Dependendo do material e do grau de precisão que é construído a superfície de captação do sistema a eficiência ótica representa uma variável com características limitadoras no resultado global do sistema juntamente com a eficiência térmica, ( $\eta_t$ ) na segunda fase do processo. Outro fator importante deve ser considerado em qualquer projeto de conversão de energia radiante em outra forma de energia diz respeito à variação da intensidade de radiação em função da localização geográfica e de outros fatores associados a clima, época do ano e poluição atmosférica.

Contudo a eficiência útil do ciclo pode ser representada através da relação, equação (1):

$$\eta_u = \eta_o \times \eta_t \quad (1)$$

A potência útil do sistema, em (W) é dada pela diferença entre a potência absorvida e potência perdida, de acordo com a equação:

$$P_{\text{útil}} = P_{\text{abs}} - P_{\text{perdas}} \quad (2)$$

A potência absorvida pela panela é dada pela equação:

$$I_c \cdot A_u \cdot \rho \cdot k_{rd} \cdot \alpha_p = P_{\text{abs}} \quad (3)$$

Onde:

$I_c$  - Radiação instantânea coletada pelo sistema de captação de energia solar  $W/m^2$

$A_u$  - Área útil do concentrador. ( $m^2$ )

$r$  - Refletividade do concentrador (%)

$k_{rd}$  - Fração da radiação refletida que é absorvida pela panela (%)

$a_p$  - Absortividade da panela (%)

$P_{abs}$  - Potência máxima absorvida pela panela (W)

Considerando-se que perda radiativa da panela para o meio é desprezível, a perda total é convectiva, dada equação (4):

$$P_{perdas} = h_{ce} \cdot A_{lp} \cdot (T_{ep} - T_a) \quad (4)$$

Onde:

$h_{ce}$  - coeficiente de convecção entre a superfície externa da panela e o ar ambiente. ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ )

$A_{lp}$  - Área lateral da panela ( $m^2$ )

$T_{ip}$  - Temperatura externa da panela ( $^\circ C$ )

$T_{ep}$  - Temperatura ambiente ( $^\circ C$ )

O coeficiente de convecção pode ser dado pela equação (5), mostrado a seguir.

$$h_{ce} = \frac{K_{ar}}{L} \cdot C_k \cdot R_{aL}^n \quad (5)$$

Onde:

$K_{ar}$  - Condutividade térmica do ar ( $W/m^2 \cdot ^\circ C$ ).

$L$  - Altura da panela

$R_{aL}^n$  - Numero de Rayleigh

O coeficiente  $C_k$  e o expoente  $n$ , dependem do intervalo do numero de Rayleigh, sendo que: para  $n = 1/4$  o escoamento é laminar e para  $n = 1/3$  o escoamento é turbulento.

Para encontrar os valores de eficiências térmica, ótica e útil (total), utilizam-se as equações abaixo descritas:

$$P_u = A_c \cdot I_c \cdot \eta_b - h_{ce} \cdot A_p (T_p - T_a) \quad (6)$$

A eficiência óptica, ( $\eta_o$ ) do sistema, é dada pela seguinte equação:

$$\eta_o = \rho \cdot k_{rd} \cdot \alpha_p \quad (7)$$

A eficiência térmica, ( $\eta_t$ ) do sistema, é dada pela relação entre a energia útil ( $Q_u$ ) e o fluxo líquido de energia coletada, ( $A_c I_c \eta_o$ ). Assim:

$$\eta_t = \frac{P_u}{I_c A_c \eta_o} \quad (8)$$

O fator de concentração ( $C$ ) é definido como sendo a relação entre ( $A_c$ ) - área da superfície de coleção de energia solar e ( $A_r$ ) - área iluminada do absorvedor:

$$C = \frac{A_c}{A_r} \quad (10)$$

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Usando o equacionamento descrito no capítulo anterior calculou-se os parâmetros que diagnosticam a eficiência de um fogão solar, conforme o procedimento a seguir.

#### 1. Cálculo da energia térmica absorvida pela panela

Por intermédio da eq. (3) encontra-se a máxima energia que é absorvida pela panela a partir dos seguintes dados:  $I_c = 720 \text{ W/m}^2$ ,  $A_u = 0,32 \text{ m}^2$ ,  $\rho = 0,95$ ,  $K_{rd} = 0,90$ ,  $\alpha_p = 0,9$

Substituindo-se os valores na equação (3), abaixo, encontra-se que:  $Q_{abs} = 177,3 \text{ W}$

#### 2. Cálculo da potência útil

A energia perdida é calculada pela eq.(4), apresentando valor correspondente a  $Q_{perdido} = 8 \text{ Watts}$ .

Considerando-se que a perda pela parte superior da panela é da ordem de 10%, chega-se a um valor de perda pela panela de  $17,7 \text{ W} + 8 \text{ W} = 25,7 \text{ W}$

A potência útil calculada através da eq.(2), tem valor correspondente a  $P_{\text{útil}} = 177,3 \text{ W} - 25,7 \text{ W} = 151,6 \text{ Watts}$

#### 3. Cálculo do fator de concentração.

Através da eq.(10) calcula-se o fator de concentração utilizando-se  $A_c = 0,32 \text{ m}^2$  e  $A_{\text{foco}} = 0,002 \text{ m}^2$  resultando em  $C = 160$

#### 4. Cálculo da eficiência ótica.

$$\eta_o = \rho \cdot k \cdot \alpha_p = 0,95 \cdot 0,9 \cdot 0,9 = 0,77$$

#### 5. Cálculo da eficiência térmica

$$\eta_t = \frac{P_u}{I_c \cdot A_c \cdot \eta_o} = \frac{151,6}{720 \cdot 0,32 \cdot 0,77} = 0,854$$

Ressalte-se que foram desprezadas as perdas térmicas do absorvedor por radiação, em função do mesmo estar recoberto com um compósito isolante.

#### 6. Cálculo da eficiência útil

$$\eta_u = \eta_o \times \eta_t = 0,77 \cdot 0,854 = 0,66$$

Os valores calculados traduzem uma boa eficiência ótica, uma elevada eficiência térmica e uma significativa eficiência global, dos segmentos de espelho de pequena área que produziram uma superfície espelhada uniforme, adaptando-se ao perfil parabólico, mesmo sendo planos e da utilização do isolamento térmico na panela absorvedora.

A Tabela 1 apresenta os resultados do teste que avaliou a temperatura da superfície absorvedora do forno/fogão solar estudado e o gráfico da Figura 5 mostra o comportamento assumido por esses parâmetros. O forno/fogão solar foi colocado em exposição ao sol as 08:00 horas.

Tabela 1. Temperatura do absorvedor no foco do fogão solar.

TEMPO (Hora)	Taborvedor (°C)	Radiação solar direta (W/m <sup>2</sup> )
8:00 - 9:00	360,3	563,4
9:00 - 10:00	402,2	664,5
10:00 - 11:00	420,1	686,6
11:00 - 12:00	450,3	722,1
12:00 - 13:00	462,8	732,4
13:00 - 14:00	445,1	678,7
14:00 - 15:00	347,9	570,2
MÉDIA	412,7	661,1



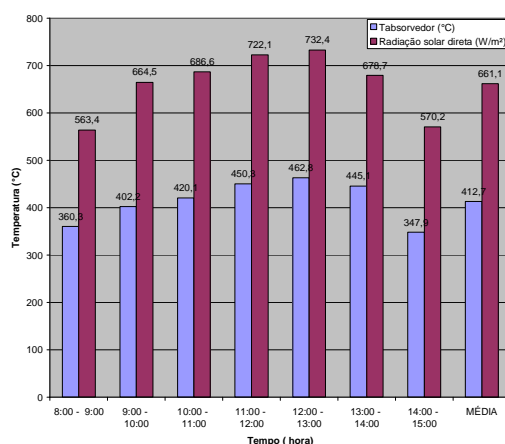


Figura 5. Comportamento assumido pela temperatura do absorvedor e radiação solar direta.

A temperatura máxima obtida com o fogão solar correspondente a 560°C foi significativa, própria para proporcionar a cocção de alimentos. A temperatura média para o período estudado, em torno de 413°C, também esteve dentro do nível propício para a cocção. O teste foi realizado para excelentes condições solarimétricas.

Outro teste realizado consistiu na ebulição de um litro de água que foi colocada na panela absorvedora na temperatura de 30°C. A panela foi colocada no fogão alguns minutos antes do início do teste. A água foi colocada na panela as 10:00 horas. A Tabela 2 apresenta os resultados do teste para ebulição de água.

Tabela 2. Resultados do teste para ebulição de água.

Tempo (hora)	T <sub>panela</sub> (°C)	T <sub>água</sub> (°C)
10:00	64	36
10:05	90	43
10:10	102	48
10:15	105,3	52
10:20	104	51
10:25	111	62
10:30	111	65
10:35	115	70
10:40	120	75
10:45	123	78

Transcorridos 45 minutos, sob excelentes condições solarimétricas, com média de radiação em torno de 900W/m<sup>2</sup>, a água, na quantidade testada, não atingiu a temperatura de ebulição. Percebeu-se que a baixa magnitude da potência que alcançava a panela absorvedora não proporcionava a ebulição em tal quantidade de água.

Realizou-se então um outro teste, diminuindo-se a quantidade de água, com volume igual a 500 ml, obtendo-se a sua ebulição. O novo teste começou as 11:20 horas para a mesma temperatura inicial da água e mesmo procedimento adotado no primeiro teste. A Tabela 3 apresenta os resultados do segundo teste para ebulição de água.

Tabela 3. Resultados do segundo teste para ebulição de água.

Tempo (hora)	T <sub>ÁGUA</sub> (°C)	T <sub>Panela</sub> (°C)
11:20	36	37,5
11:25	64	85
11:30	77,5	126
11:40	82	150
11:50	93	196
12:00	100	200

Apesar de a água ter chegado a ebulição constatou-se um tempo elevado para a obtenção desse fim, explicado pela pequena potência que atinge a panela absorvedora, em função da diminuta área para captação de radiação solar direta pela parábola refletora.

Mesmo com essa precária condição realizou-se um teste para o cozimento de uma pequena quantidade de macarrão, 100 g, obtendo-se sucesso, porém para um tempo de cocção também elevado.

Percebeu-se que as temperaturas alcançadas são extremamente significativas, mas devido a pequena área da parábola captadora e refletora da radiação solar direta, a potência que chega a panela inviabiliza a cocção de quantidades adequadas de alimentos para uma família, necessitando-se, pois, de um aumento da mesma. Para aumentar a área de captação do fogão acrescentou-se mais uma parábola à estrutura, duplicando-se, portanto, a potência gerada pelo fogão solar. A Figura 6 mostra o fogão solar proposto com área duplicada, através da incorporação de mais uma sucata de antena parabólica.



Figura 6. Fogão solar com duas parábolas.

## 5. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A parábola captadora e refletora do fogão solar precisa ser aumentada para ter uma área que propicie uma potência significativa na panela, capaz de produzir a cocção de alimentos;

O fogão solar proposto pode ser viável para o fim de cozimento de alimentos, podendo trazer substancial economia e minimizar problemas de ataque à ecologia, principalmente no que diz respeito ao desmatamento por uso de lenha;

É de fácil construção, uma vez que não necessitou da construção de parábola e foi feito em estrutura que utilizou perfis metálicos de sucata de bureau, e é fácil de operar;

Os processos de montagem e desmontagem do fogão proposto são simples, necessitando apenas de um treinamento prévio;

O tamanho dos vários segmentos de espelhos que compõem a parábola refletora foi fundamental para a obtenção de uma temperatura de foco mais significativa;

O custo de fabricação do fogão proposto fica em torno de 40 reais, estando bem abaixo da faixa média para tais protótipos entre 150 e 300 reais, para fins que não visam lucro;

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bezerra, A. M.; 2001, "Aplicações térmicas da energia solar"; Editora Universitária – UFPB, 221 p. João Pessoa.
- Consolar; 2001; Cocinas Solares, CENSOLAR(Centro de Estudios de la Energia Solar), PROGENSA, Sevilla.
- Filho, J.R.S.; 2008, "Projeto, construção e levantamento de desempenho de um concentrador solar cilindro parabólico com mecanismo automático de rastreamento solar", Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN – Natal/RN.
- Lion, C. A. P. Q.; 2007, "Construção e análise de desempenho de um fogão solar à concentração utilizando dois focos para cozimento direto", Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN – Natal/RN.
- Melo, A. V.; 2008, "Projeto, construção e análise de desempenho de um forno solar alternativo tipo caixa a baixo custo"; Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica da UFRN – Natal/RN.
- Souza, L.G.M.; MELO, A.V.; 2006, "Fogão solar alternativo tipo caixa a baixo custo", V CONEM – Congresso Nacional de Engenharia Mecânica, Recife-Pe.
- Souza, L.G.M.; Queirós, W.F.; 2005, "Optimization project of the construction and efficiency analysis of a solar cook for food cooking"; 18th COBEM - International Congress of Mechanical Engineering, Ouro Preto, MG.
- Souza et.al.; 2007, "Bifocal concentration solar cook for direct cooking", 19th COBEM – International Congress of Mechanical Engineering, Brasília– DF.



- Souza et.al., 2008, “Forno solar de baixo custo utilizando como elemento base um pneu usado”; XIV CONGRESO IBÉRICO Y IX CONGRESO IBEROAMERICANO DE ENERGÍA SOLAR, España.
- Varella, F.K.O.M.; 2004, “Tecnologia solar residencial: inserção de aquecedores solares de água no Distrito de Barão Geraldo”- Campinas”, Dissertação de Mestrado da Faculdade de Engenharia Mecânica da UNICAMP, Campinas - São Paulo.

## 1. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

### SOLAR COOKING WITH ANTENNA PARABLE RECYCLABLE

*Abstract. It presents a solar cooker to the concentration constructed from a scrap dish. Will be presented their manufacturing processes and assembly and results of tests to determine the temperature and length of time of cooking of some foods. In preliminary tests reached the temperature of an outbreak of 500 ° C. This stove has great advantage that there is no (small area) of the shadowed area in the parable reflector formed by small pieces of plane mirrors, since their focus is outside the parabola. The solar cooker has manufacturing costs very low as it can be built with scrap materials, with the exception of the mirrors that cover the reflective surface of about 0.3 meters. This prototype can be a great contribution towards the provision of solar cookers, especially in the Northeast, preferred over the solar potential, combating desertification and the emission of pollutants by the massive use of firewood, causing ecological imbalance in the region. Mass use of solar cookers can be an important contribution to alleviating the suffering of millions of Brazilians who do not have the energy to cook food.*

*Key words: solar energy, solar cooker, recyclable materials, low cost.*