

COCÇÃO SOLAR- CONSTRUÇÃO E TESTES DE UM FOGÃO SOLAR TIPO CAIXA COM CPC- FOGSOLAR-FAE

Elielza Moura de Souza Barbosa – elimsb@hotmail.com.br

Naum Fraidenraich – nf@ufpe.br

Diego Oliveira Silva – diegoliveirasilva@gmail.com

Adriano Gouveia – adrianogouveia04@yahoo.com.br

Rinaldo Melo Oliveira – rinaldom@click21.com.br

Eduardo Moura Vilaça – eduvilaca@gmail.com

Universidade Federal de Pernambuco, Departamento de Energia Nuclear
Grupo de Pesquisa em Fontes Alternativa de Energia

2.4 Coletores de concentração e fogões solares

Resumo. *A cocção solar como um sistema experimental desperta investigação a mais de 300 anos. No entanto, nas últimas décadas o desenvolvimento da tecnologia de cocção solar tem crescido rapidamente. Este trabalho descreve um protótipo de fogão solar o SOLARFOG-FAE 1 constituído por coletor tipo caixa com concentração, a seleção de materiais para a sua constituição e os testes de seu desempenho em função da irradiação incidente. Vinte e duas unidades foram construídas e instaladas na região do Semi-árido do Nordeste. Os resultados obtidos mostram que temperaturas da ordem de 100 -145° C são obtidas na grade base do fogão permitindo que tanto processos de assar como de cozer alimentos possam ser realizados.*

Palavras-chave: *Energia Solar, Fogão e Cocção solar, transferência de tecnologias renováveis*

1. INTRODUÇÃO

A utilização de recursos naturais na preparação e conservação de alimentos pelo homem vem sendo praticada ao longo dos tempos. Algumas dessas práticas como por exemplo, a secagem de frutas, grãos e carne ao ar livre sem maiores aparatos, mesmo com baixas eficiências não degradam a natureza. No entanto, algumas outras, como a cocção dos alimentos pela queima direta da madeira ou na forma de carvão vegetal, acarretam muitos prejuízos ao ambiente e diretamente ao próprio indivíduo. Em contraponto a utilização do recurso solar, uma velha idéia tanto como a utilização da lenha, para o cozimento de alimentos não apresenta nenhuma consequência prejudicial ao meio ambiente.

Os pioneiros fogões solares datam do século XIX e foram banidos pelo advento do petróleo e posteriormente da eletricidade. Com o grande impulso da energia solar, nos anos cinquenta, a cocção solar ressurgiu como uma das aplicações cotadas de grandes possibilidades de penetração e aceitação, o que infelizmente não ocorreu. Atualmente, a cocção solar apresenta-se em múltiplas concretizações: modelos simples, manufaturados e de baixo custo (Esteves e Cortegoso, 1996; Saravia, 2003) ou sofisticados e já industrializados, (Sun-CO, 2000). No entanto, a introdução e a transferência da tecnologia continuam a apresentar problemas de aplicabilidade e utilização no cotidiano acarretando mais uma vez o abandono dos equipamentos. Diversos pesquisadores e organizações têm apresentado modelos de fogões e/ou fornos solares apropriados as mais diversas localidades e classes socioeconômicas. Como exemplos significativos e representantes da importância e amplitude dessa aplicação tecnológica podem-se citar: os estudos e projetos de cocção solar dentro do Sub-programa IV do Programa de Ciência e Tecnologia para o Desenvolvimento- CYTED, (NUTECSA), os diversos modelos desenvolvidos pelos argentinos, (Lessino, 2000), os fogões sola-

res instalados na Ilha Titicaca na Bolívia, pelo grupo suíço ULOG (ULOG Group, 1999), os modelos patenteados na Costa Rica, (Nandawani, 1984, 2003), os exemplares instalados na Índia (Sandhaya, 2004), os modernos fogões industrializados de Portugal (Pereira, 2002), entre outros.

No Brasil, os registros localizados datam da década de setenta, com os precursores do Laboratório de Energia Solar da Universidade Federal da Paraíba chegando, em parceria com um grupo alemão, a construção de uma pequena unidade fabril, (B.O, 2000). Mais recentemente, diversas notícias sobre o desenvolvimento de fogões solares têm surgido em noticiários e em trabalhos acadêmicos apresentados em eventos científicos.

No entanto, até o momento são pouquíssimos os projetos que contam com um planejamento e financiamento mais abrangente por um período que permita não só o desenvolvimento, a instalação e testes de desempenho de protótipos, mas sim, também o acompanhamento sistemático do desempenho dos equipamentos em reais condições e principalmente da eficácia dessa aplicação. A aplicação é apropriada, há modelos de fogões eficientes, de fácil manejo e de baixo custo. Por que os usuários, mesmo passando por processos seletivos e de treinamentos, abandonam seus equipamentos depois de algum tempo.

A inserção da aplicação da cocção solar em comunidades rurais, relacionada nesse trabalho, faz parte do objeto de um convênio firmado entre o Ministério de Minas e Energia do Brasil e o Instituto de Desenvolvimento Científico e Tecnológico de Xingó (Projeto MME- IX). A meta visa, além do desenvolvimento de exemplares de fogões solares pré-fabris, a instalação de 20 unidades em comunidades, oficinas de treinamento sobre o manejo dos fogões, o monitoramento do desempenho, das modalidades de utilização espontâneas e do nível de aceitação pelos usuários dessa aplicação tão apropriada e eficiente, mas que, historicamente não tem se firmado como uma aplicação da tecnologia solar eficaz.

O presente trabalho apresenta, como I parte dos resultados obtidos dentro do citado convênio, um modelo de fogão solar, tipo caixa com concentração e de fácil manejo, fundamentado no protótipo desenvolvido no Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia da Universidade Federal de Pernambuco (Grupo FAE-UFPE) para localidades rurais do Semi-árido do Nordeste do Brasil (6 a 15°S) e que ainda utilizam a lenha nativa como combustível para o cozimento dos alimentos. Descreve os procedimentos, a constituição final obtida visando um exemplar pré-fabril, mais leve e de menor custo e os resultados técnicos obtidos da variação da temperatura atingida pelo equipamento em função da radiação incidente e do tipo de isolamento e de refletor utilizado. A II parte, abordando o processo de transferência e de aceitação da tecnologia pelos usuários será apresentado posteriormente em outra oportunidade.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

Dados do Balanço Energético Nacional (BEN, 2005) acusam que o consumo final de energia total no Brasil cresceu cerca de 128% nas últimas três décadas (1974 a 2004). Considerando a última década de dados completos e disponíveis em milhões de toneladas equivalentes de petróleo (10^6 tep, salvo referência contrária), observa-se um crescimento total de 131,55 para 178,15, ou seja, um crescimento de 35% no período porém com grandes oscilações. Em termos de média anual 3,5%. Especificamente, para o setor residencial os valores são de 178,6 e 213,6, o que resulta numa taxa média anual de 2,0% também com grandes oscilações.

Considerando o setor residencial e as fontes mais diretamente envolvidas com o tema de trabalho, *lenha e carvão vegetal*, os dados mostram que: o consumo de lenha caiu de 18,4 para 8,1 um decréscimo de cerca de 56% nos últimos 30 anos (1974 a 2004) e o de carvão vegetal decresceu 18% (0,611 para 0,515 10^6 tep).

Ou seja, os consumos residenciais da lenha e do carvão vêm diminuindo bastante numa taxa média anual de 2,8 e 0,9% respectivamente. No entanto, a partir de 1995, observa-se uma recuperação no consumo de lenha, numa taxa média anual de cerca de 2,0% enquanto que o consumo de carvão vegetal continua decaindo a 0,2% .

Em relação ao consumo final, observa-se que em 1974 o consumo da lenha representava cerca de 83%, permanecendo numa faixa entre 82% a 62% até 1985. Entre 1986 a 1998 os percentuais situavam-se na faixa de 58% a 31%, depois o consumo aumenta chegando em 2004 a 38% do consumo final, $8,07 \cdot 10^6 \text{ tep}$, valor semelhante aos apresentados entre 1990 a 1992 de $7,9 \cdot 10^6 \text{ tep}$.

Esses resultados refletem a expressiva alteração da matriz energética residencial, caracterizada pelo aumento da participação do GLP e da eletricidade e em detrimento da lenha, no consumo total. O consumo residencial de GLP que vinha decrescendo desde o ano 2000, apresentou em 2004 um crescimento de 2,1%.

Porém, é a eletricidade que tem se confirmado como a principal fonte de energia residencial. Atualmente sua participação é de cerca de 6,8 , 32% do consumo final. Em 1974 era de 4,6 (27%) e em 1994 representava 27% do consumo final com 4,8 . Taxa de crescimento média anual de 4% na última década.

Grande parte da redução no consumo residencial de lenha deve-se a incorporação de novos hábitos na elaboração dos alimentos com a aquisição de fogões a gás (GLP). A eletricidade praticamente não é utilizada no setor residencial para cozimentos dos alimentos. No entanto, uma expressiva parcela é utilizada em outras atividades domésticas como no aquecimento de água para banho em localidades rurais de clima frio, prática habitualmente realizada no fogão a lenha antes da chegada da *luz*.

Vale salientar as diferenças regionais existentes no Brasil. Os habitantes das zonas rurais do Semi-árido Nordeste, particularmente dos estados de Pernambuco, Sergipe, Bahia e Alagoas não utilizam a fonte eletricidade no cozimento dos alimentos e para o aquecimento de água. Utilizam um manejo combinado de lenha, carvão vegetal para o cozimento da alimentação básica, feijão, milho e mandioca, e utilizam o gás butano (GLP) durante a noite para a preparação de pratos rápidos para a ceia, como café, arroz e ovos. Mesmo o café, logo cedo da manhã, normalmente é feito no fogo à lenha. Cerca de 13% dos domicílios com fogo a GLP dispõem, também, de fogo a lenha disponível a qualquer tempo, possibilitando o retorno ao consumo da lenha

O alto preço do gás em relação ao baixo poder aquisitivo limita o aumento da utilização desde combustível. A degradação ambiental, principalmente proveniente dos desmatamentos, acarreta cada vez mais longas distâncias e tempo para a coleta da lenha e cada vez mais os habitantes utilizam espécies em extinção naturais da caatinga.

Dois outros fatores relacionados com queima da lenha merecem destaque: efeitos prejudiciais diretamente à saúde dos usuários: a queima de biomassa, em ambientes fechados, expõe os usuários a fumaça proveniente da combustão causando doenças respiratórias. Os usuários mais atingidos são as mulheres e crianças que adquirem doenças respiratórias graves; Por outro lado, habitualmente os fogões à lenha são muito ineficientes. Segundo, Kammen (1992) a queima ineficiente da lenha pela ausência de oxigênio suficiente para transformar todas as moléculas de carbono na forma de CO_2 . pode produzir em outros compostos diferentes do CO_2 do combustível que tem uma contribuição maior no efeito estufa do que a contribuição do dióxido de carbono. Por exemplo, o monóxido de carbono (CO) que provoca um efeito estufa cinco vezes maior, o metano (CH_4) cerca de 23 vezes maior e o dióxido de nitrogênio, 280 vezes mais nocivos para o efeito estufa.

3. DESCRIÇÃO DO FOGÃO SOLAR- *FOGSOLAR-FAE*

O projeto conceitual do fogão solar desenvolvido pelo Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia da Universidade Federal de Pernambuco baseia-se no modelo de fogão solar tipo caixa com concentração semelhante ao apresentado por Colares Pereira, (2002). Esse modelo de fogão solar é basicamente composto pelas seguintes partes: *a caixa*, suporte estrutural isolada termicamente; *a câmara interna*, uma secunda caixa composta pelos espelhos concentradores junto com a base absorvedora; a cobertura, área de material transparente que permite a entrada da luz solar e dificulta a saída do calor produzido, reduzindo assim as perdas térmicas, e uma segunda tampa composta de um material estrutural na parte externa e na interna de material refletor que redireciona

os raios para a câmara interna aumentando a energia coletada e ao mesmo tempo servindo de tampa de proteção à cobertura de vidro quando o fogão encontra-se fechado, ou seja, fora de uso.

O primeiro protótipo desenvolvido foi constituído de madeira e espelhos de vidro apresentando dimensões pouco práticas, bastante pesado e muito vulnerável a danos físicos. Uma segunda versão, bastante melhorada, ainda em madeira e espelhos de vidro, apresentava dimensões externas de 0,71 x 0,75m, cerca de 0.5 m² de área de abertura, 0,3 m de altura e cerca de 36 kg. Na Fig.1 constam ilustrações dos modelos citados.

Os estudos continuaram objetivando um equipamento, mais prático, leve e durável e de menor custo. As dimensões foram adaptadas visando um melhor aproveitamento dos materiais utilizados e disponíveis no mercado local. A caixa estrutural foi moldada em fibra de vidro e três unidades, com as mesmas dimensões, foram construídas. Cada um dos exemplares recebeu diferentes tipos de materiais como isolamento e refletor e testes foram realizados com o objetivo de selecionar a melhor opção de configuração entre as alternativas existentes. Na Fig. 1d) consta foto ilustrativa do tipo fogão exemplar-teste com detalhe da câmara interna.

Como isolante térmico foram testados: espuma de poliuretano e lã de rocha; como superfície refletora foram testadas duas alternativas, espelho de inox de 1mm e espelho de vidro de 2mm; como superfície de abertura foram testadas duas coberturas de vidro duplo de 2 e 3 mm separados por uma camada de ar de 3mm (chamada gap).



Figura 1- Ilustrações de fogões solares: a) primeiras unidades (FAE) em madeira, no fundo vista do exemplar, modelo comercial português; b) fogão exemplar teste (FAE), detalhe da câmara interna a esquerda; c) montagem do isolamento em fibra de rocha, d) exemplar em teste.

4. RESULTADOS OBTIDOS

4.1 Testes- Seleção de materiais

Na Tab. 1, constam as principais configurações testadas. Os três exemplares de testes, denominados fogões 1, 2 e 3 foram colocados ao ar livre ao mesmo tempo às 08:00h, direcionados para o Norte Verdadeiro com dos sensores de temperatura (tipo LM-35) inseridos dentro da câmara de cada um dos exemplares. Cada exemplar recebeu 2 sensores: um colocado em contato direto com a chapa absorvedora e um segundo colocado dentro de um recipiente com 1 litro de água. As tempe-

raturas atingidas e a ambiente com a irradiação incidente também foram monitoradas via um sistema de aquisição de dados durante todos os dias de testes.

Os resultados obtidos das temperaturas máximas atingidas dentro dos recipientes nas câmaras dos fogões 1, 2 e 3 para três dias de testes (21-23/03/06) constam na Tab.1.

Tabela 1. Características dos exemplares- testes dos fogões solares -FAE.

Composição			Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Caixa estrutural			Fibra de vidro	Fibra de vidro	Fibra de vidro
Isolante (kg/m ³ ; BTU in/h- ft ²)			Poliuretano (24-48; 0,10-0,15)	Lã de rocha (160 ; 0,38-0,55)	Lã de rocha (160 ; 0,38-0,55)
Superfície absorvedora (espessura, mm)			Chapa de alumínio (1)	Chapa de alumínio (1)	Chapa de alumínio (1)
Superfície refletora (espessura, mm)			Espelho de vidro (3)	Espelho de inox (0,4)	Espelho de inox (0,4)
Superfície abertura (mm; kg)			Duplo Vidro (3 ; 6,8)	Duplo vidro (2; 5,0)	Duplo vidro (3; 6,8)
Peso total (kg)			30	25	27
Dia/Rad.diária (kWh/m ²)	80	6,20	127,0	128,9	137,3
Temperatura máxima (°C)	81	4,65	116,2	109,7	125,2
Sensor (LM35) recipiente	82	3,79	99,1	102,2	96,8

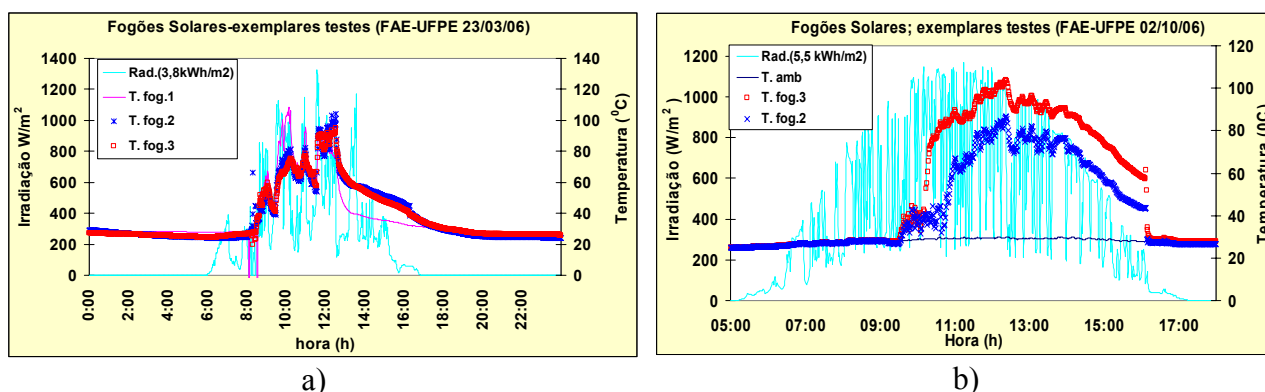


Figura 2- Evolução das temperaturas (sensor chapa) dos exemplares-testes com a radiação incidente ao longo dos dias Julianos 82 e 275 em 23/03 e 02/10/2006, Recife, PE.

A Fig. 2a mostra as evoluções das temperaturas nas câmaras internas ao longo de dois dias. Um dia (23.03.06) não muito bom, com cerca de 3,79 kWh/m², de radiação global média diária, mas que mesmo assim, os exemplares atingiram temperaturas próximas aos 100°C, e um dia muito bom (02/10/06) com cerca de 5,5 kWh/m² de radiação global média diária.

Os resultados obtidos mostraram que: o material *lã de rocha* apresentou melhores resultados em relação à espuma de poliuretano. Fato bastante previsível já que esse tipo de isolante apresenta um coeficiente de condutividade térmica menor e é mais adequado para isolamento em baixas temperaturas. A facilidade de aplicação e o baixo peso induziram o teste. Vale observar como a temperatura do fogão 1 sobe mais rapidamente com o aumento da radiação, mas, ao mesmo tempo decai rapidamente acusando um isolamento deficitário, Fig. (2a).

Em relação à superfície refletora, a chapa de inox apresentou globalmente melhor resultado. Os ganhos com a diminuição no peso do equipamento, o custo e a durabilidade prevaleceram em detrimento de uma melhor eficiência ótica proporcionada pelo refletor de espelho de vidro.

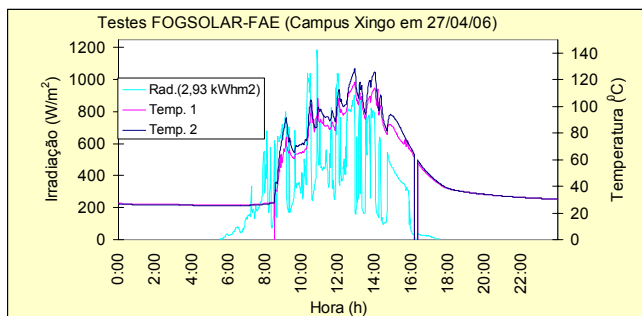
A superfície de abertura constituída de placas de vidro liso e transparente permanece apresentando um ponto de alta possibilidade de ocorrências de danos físicos e uma grande participação no peso total do equipamento. A opção da cobertura dupla de vidro e gap de 3mm foi a selecionada. O ganho proveniente de um melhor isolamento e diminuição de perdas térmicas, conseqüentemente do alcance de maiores temperaturas, embora mais pesado cerca de 1,8 kg, prevaleceu. Este resultado, pode ser melhor observado em dias de boa insolação como o dia (02/10/06), apresentado no gráfico da Fig. 2b).

Portanto, como resultado final, obteve-se um protótipo, o *FOGSOLAR-FAE*, constituído de fibra de vidro, substituindo a madeira, e folhas de aço inox como superfície refletora, substituindo as superfícies de espelho de vidro. A área de abertura permaneceu com uma cobertura dupla de vidro de 3mm e a superfície absorvedora em chapa de alumínio enegrecida.

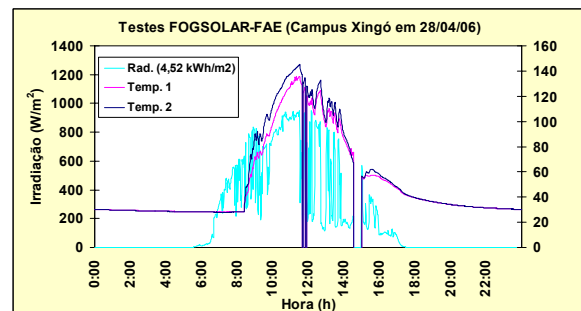
4.1 Testes- Caracterização do fogão solar *FOGSOLAR-FAE*

Definida a constituição do fogão, foram realizados diversos dias de testes com o objetivo de caracterizar melhor o equipamento tanto para verificar a evolução da temperatura como para testar o equipamento quando em funcionamento durante a cocção de alimentos. O grupo de gráficos da Fig. 3 mostra alguns dos resultados obtidos. A Fig.3a mostra o resultado para testes realizados na região do Semi-árido do Nordeste (região Xingo). Os testes foram realizados com dois sensores de temperatura (Tipo LM-35) colocados em dois pontos; um em contato com a chapa absorvedora e o segundo dentro do recipiente (panela de cor preta) contendo água. Observa-se como a temperatura no interior do recipiente é maior que a alcançada pela chapa absorvedora. Neste teste, foi incorporada a recomendação de, no sentido de melhorar a transferência de calor entre a chapa e o recipiente, afastando-se cerca de 1,5 cm o recipiente da chapa absorvedora.

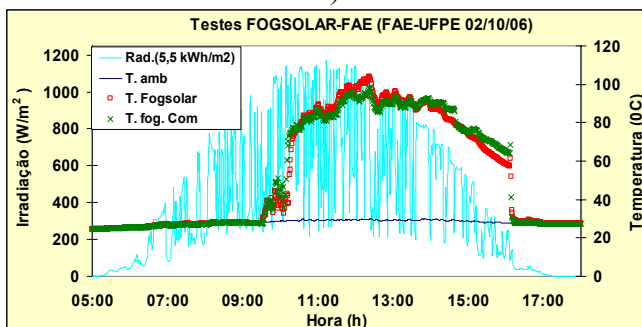
Importante observar que no uso diário do fogão a temperatura inicial é um pouco maior que a ambiente, quando no final do dia se fecha a tampa externa do fogão. Ou seja, no final do dia terminado o uso do fogão a tampa externa deve ser fechada, durante a noite, com a ausência de radiação, ocorre resfriamento mas, a câmara interna permanece um pouco aquecida até o nascer do sol do novo dia. Fato exemplificado nos gráficos da Fig. 3. No início do dia 27/04 a temperatura na câmara era de cerca de 26,5 °C, depois do período de insolação o equipamento resfriou até atingir cerca de 30 °C e manteve essa temperatura até o início do outro dia, 28/04, Fig. 3b).



a)



b)



c)



d)

Figura 3- Caracterização do fogão solar FOFSOLAR-FAE: a , b) testes na região do Semi-árido; c) testes comparativo com um fogão solar importado e já comercial; d) fogões- ilustrações

A Fig. 3 c), mostra os resultados obtidos num teste comparativo do comportamento do FOG-SOLAR-FAE com um fogão solar comercial importado (fog.com). Observa-se que os resultados são bastante semelhantes, ambos atingiram temperaturas máximas da ordem de 105°C e permanecem por várias horas com temperaturas acima dos 70°C .

Tendo em vista o objetivo do Projeto MME-IX, de difundir e transferir a tecnologia da cocção solar às comunidades no semi-árido do NE, vinte e duas unidades do exemplar *FOGSOLAR-FAE* foram construídas e todas testadas no Campus da UFPE-FAE antes de serem transferidas a região do semi-árido, Fig. 3 d).

Diversos tipos de alimentos e de comidas foram testados com sucesso, Fig. 4. Os resultados mostram que o tempo de cozimento, função da radiação incidente, é influenciado pelo modo de preparo do alimento e inclusive do tipo de recipiente utilizado. Alguns resultados, para alimentos preparados e cozidos em dias de boa insolação, níveis diários acima de $5,0 \text{ kWh/m}^2$ são: 10 Pães de 100g e café preto tipo soldado (28 minutos); 500g de Arroz branco (50-60 mim); 500g de feijão verde com carne e queijo (120-200 mim); 250g de massa de Cuscuz (30-60 mim), 500g peixe cozido com batatas (50-60 mim), 500g peixe assado sem óleo (60-80 mim).



Pão e café: 0,5 h



Cuscuz de milho: 0,5-1 h



Feijão verde: 1-1,1 h



Baião de Dois: 2-2,2 h
(feijão+ carne+ arroz + queijo)

Figura 4- Caracterização do fogão solar FOFSOLAR-FAE: Tipos de alimentos e tempo de cozimento para níveis médios diários de radiação incidente acima de $5,0 \text{ kWh/m}^2$.

Visando diminuir o risco da utilização dos fogões de forma inadequada foram construídos 22 kits compostos cada um por um fogão solar, uma mesa de suporte, duas painéis pretos , luvas e cartilhas de divulgação e explicativas do manejo do fogão com algumas receitas sugestivas.

O processo de transferência da tecnologia do uso do fogão solar *FOGSOLAR-FAE* às comunidades no Semi-árido do NE faz parte dos objetivos do projeto e estar sendo realizada por uma equipe multidisciplinar e será abordada em detalhes em outra oportunidade. A título de informação a Fig.5 mostra algumas ilustrações da entrega dos fogões aos usuários.



Exemplares dos fogões construídos



Kit *FOGSOLAR-FAE* sendo utilizado



Figura 5- Ilustrações dos exemplares do *FOGSOLAR-FAE* construídos e em utilização pelos usuários durante os cursos de treinamento e capacitação.

5. COMENTÁRIOS

Os resultados experimentais obtidos mostram que:

- O modelo de fogão solar *FOGSOLAR-FAE* apresenta um bom desempenho térmico alcançando temperaturas da ordem de 100 a 140 °C por cerca de 5 horas para dias com níveis de radiação superiores a 5,0 kWh/m²;
- O desempenho apresentado pelo *FOGSOLAR-FAE* é compatível com o apresentado pelo exemplar comercial importado;
- A utilização da chapa de inox substituindo o espelho de vidro como superfície refletora não compromete o desempenho térmico do fogão solar. Torna-o mais durável, robusto e mais leve;
- A cobertura dupla de vidro, com um “gap” entre eles, reduzindo as perdas térmicas, principalmente as conectivas, torna o fogão muito mais eficiente;
- Estudos devem continuar no sentido de baixar ainda mais o custo do fogão desenvolvido;
- O desenvolvimento de uma política pública apoiando a divulgação dessa aplicação tecnológica deve ser incentivada;

- O processo de transferência merece ser cuidadosamente implantado, buscando diminuir a possibilidade dos usuários abandonarem os equipamentos e voltarem ao uso da lenha.

Agradecimentos

Os autores agradecem a dedicação dos técnicos do Grupo de Pesquisas em Fontes Alternativas de Energia, Aguiar, Jane, Marcelo e Eric e da Unidade de Projeto Energia do Instituto Xingó, Elaine, José Carlos. Ao Ministério de Minas e Energia pelo apoio financeiro no desenvolvimento do projeto MME-IX.

REFERÊNCIAS

- BEN-2004 Balanço Energético Nacional Ministério de Minas e Energia do Brasil.
- B.O, Boletim Enfoque- Aonde Vamos. 2000. A Paraíba e os Fogões Solares- Pioneirismo Renovador. Ed. 010- Agosto/2000
- Esteves, A., Cortegoso, J.L., 1996. Manual de autoconstrucción de um modelo de Horno solar e cocina solar plana. Promoción de cocinas solares para las zonas energeticamente aisladas del territorio provincial. Mendoza, Argentina.
- Lessino, G., 2000. História da energia solar- Argentina 1981-2000. ISES-ASADES 2000.
- Nandawani, S.S., 1984, 2003. La Cocina-Horno Solar: Hágadala usted mismo. Editorial Fundacion UNA, Costa Rica. ISBN 9977-906-39-4.
- Narasimha Rao, A. V., Subramanyam, S. 2003. Solar cookers- part I: cooking vessel on lugs. Solar Energy, vol. 75, pp 181-183.
- Noumi, M.R., Mullick, S.C., Kandpal, T.C., 2004. Energetics of Box type solar cooker utilisation in Índia. World Renewable Energy Congress VIII (WREC 2004)
- NUTECSA- Nuevas Tecnologías para la Cocina Solar de Alimentos y RICSA- Rede Iberoamericana de Cocina Solar dos Alimentos, Subprograma VI, Programa CYTED, Coordinador, Luiz Saravia, Univ. de Salta- Argentina.
- Kammer, D. M., 1992. Fumaça de Madeira pode ser mais perigosa do se pensava, Entrevista durante a Conferência Mundial de Cozimento Solar, 1992
- Pereira, M.C., Oliveira, J. C., Branco, R., Homens, J.M., 2002. SUN COOK: Novo forno solar concentrador do tipo caixa, incorporando ótica do tipo coletor parabólico composto. Anais do XI Congresso Ibérico e VI Iberoamericano de Energia Solar, Vilamoura, Portugal-SPES.
- Sandhaya and Savita S., (2004). Benefits and constraints in the use of solar cooker. World Renewable Energy Congress VIII (WREC 2004).
- Saravia L., Caso R., Fernandez C., 2003. Cocina solar de construcción sencilla. Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente. Vol. 7. ISSN 0329-5184.
- SUN-CO, 2002. www.sun-co.pt
- ULOG Grupo, (1999). Yumani, Island of the Sun. SunWorld Vol. 23 No. 2, June 1999.

SOLAR COOKER – BUILDING AND EXPERIMENTAL TESTES OF THE ONE BOX SOLAR COOKER WITH CPC REFLECTORS FOGSOLAR-FAE

Abstract. *This paper reports the development of a prototype solar over, the FOGSOLAR_FAE. This conceptual is based on a solar over box with concentrator mirrors. It shows the selection of materials for its construction and performance tests in function of the incidence of irradiation. 22 units were built and installed in the Semi-arid region. The results shows that 100 to 140 °C is obtained for 5 hours in the grill base of the over, at an average daily radiation above 5,0 kWh/m², which permits many processes of grilling and also cooking of foodstuffs can be carried out.*

Key words: Solar over, Solar cooking, Solar energy, Transference of removable technology.