

7

UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIENCIAS

DEPARTAMENTO DE FISICA

DISCIPLINA: ENERGIAS RENOVAVEIS

TEMA: FOGÕES SOLARES

DISCENTE: COME, EMILIA INES

DOCENTE: Dr. CUAMBA, BOAVENTURA  
*Dr.* ATAIDE

Revisão 7  
Im-die

## 1 - INTRODUÇÃO

O emprego da energia solar para suprir as necessidades energéticas do futuro, não significa em absoluto que possa a mesma substituir de maneira integral as demais formas de energia ainda hoje utilizadas pelo homem. A intermitência solar, condições atmosféricas, o movimento aparente do sol, constituem problemas de difícil solução ou mesmo equacionamento, impossível para que possa este tipo de energia ser utilizada de maneira contínua e ininterrupta. Estes fatores que representam o aspecto negativo da utilização da energia solar, não invalida contudo o trabalho até hoje desenvolvido no mundo todo no sentido de dar a este tipo de energia uma conotação prática e racional. A seca, o grande problema nordestino, é uma prova inconfundível da potência energética solar. Este mesmo sol cuja radiação tem causado tantos efeitos prejudiciais durante as estiagens, poderá ser vantajosamente aproveitado para acionar bombas, destiladores, aquecer água para utilização doméstica e industrial, para secar frutos, carnes, peixes, grãos etc, climatização, conversão de energia, cocção de alimentos etc. O fogão solar é hoje um fato comprovado já tendo sido objeto de estudo por vários pesquisadores no âmbito internacional. A maioria dos fogões solares existentes funcionam à concentração, muito embora existam outros tipos que aproveitam o efeito estufa como é o caso do protótipo desenvolvido por M. TELKS e ainda o sistema misto desenvolvido por S. PRATAOs sistemas a concentração são normalmente constituídos de captores de forma parabólica, semi-esférica, cilindro-parabólica, cônica e tronco-cônica. Estes sistemas, para que possam apresentar um desempenho satisfatório, necessitam de radiação direta, céu claro e sem nebulosidades.

Existem contudo estudos de cozinhas solares conhecidas como "cozinhas energizadas" onde não se faz necessariamente preciso a utilização do brilho solar. Estes estudos no entanto conduzem ainda a projetos dispendiosos o que não nos anima a desenvolvê-los por se encontrarem de encontro à filosofia adotada, qual seja, a de projetar e desenvolver fogões robustos, simples, de baixo custo e eficientes, mais especificamente destinados à prática do "camping" e com maiores simplificações, para serem utilizados e até mesmo construídos pelas populações rurais de baixa renda. Foi com base nesta linha de raciocínio que o LES desenvolveu inicialmente um tipo de fogão solar à concentração com captor parabólico e um outro tipo que funciona a efeito estufa.

É de se prever que as populações rurais sejam as maiores usuárias deste tipo de equipamento solar, principalmente aquelas populações que habitam as regiões ensolaradas. Para a chamada classe média, o fogão certamente encontrará aplicação na prática do "camping", piqueniques e atividades correlatas. Para esta aplicação torna-se necessário desenvolver um tipo de fogão solar que ofereça facilidade de transporte, ocupando o menos volume possível já que os similares à concentração existentes, são na sua maioria modelos que ocupam relativamente um volume razoável pelo fato de serem parcialmente desmontáveis.

## **2 - CONSIDERAÇÕES SOBRE A SUPERFÍCIE REFLETORA**

O emprego do plástico rígido metalizado funcionando como elemento estrutural e superfície refletora do concentrador, tem sido objeto de vários estudos.

Presentemente o único plástico possível de ser metalizado pela indústria brasileira é o tipo ABS. A tecnologia adotada exige contudo o emprego de matrizes de aço ou latão o que até certo ponto inviabiliza a utilização do ABS para fabricação dos concentradores para utilização em fogões solares devido ao alto custo do produto final. Além desse fato, as câmaras de metalização empregadas pela indústria brasileira, geralmente utilizadas para peças de pequenas dimensões, provavelmente não seriam economicamente recomendáveis em virtude do pequeno número a ser processado de cada vez, devido às dimensões dos concentradores com diâmetros das ordens de 1, 14 metros.

A utilização do papel de alumínio para revestimento do parabolóide ainda é a solução mais economicamente indicada na obtenção da superfície refletora, muito embora não seja a melhor. Este material apresenta algumas desvantagens apesar da boa refletividade e baixo coeficiente de absorção à radiação solar. Tem vida útil reduzida e sua refletividade fica dentro de pouco tempo comprometida pela oxidação natural sem considerar que, durante a operação de cocção dos alimentos, água ou gorduras não tenham sido entornadas sobre o papel. O plástico aluminizado importado tipo "mylar" e outros, apresentam problemas semelhantes. É contudo mais resistente e de vida útil maior do que a do papel. A sua refletividade e o baixo coeficiente de absorção à radiação solar, são excelentes.

Considerando as dificuldades encontradas para obtenção de um material de boa qualidade e de baixo custo para compor a superfície refletora, utilizou-se folhas de alumínio de 0,5 mm de espessura, polida mecanicamente já que houve dificuldade para procedimento de um polimento químico. Assim sendo, o protótipo desenvolvido apresenta um parabolóide em fibra de vidro, revestido com folhas de alumínio polido mecanicamente por processo puramente artesanal. Este protótipo é totalmente desmontável, sendo assim o primeiro projeto brasileiro com tais características.

## **3 - VANTAGENS DO USO DO FOGÃO SOLAR**

A principal vantagem do uso do fogão solar ou de qualquer outro equipamento solar, é a disponibilidade de energia gratuita e abundante. No caso em foco poderemos citar a ausência de chamas ou produtos naturais decorrentes da combustão dos combustíveis vegetais ou minerais, do perigo de explosão, incêndios etc.

A temperatura do refletor, praticamente ambiente, elimina o perigo de queimaduras. Além da ausência completa de odores da combustão, o fogão solar tem efeito bactericida pois é altamente higiénico em virtude da presença de concentração do ultravioleta no foco do concentrador. A energia concentrada no foco do sistema é

suficiente para fornecer calorias necessárias para ferver água, cozinhar, assar, fritar, aquecer alimentos etc.

É possível ainda obter temperaturas diferentes na zona de concentração da radiação solar, bastando para tanto variar a posição da panela em relação ao foco do concentrador, já que nem todos os alimentos são preparados à mesma temperatura.

#### **4 - DETERMINAÇÃO DA TEMPERATURA NO FOCO DO CONCENTRADOR**

Foram feitos vários ensaios para determinação da temperatura no foco do absorvedor, em dias e horas diferentes, concomitantemente para uma superfície refletora de aço inox e plástico aluminizado ( mylar ). Como era de se esperar, os maiores valores registrados referiam-se à superfície de plástico aluminizado.

Ensaio semelhante também foram feitos com um absorvedor revestido com alumínio polido mecanicamente. A temperatura média obtida no foco do concentrador foi de 193,4 graus centígrados. A temperatura máxima registrada foi de 250 graus centígrados, para otimização da curva de radiação.

Comparando os valores médios obtidos, verificamos que o mylar apresentou temperaturas mais significativas, ficando o alumínio polido mecanicamente em segundo lugar.

O distanciamento verificado entre as temperaturas obtidas com o alumínio polido e o mylar, é facilmente explicado. Em primeiro lugar, utilizou-se calha de alumínio normalmente empregada na construção civil, portanto sem a pureza que seria necessária para trabalhar como superfície refletora, tendo em vista a dificuldade de da radiação instantânea registrada no instrumento de referência.

Este fato pode ser interpretado como não coincidência do relógio do observador em relação aos instrumento, ou absorvedor incorretamente orientado, perdas térmicas por correntes convectivas durante a ocasião da leitura ou o que é mais provável, erros de acuidade visual cometidos pelo observador. De qualquer modo, qualquer que seja o fato determinante dos erros observados, a ocorrência serve para mostrar a importância que todos estes fatores representam para um bom desempenho do observador.

obtenção de um material de melhor qualidade. Em segundo lugar, o **acabamento** obtido na superfície refletora, por ação puramente mecânica, **ainda deixa muito a desejar** em virtude do processo artesanal empregado devido **à** falta de meios materiais mais eficientes.

A utilização de um alumínio de melhor **qualidade, com o grau de pureza e** acabamento desejáveis, muito contribuirá para **eleva** **significativamente** a temperatura no foco do absorvedor, a qual **poderá** seguramente atingir **a** valores praticamente iguais aos obtidos com o **mylar**. O alumínio polido é sem dúvida o material mais indicado para a formação da superfície refletora dos captores, não somente pelo fato de ser um material leve mais, principalmente por constituir uma material que, dependendo do grau de polimento obtido, **poderá** refletir 80 % ou mais da radiação solar.

O material refletivo não é o único fator a considerar na obtenção da temperatura máxima no foco do concentrador. As condições atmosféricas, o estado de polimento e regularidade da superfície na formação da parábola e principalmente a sua correta orientação em direção à radiação solar, são fatores decisivos para um desempenho satisfatório de concentrador-refletor. As perdas por convecção também são importantes. É perfeitamente possível que durante um teste comparativo entre uma superfície de aço inox e mylar, para uma mesma radiação, a superfície de aço inox registre temperaturas mais elevadas em relação à superfície de mylar ou mesmo de alumínio polido, bastando para isso que estas duas últimas não **estejam** corretamente orientadas.

Este fato foi observado durante os testes realizados com os protótipos, para uma mesma intensidade de radiação.

Outro problema a ser levado em consideração e de importância fundamental durante os testes, é a sincronização correta do relógio do observador com o instrumento de referência.. Observou-se por exemplo, que **nas mesmas condições** de teste porém em dias

diferentes, um mesmo absorvedor acusou **maiores** temperaturas do que aquelas obtidas anteriormente para a **mesma faixa horária** correspondente a valores menores

Temp.(min)	Tem.Amb.(C)	Scook	T.16	Parabólica
10:42	28	84	114	56
10:55	29	102	144	64
11:10	29	103	150	68
11:40	30	106	158	70
11:55	30	100	146	76
12:10	30	104	148	90
12:25	30	102	154	86
12:40	29	104	154	84
12:55	30	106	158	90
13:10	30	106	158	90
13:25	30	104	155	90
13:40	29	102	152	89

Tab1 -Temp. De estagnação

Tempo (min)	Temperatura	AScook	T. 16	Parabólica
10:42	26	42	40	32
10:54	26	47	52	35
11:06	27	50	54	33
11:20	27	53	67	32
11:34	27	55	60	32
11:45	28	67	74	40
12:00	29	65	54	44
12:13	27	80	98	54
12:25	28	88	112	42
12:37	30	110	140	90
12:52	27	110	160	90
13:05	27	106	154	68

Tab2-Teste de estagnação

Tempo (min)	Temperatura	AScook	T. 16	Parabólica
12:00	27	80	56	45
12:10	28	64	60	49
12:20	28	66	66	54
12:30	28	66	70	58
12:40	27	69	76	61
12:50	27	67	84	68
13:00	28	62	88	70
13:10	28	60	90	73
13:20	27	62	92	74
13:30	27	6,3	94	74
13:40	28	62	94	72

Tab.3-Com conteúdo em quantidades do estilo:  
 Scook=1.72/2      T.16=5.922/2      Parabólica=9.188/2

## 5. CONCLUSÕES

Os estudos ora desenvolvidos no mundo todo em busca de novas fontes de energia, é uma demonstração evidente do declínio do ciclo do petróleo.

Não se pretende aqui afirmar que a ENERGIA SOLAR seja a solução ideal para contornar a crise energética mundial. Porém em sua consciência, não se pode ignorar que a ENERGIA SOLAR é a que mais tem contribuído para oferecer uma solução do problema, pelo menos em termos parciais.

O aspecto da utilização da energia solar no preparo dos alimentos não é utópico. É um fato comprovado. Do mesmo modo, também é verdade que, para que esta utilização seja significativa, é necessário adquirir o hábito de utilizá-la sempre quando possível. O emprego eventual do fogão solar não tem nenhuma significação econômica, como de resto, o de nenhum outro equipamento solar.

Os testes levados a efeito com os materiais para formar a superfície refletora, nos permite afirmar ser o alumínio economicamente o mais indicado. Por outro lado, as dificuldades encontradas na obtenção deste material em condições satisfatórias para ser utilizado como elemento refletor, sugere uma tomada de posição, em escala industrial, no sentido de se desenvolver materiais refletivos de melhor qualidade, não só para aplicações em fogões solares como para aplicação em sistemas outros de média concentração como por exemplo, o cilindro-parabólico, usado na produção de pequenas potências e outras finalidades.

Como ficou demonstrado, o paraboloide é o único elemento que pesa no custo do fogão. É muito provável contudo que em escala industrial o custo unitário do equipamento venha sofrer uma redução significativa.

Mas, reduzir o custo final do produto não é tudo que se deseja. Mais importante ainda é garantir a aceitação do fogão solar pelas populações, quer seja para fins recreativos, quer seja para operar como elemento auxiliar no preparo dos alimentos no cotidiano das populações rurais das regiões ensolaradas deste imenso Nordeste brasileiro assim como em regiões outras existentes em todo o mundo.

Energia é hoje uma preocupação de todos os governos. Deste modo, uma campanha de âmbito nacional através dos meios normais de comunicação no sentido de educar e estimular às massas para o emprego de novas fontes energéticas, é de uma importância fundamental no equipamento de um problema que se reveste de caráter universal.

## BIBLIOGRAFIA

- 1 - New Sources of energy. Proceedings of the Conference , Roma - 21/31 August 1961
- Volumne n°52 - Roger Reyturax - L'Energie Solaire, décima edição3 - A. Marechal et S. Slanky Applications Thermiques de L'Energie Solaire Dans leDomaine de la Recherche et de la Industrie, Montlouis -19584 - Frank Kreith - Principios da Transmissão do Calor. Edit. Edgard BlucherLtd. 3a Ed. 1977.5 - National Academy of Sciences - Energy for Rural Development, Renewable Resourcesand Alternative Technologies for Developing Countries19766 - Abou Moumouni - Captacion Avec Concentration du Rayonnement Solaire.Perpignan - France - 19757 - A. M. Bezerra - Projeto de Um Refletor Cilindro-Parabólico de Fresnel,