



Universidade Eduardo Mondlane  
Faculdade de Ciências  
Departamento de Física

Física e tecnologia das energias Renováveis

Tema: **Fogões Solares**

Docente: Prof. Dr. Boaventura Cuamba, dr. Ataíde Sacramento  
Elaborado por : *Zobra, José Ernesto Mendonça*

Maputo, Novembro de 2004

## Fogões solares

### Lista de figuras

Fig.1.....	gráficos de figuras de mérito do dia 14 de Outubro de 2004.
Fig.2.....	gráficos de figuras de mérito do dia 19 de Outubro de 2004.
Fig.3.....	gráficos de figuras de mérito do considerando a carga
Fig.4.....	gráficos de figuras de mérito do tendo em conta a massa,

### 1. Resumo

São fogões solares instrumentos de cozinha, constituídos de diferentes tipos de papéis de construção chapas de alumínio vidros entre outros materiais.

O procedimento panorâmico deste trabalho consiste em :

- analise dos testes recomendados;
- conhecer variáveis controláveis ( o tempo ) vento encontra-se em  $v < 1.0m/s$ ;
- temperatura ambiente:  $20^{\circ}C < t < 35^{\circ}C$  ou seja deve ser de 20 à  $35^{\circ}C$  ou mais.

A orientação da cobertura na perpendicular à radiação solar minimiza a quantidade de radiação solar que entra na caixa. Contudo, há que considerar que as perdas térmicas do fogão são proporcionais à sua superfície exterior.

O fogão solar exposto ao sol deve apresentar maior largura no sentido Este-Oeste de modo a poder captar a radiação solar durante um maior período de tempo.

Apresenta um enorme gradiente de temperatura isto é diferentes temperaturas em diferentes pontos.

### 2. Introdução

Os fogões solares tem como funcionamento à conversão térmica da radiação solar para coção dos alimentos ou destilar água.

Normalmente um fogão solar é constituído por seguintes elementos : superfície absorvora, cobertura, isolamento térmica e caixa.

A temperatura atingida no interior do recipiente ( absorvora ) vai depender da quantidade da radiação solar que entra no fogão bem como do nível da proteção térmica que dispõe. Os materiais utilizados na técnica de construção de fogões solares devem ser resistentes a humidade dado que durante a cozedura dos alimentos é libertado o vapor de água bem como as temperaturas que se possam atingir ni seu interior

Num fogão solar existem essencialmente quatro tipos de materiais:

- estruturais – garantem a estabilidade dimensional do conjunto ( cartão, madeira, plástico cimento, etc.)
- isolamento – minimiza as perdas térmicas do conjunto ( lã de vidro, esferovite, papel de jornal, etc.)
- transparentes – permitem a criação do efeito de estufa no interior da caixa ( vidro, plástico para alta temperatura etc.)
- reflectores – minimizam as perdas térmicas no interior do fogão e podem concentrar a radiação solar no interior ( folha de alumínio, etc.). [ 1 ]

### 3. Objectivos

- Aquisição de conhecimentos básicos de fontes alternativas de energia para fogões solares.
- Identificar o calor máximo produzido em três diferentes fogões.
- Determinação do rendimento e potencial máximo dos fogões solares dependendo do material que o compõe.
- Resolver um problema de projecto de fogões

### 4. Metodologia

No principio dos ensaios, faz-se a leitura da temperatura do ambiente. Colocam-se no interior de cada um dos fogões, usados, um termómetro para medir a temperatura alcançada por cada, num mesmo intervalo de tempo  $\Delta t = 10 \text{ min}$  ( 600s ), a chamada temperatura de estagnação, ou seja, a temperatura registada sem que tenha introduzido algum conteúdo ou carga dentro do fogão. No intervalo de cerca de 15 em 15 minutos muda-se a posição dos fogões dirigindo-os directamente aos raios solares que durante este intervalo de tempo variavam a sua posição devido ao movimento da esfera terrestre. Tendo se iniciado a experiência a cerca das 10:00hrs, realizava-se, repetindo a experiência até que a temperatura baixasse após atingido a temperatura máxima do dia, tal temperatura que se torna decrescente nos períodos de 13-14hrs. A experiência foi realizada a half-load ( metade da carga ) e a fogões vazios. O armazenamento do calor no fogão pode ser realizado através da utilização de uma massa térmica no interior da caixa isolada. A existência desta máquina térmica implica um pré-aquecimento no fogão antes de utilização [ 1 ].

### 5. Resultados e discussão

Após as experiências, foram feitos cálculos para figuras de mérito para os dias 15 de Outubro de 2004 e 19 de Outubro de 2004 respectivamente.

Para o preenchimento das tabelas 1 e 2 teve lugar a seguinte fórmula de F1 ( figura de mérito ):

$$F1 = \frac{T_{ps} - T_a}{I_s} \quad ( 1 )$$

$T_{ps}$  ..... temperatura no interior do fogão;  $T_a$  ..... temperatura do ambiente;

$I_s$  ..... insolação num determinado período

Aplicando a fórmula ( 1 ) obteve-se os seguintes resultados representados na tabela 1 e o seu respectivo gráfico:

Período	Insolação (W/m <sup>2</sup> )	F1 (Scook)	F1 (T.16)	F1 (Parab.)
10 até 11	591.2	0.03	0.027	0.013
		0.039	0.047	0.018
		0.039	0.046	0.01
11 até 12	963.5	0.027	0.031	0.05
		0.028	0.033	0.004
		0.039	0.047	0.011
12 até 13	963.5	0.046	0.057	0.021
		0.063	0.085	0.031
		0.07	0.099	0.051
		0.01	0.137	0.076
		0.01	0.161	0.076
13 até 14	662	0.12	0.153	0.05

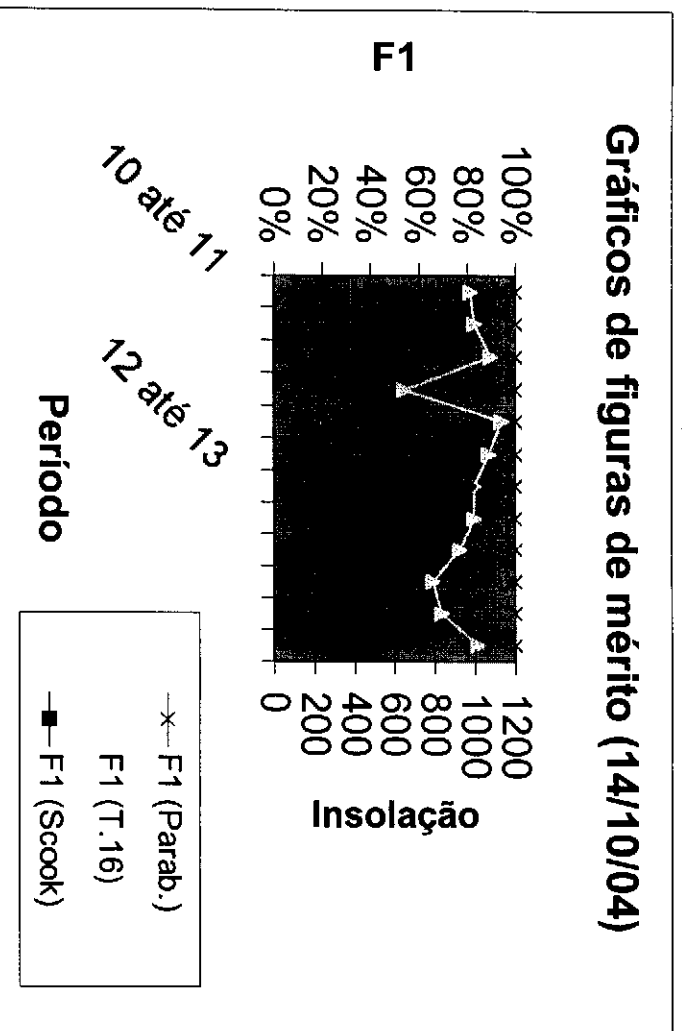


Fig.1

A fórmula ( 1 ) foi aplicada para os dados do dia 19 de Outubro de 2004, cujo resultado é representado, a partir da tabela 2, na fig.2:

Período	Insolação (W/m <sup>2</sup> )	F1 (Scook)	F1 (T.16)	F1 (Parab.)
10 até 11	949.3	0.059	0.091	0.034
11 até 12	973.5	0.077	0.09	0.043
		0.076	0.124	0.047
		0.078	0.131	0.048
		0.072	0.119	0.055
12 até 13	951.1	0.076	0.131	0.072
		0.075	124	0.073
		0.077	0.13	0.07
		0.077	0.13	0.078
13 até 14	922.7	0.08	0.134	0.078
		0.082	0.139	0.08
		0.08	0.135	0.078
		0.079	0.133	0.073

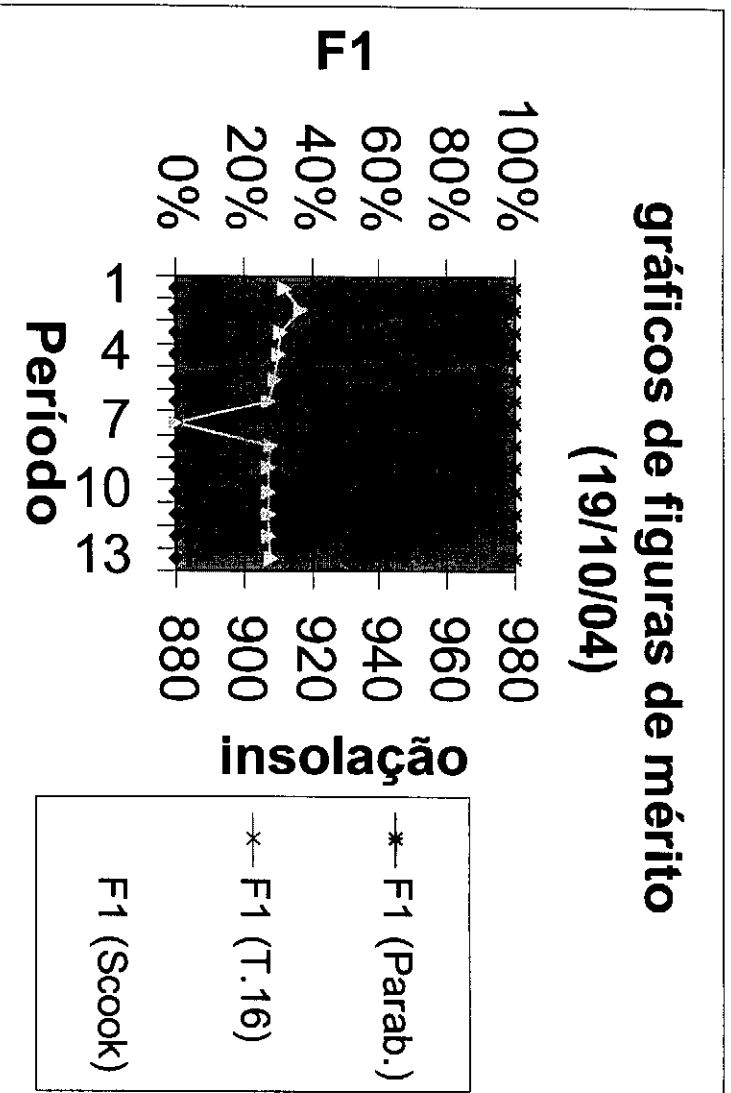


Fig.2

O desempenho do fogão solar pode ser calculado de forma simples através de comparação entre a radiação solar disponível num período de tempo e o aumento de temperatura de um volume de água no interior de recipiente cozedora. O rendimento do fogão é dado pela expressão:

Elaborado por: Zobra, José

$$\eta = \frac{m * C_p * (T_f - T_i)}{I_g * A_{col} * dt} \quad (2)$$

e a potência do fogão é dada pela relação assegurar:

$$P = \frac{m * C_p * (T_f - T_i)}{dt} \quad (3)$$

Onde:

$m$  [kg].....massa da água;

$C_p$  = 4186 J/(Kg. °C).....calor específico a pressão da água constante;

$T_f$  [°C] ..... temperatura final da água;  $T_i$  [°C]..... temperatura inicial da água;

$I_g$  [W/m<sup>2</sup>].....radiação global no plano, que para um dia com céu limpo

apresenta valores compreendidos entre 800-1000W/m<sup>2</sup>, acerca de aproximadamente 12 horas;

$A_{col}$  [m<sup>2</sup>].....área do vidro.

Neste caso também foram determinados os valores de figuras de mérito F2 correspondente à experiência com metade da carga de cada fogão, por seguinte expressão:

$$F2 = \frac{F1(m * C)}{A * \tau} \ln \left[ \frac{1 - \frac{1}{F1} \left( \frac{T\omega 1 - T_a}{H} \right)}{1 - \frac{1}{F1} \left( \frac{T\omega 2 - T_a}{H} \right)} \right] \quad (4)$$

Define-se na expressão ( 4 ), as seguintes variáveis:

Onde:

$F1$  .....Figura de mérito definida pela expressão ( 1 );

$F1 \tau$  ..... intervalo de tempo referente a cada registo de dados ( 600s );

$T\omega 1$  ..... temperatura inicial da água;

$F1 T\omega 2$  ..... temperatura final da água (após cada 10 minutos);

$F1 H$  ..... radiação global;

$F1 A$  ..... área da superfície reflectora para cada fogão.

A fórmula ( 4 ) dá-nos os seguintes resultados para a experiência do dia 15 de Outubro de 2004, sendo dois gráficos, um para cada  $F1$  registado nos dias 14 e 19/10/2004:

Período (h)	Insolação (W/m <sup>2</sup> )	F2(Scook)	F2(T.16)	F2(Parab.)
10 até 11	592.1	-0.073	-0.066	-0.707
11 até 12	742.8	-0.07	-0.612	
		-0.03	-0.187	
		-0.17	-0.145	
		0	-0.0057	
		-0.013		
12 até 13	963.5	-0.326	-0.234	
			0.077	
				-1.187
13 até 14	932.7			

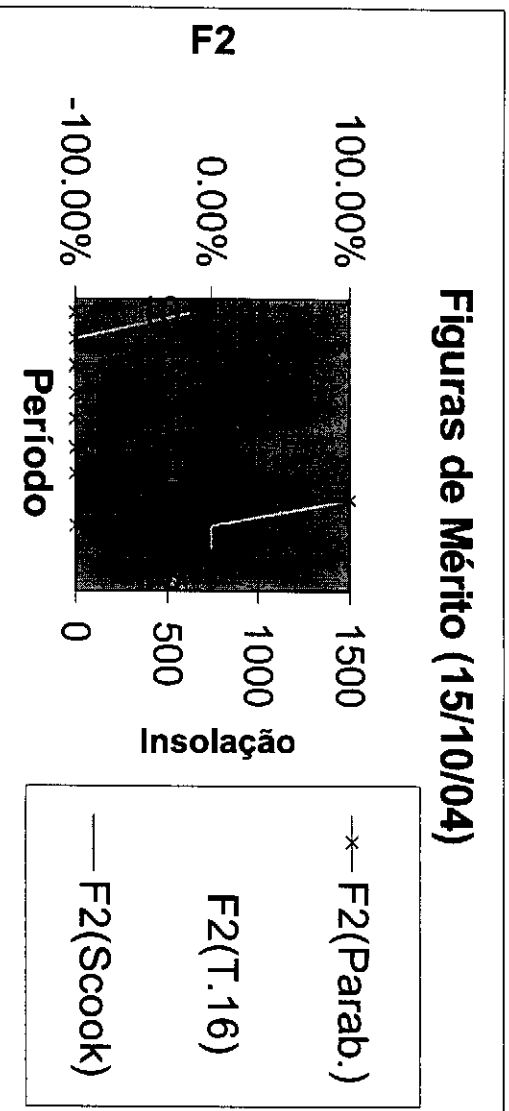
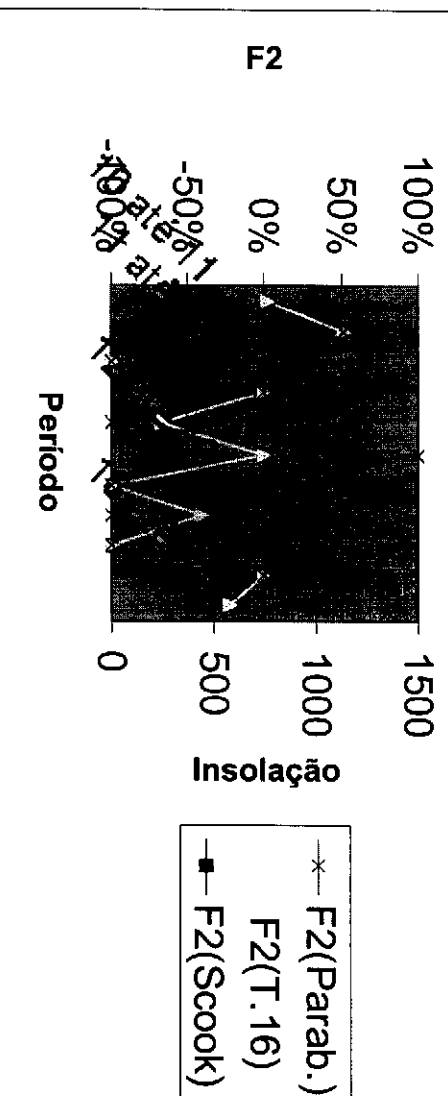


Fig.3

A figura 3 resulta de fórmula (4) com  $F1$  do dia 14/10/04, quanto à substituição de  $F1$  com os dados do dia 19/10/04 segue-se o seguinte:

Período (h)	Insolação (W/m <sup>2</sup> )	F2(Scook)	F2(T.16)	F2(Parab.)
10 até 11	592.1	0.26		-10.333
		0.192	-0.062	
11 até 12	742.8	-1.317	-1.399	
			-1.814	-0.884
				0.424
12 até 13	963.5	-0.452		
		-0.452	0	-0.657
		-0.457		0
		0		0
13 até 14	932.7	0.654	-1.234	-0.592

**Gráficos de figuras de mérito (15/10/04)**



## 6. Conclusões

Verifica-se que os três fogões ensaiados tais como T.16 Scook e do tipo parabólico, o Scook tem maior performance, ótimo rendimento e boa potência de cozinha.

Conclui-se também que nos períodos de céu coberto estes não devem ser utilizados por serem dependentes da radiação solar.