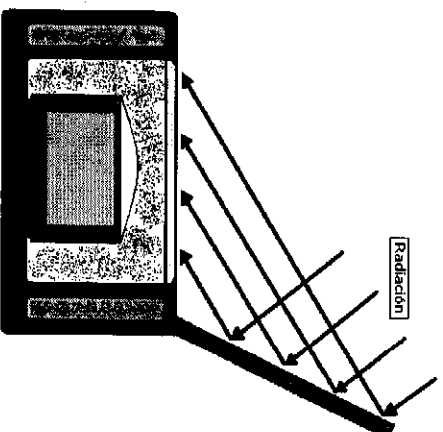




UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE
FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

OPÇÃO : ENERGIAS RENOVAVEIS

FOGÃO SOLAR DO TIPO CAIXA



Docente:Dr Cuamba
Discente:Stelio Manhique

Índice dos conteúdos

Resumo	2
1.Introdução	3
1.1 Objectivos	3
2.Resumo Teorico	4
2.1 O Sol e as suas propriedades	4
2.1.1 Composição do sol	4
2.1.2 Produção da energia solar	4
2.2 Lei de Stefan-Boltzmann	5
2.3 Radiação electromagnética	5
2.3.1 Interação da Radiação Electromagnética solar com a Terra	6
2.4 Medição da Radiação	9
2.4.1 Piranometro	9
2.4.3 Tipos de Piranometros	10
2.5 Condições ambientais para a determinação da radiação incidente	11
3.Fogão solar tipo Caixa	11
Materiais utilizados na construção do fogão solar	12
3.2 Funcionamento do fogão solar tipo caixa	12
3.2.1 Acumulação de calor	12
3.3 processos de transferencia de calor	14
3.4 Determinação da potência e da eficiência do fogão solar tipo caixa	14
4. Metodologia	15
5. Resultados e descrição	16
6. Conclusão	18
7. Bibliografia	19

Resumo

Neste trabalho vamos caracterizar o fogão solar tipo caixa desde o ponto de vista termo até a análise da sua eficiência e da sua potência os pontos a serem abordados serão :

-Resumo teorico onde falaremos do sol e suas características ,radiação electromagnética e a sua interacção com a materia instrumentos usados para medir a radiação .

-Caracterização do fogão solar instrumentos utilizados na sua fabricação ,seu funcionamento .

-Metodologia do trabalho , as condições em que o trabalho foi feito e os materias utilizados na e dados recolhidos .

-Descrição dos resultados onde iremos apresentar e descuir os resultados obtidos neste presente trabalho .

-Conclusão .

1.Introdução

O homem nos últimos anos tem tentado desenvolver técnicas para a exploração de fontes de energias alternativas aos combustíveis fósseis . e uma das alternativas e a maior exploração da energia solar. Para que se possa explorar com maior precisão a energia solar e preciso conhecer e interpretar a radiação solar. Ja sabemos que Radiação solar é a designação dada à energia radiante emitida pelo Sol, em particular aquela que é transmitida sob a forma de radiação electromagnética . existem dois tipos de radiação a directa e a radiação indirecta.

1.1Objectivos

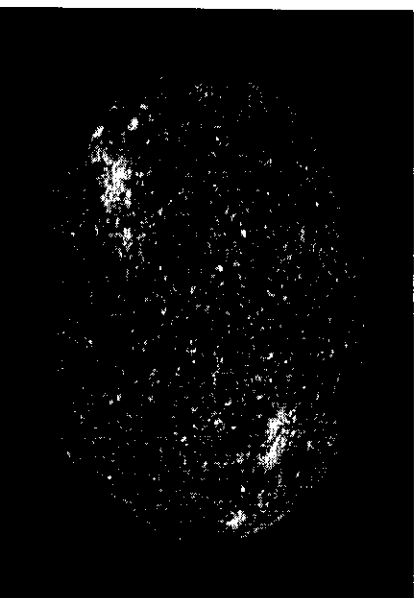
Neste presente trabalho vamos falar do fogão solar tipo caixa tendo como objectivos analisar se :

1. O tempo necessario para o fogão ferver 3 litros de água
2. A Eficiência do fogão solar
3. A Potência .

2. Resumo Teorico

2.1 O Sol e as suas propriedades

Figura 1



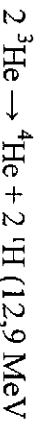
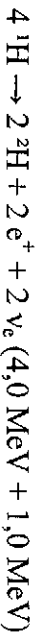
O Sol é a estrela central do Sistema Solar. Todos os outros corpos do Sistema Solar, como planetas, planetas anões, asteroides, cometas e poeira, bem como todos os satélites associados a estes corpos, giram ao seu redor . o Sol possui uma massa 332 900 vezes maior que a da Terra, e um volume 1 300 000 vezes maior que o do nosso planeta

2.1.1 Composição do sol

O sol é composto primariamente de hidrogênio (74% de sua massa, ou 92% de seu volume) e hélio (24% da massa solar, 7% do volume solar), com traços de outros elementos, incluindo ferro, níquel, oxigênio, silício, enxofre, magnésio, néon, cálcio e crômio.

2.1.2 Produção da energia solar

A energia produzida pelo Sol é gerada por fusão nuclear via cadeia próton-próton, convertendo hidrogênio em hélio . A fusão de hidrogênio ocorre primariamente segundo uma cadeia de reações chamada de cadeia próton-próton segundo as reacções químicas abaixo :



Esta reação utiliza cerca de $3,7 \times 10^{38}$ prótons ou $6,2 \times 10^{11}$ kg .que são convertidos em núcleos de hélio a cada segundo . Como consequência, cerca de 4,26 milhões de toneladas métricas por segundo são convertidos em $3,83 \times 10^{26}$ W ou $9,15 \times 10^{10}$ megatoneladas de TNT de energia por segundo, segundo a equação de massa-energia :

$$E=mc^2$$

A energia produzida pelo sol é emitida em forma de radiação solar que é transmitida em forma de radiação eletromagnética .

2.2 Lei de Stefan-Boltzmann

A Lei de Stefan-Boltzmann estabelece que a energia total radiada por unidade de área superficial de um corpo negro na unidade de tempo dada pela fórmula :

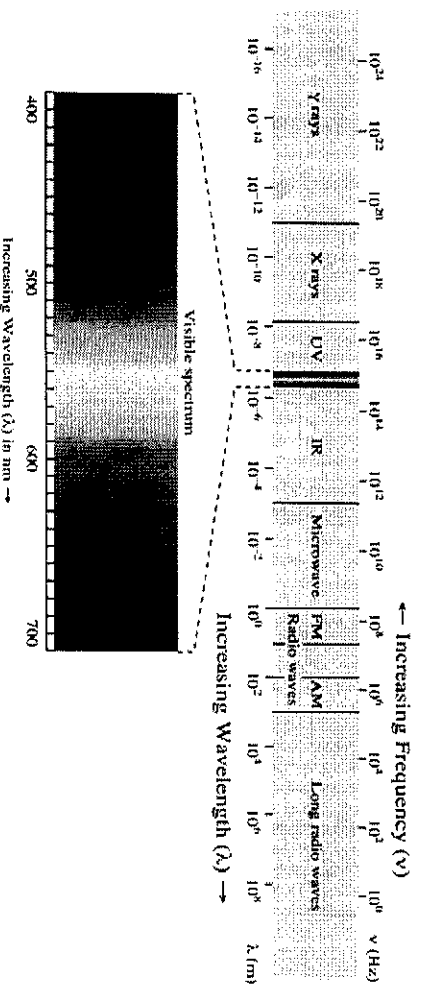
$$j^* = \sigma T^4$$

j^* é diretamente proporcional à quarta potência da sua temperatura termodinâmica T e σ é a constante de Stefan-Boltzmann ($\sigma = 5,6697 \times 10^{-8} \text{ Wm}^2\text{K}^4$) . A lei Stefan-Boltzmann também determinou a temperatura da superfície solar s atualmente é de 5780 k .

2.3 Radiação eletromagnética

A radiação eletromagnética é uma oscilação, em fase, dos campos elétricos e magnéticos. A radiação eletromagnética é classificada de acordo com a frequência da onda, que em ordem decrescente da duração da onda são :

Figura 2

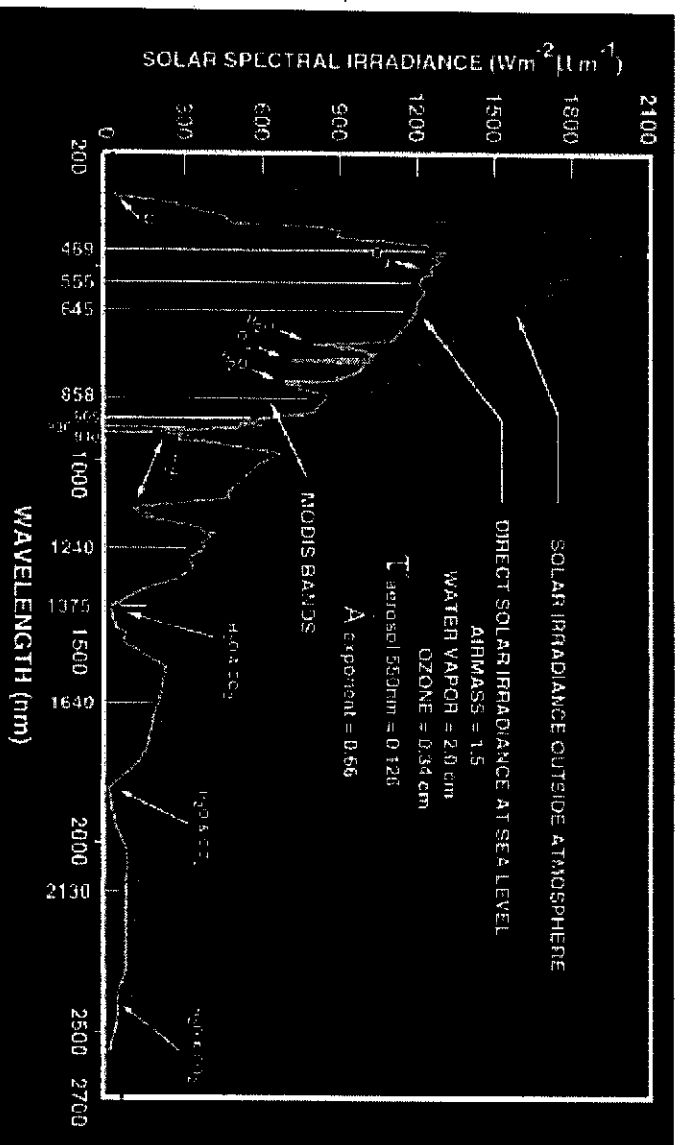


Parte de todo o espectro consegue ser interpretada através do olho dos diversos animais e, para cada espécie, denomina-se essa fatia de luz ou luz visível. A radiação eletromagnética compõe-se de um campo elétrico e um magnético, que oscilam perpendicularmente um ao outro e à direção da propagação de energia. A radiação eletromagnética é classificada de acordo com a frequência da onda, que em ordem decrescente da duração da onda são: ondas de rádios, micro-ondas, radiação terahertz (Raios T), radiação infravermelha, luz visível, radiação ultravioleta, Raios-X e Radiação Gama.

2.3.1 Interação da Radiação Electromagnética solar com a Terra

A radiação solar fornece anualmente para a atmosfera terrestre uma energia que serve de sustento para a vida na Terra . é a principal responsável pela dinâmica da atmosfera terrestre e pelas características climáticas do planeta A energia solar incidente sobre a atmosfera e a superfície terrestre segue um de três destinos: ser reflectida, absorvida ou transmitida . a figura abaixo mostra a quantidade de radiação solar fora da atmosfera terrestre e dentro:

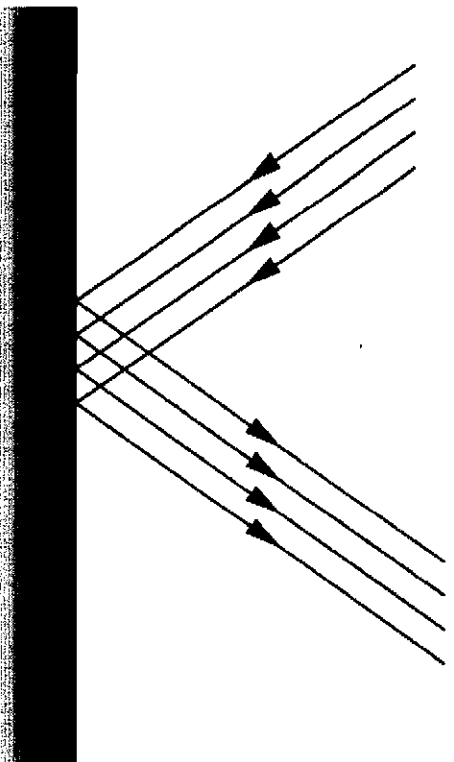
Figura 3



A energia reflectida

Parte substancial da energia recebida sobre a superfície terrestre é reenviada para o espaço sob a forma de energia reflectida. As nuvens, as massas de gelo e neve e a própria superfície terrestre reenvião para o espaço entre 30 e 40% da radiação recebida .

Figura 4



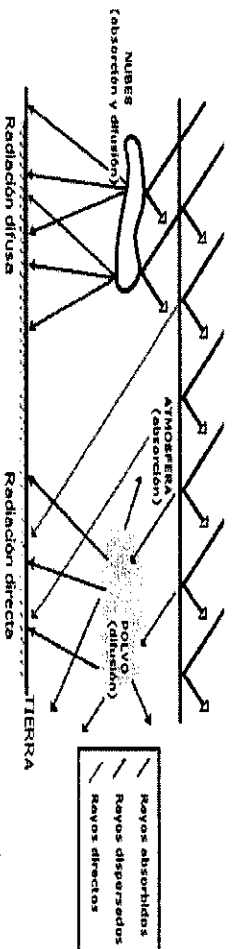
Absorção atmosférica

É quando a radiação é retida na atmosfera por alguns gases como ozono (O_3), vapor de água (H_2O) e dióxido de carbono (CO_2). Esta absorção selectiva está na origem do efeito de estufa, devido ao facto da radiação terrestre, resultante do retorno para o espaço da radiação solar por via do aquecimento da Terra, ser feita essencialmente na banda dos infravermelhos longos, radiação para a qual o CO_2 tem grande capacidade de absorção.

Transmissão

De toda a radiação solar que chega às camadas superiores da atmosfera, apenas uma fracção atinge a superfície terrestre, devido à reflexão e absorção dos raios solares pela atmosfera. Esta fracção que atinge o solo é constituída por uma componente directa (ou de feixe) e por uma componente difusa.

Figura 5



A radiação total que chega a atmosfera pode ser dada pela seguinte equação :

$$I_{\text{global}} = I_{\text{directa}} + I_{\text{indirecta}}$$

$$I_{\text{global}} = I_{\text{directa}} + (I_{\text{difusa}} + I_{\text{reflecionada}})$$

os processos de reflexão , absorção e emissão na atmosfera são responsáveis pelo equilíbrio energético no planeta onde :

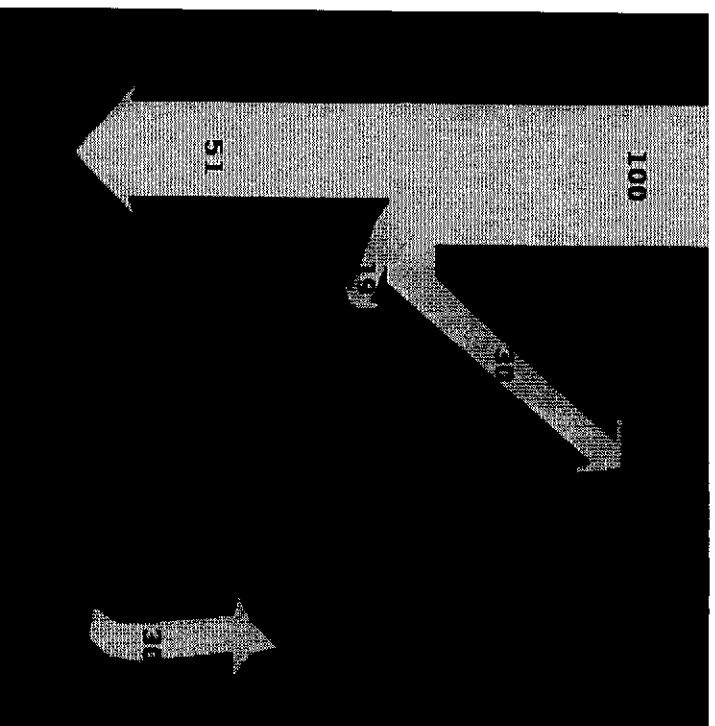
19 % é perdida por absorção pelas moléculas de oxigénio e ozônio da radiação ultravioleta (de alta energia) na estratosfera (onde a temperatura cresce com a altitude);

24% é perdida por reflexão - 20% nas nuvens e 4% na superfície. (O albedo do planeta é de 30% (6% difusão+24% reflexão)

6% é perdida por difusão da luz solar de menor comprimento de onda - azuis e violetas - (o que faz com que o céu seja azul);

Estes processos são explicados pelas figura abaixo :

Figura 6

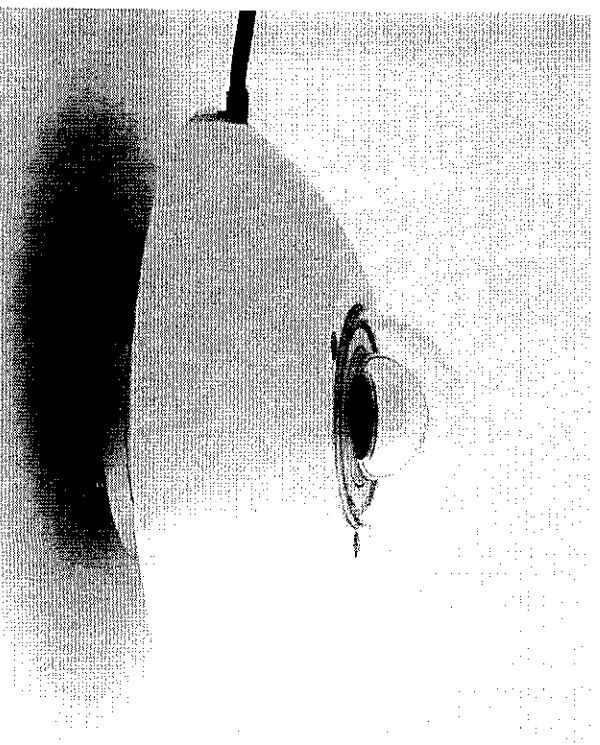


2.4 Medição da Radiação

O instrumento atualmente utilizado para medir a radiação chama se Piranometro.

2.4.1 Piranometro

Figura 7

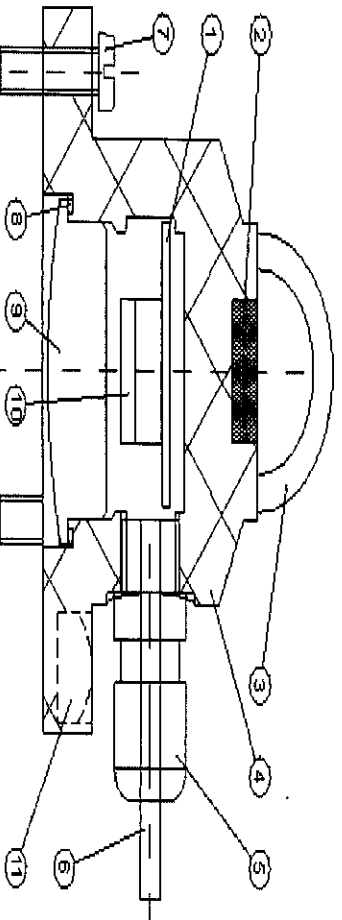


Um piranómetro é usado para medir a irradiação solar em uma superfície e é um sensor que seja projetado medir a densidade de fluxo da radiação solar (nos watts por o quadrado do medidor) de um campo de visão de 180 graus.

2.4.2 Composição do piranómetro

A composição do piranómetro e mostrada na figura abaixo :

Figura 8



- 1-Circuito impresso ; 2-Sensor de termopila ; 3-Cúpula de cristal ;
- 4-Corpo metálico ; 5-braçadeira ; 6-Cabo eléctrico de saída de sinal ;
- 7-Nivelador ; 8-Base, 9-Capsula ; 10-Bornos de conexão para os cabos ; 11-Nível .

2.4.3 Tipos de Piranometros

Para medir a radiação directa usa-se o **Piranometro com termopilha classe 1** que esta representado na **figura 7** .para medira radiação indirecta usa se o **piranometro com banda de sombra** (**figura 9**)

Figura 9



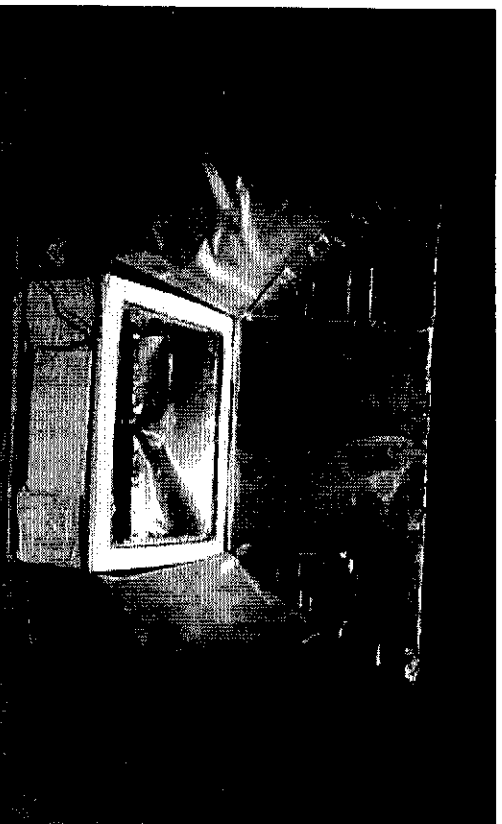
2.5 Condições ambientais para a determinação da radiação incidente

As variáveis necessárias para a determinação da quantidade de radiação incidente numa determinada superfície são :

1. **Condições climatológicas**- se tivermos um dia limpo a radiação incidente é maior , se tivermos um dia nublado a radiação incidente é menor .
2. **A intensidade da radiação que esta sujeita a zona** -quanto maior for a sensação de calor numa determinada zona maior é a radiação incidente .
3. **A estação do ano** -A altura do sol varia de acordo com as estações do ano e isso ira influenciar naturalmente a radiação incidente .

3.Fogão solar tipo Caixa

Figura 10



O fogão de caixa solar consiste em uma caixa térmica de todos os lados, com o face coberto com plástico permite que a luz solar entre. Cada uma das superfícies internas da caixa com o fogão solar é coberto com material reflector .

É constituído de uma caixa com fundo preto e tampa de vidro, com abas refletoras. O fundo preto absorve a luz solar e converte-a em radiação infravermelha, que não passa pela tampa de vidro, criando o efeito estufa. Desta forma, possui a capacidade de cozinhar qualquer alimento sem dificuldade.

Materiais utilizados na construção do fogão solar

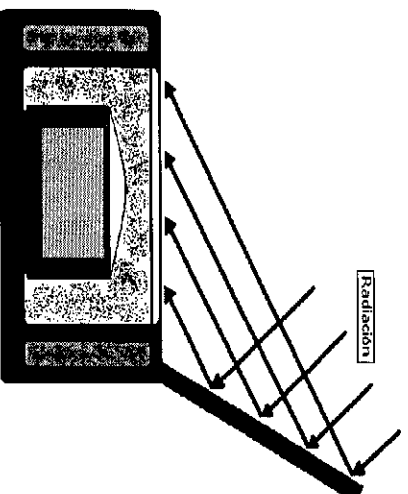
- 1-estruturais** – garantem a estabilidade dimensional do conjunto (cartão, madeira, plástico, cimento, etc.).
- 2-isolamento** – minimiza as perdas térmicas do conjunto (lã de vidro, esferovite, papel de jornal, etc.)
- 3-transparentes** – permitem a criação do efeito de estufa no interior da caixa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

3.2 Funcionamento do fogão solar tipo caixa

O fogão solar tipo caixa funciona com uma única fonte de energia livre, o sol, por efeito de concentração e efeito de estufa acumulados ou seja por **Acumulação de calor e concentração dos raios solares**.

3.2.1 Acumulação de calor

Figura 11



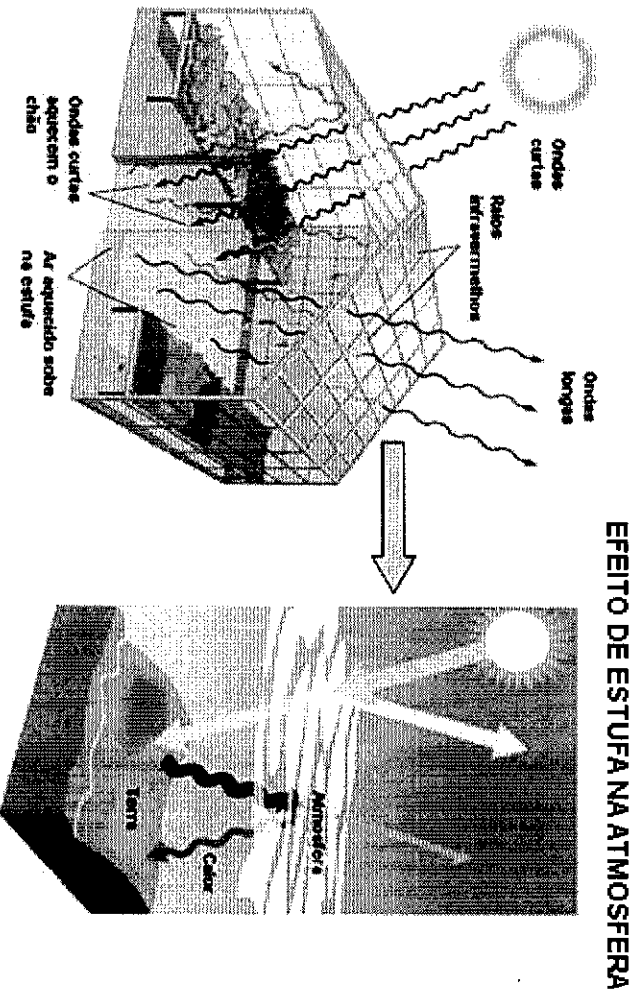
O fogão solar usa a radiação para permitir que os alimentos antigam altas temperaturas . Os raios dirigem se para o interior do fogão por reflexão e são acumulados dentro do fogão pelo efeito de estufa.

O fogão tem uma tampa de vidro para permitir que a radiação solar penetre no seu interior em forma de ondas curtas e geralmente o chão é pintado com uma cor escura para absorver essa energia radiante, que o aquece. Essa energia também é absorvida por

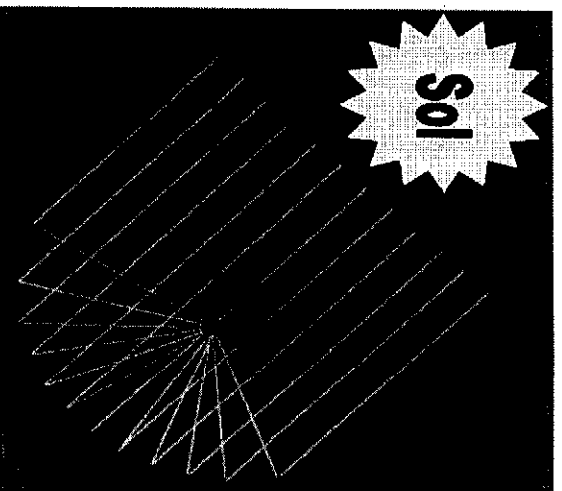
objetos da estufa e é irradiada sob a forma de ondas longas e uma parte é mantida no interior do fogão em forma de calor (raios infravermelhos), que não atravessa o vidro comum.

Na nosso planeta o efeito de estufa pode ser explicado pela figura 2 .

Figura 12



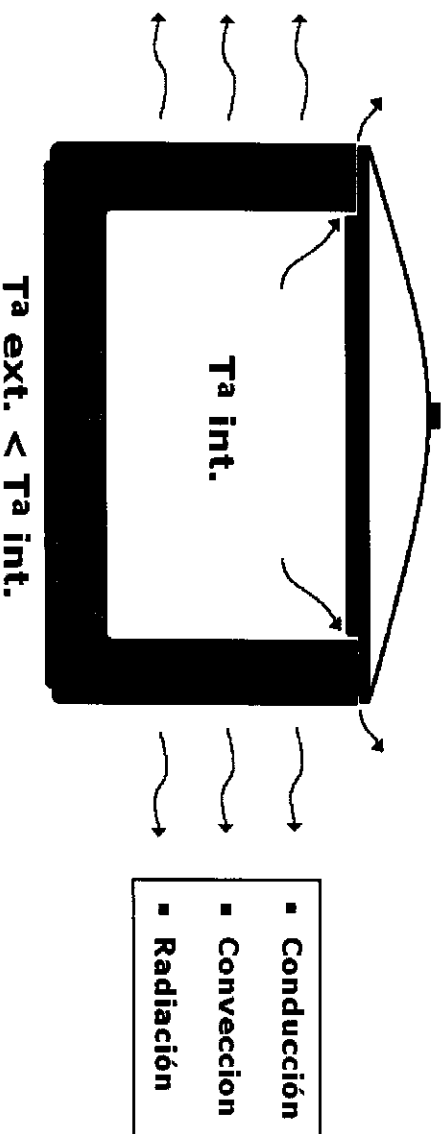
3.1 concentração dos raios solares
figura 13



a concentração dos raios solares no mesmo ponto faz com que a temperatura nesse ponto seja bastante alta. O fogão solar depende diretamente da direção que tem os raios solares por isso é necessário orientar o fogão constantemente em direção do sol o que permitirá maior concentração dos raios.

3.3 processos de transferência de calor

Figura 14



Para entender o funcionamento do fogão solar tipo caixa e necessário conhecer os processos de transferência de calor que ocorrem no fogão como mostra a **figura 14** que são três: por radiação, condução e convecção.

1. condução – é transporte de energia calorífica devido a um gradiente de temperatura, e o calor viaja da parte mais quente para a parte fria até atingir-se o equilíbrio térmico.

2. radiação – é o transporte da radiação eletromagnética de um corpo que tem uma temperatura maior que a temperatura ambiente através do ar ou do espaço sem apoio de nenhum meio material.

3. Convecção – é o movimento das moléculas nos fluidos devido a uma diferença de temperaturas no mesmo.

3.4 Determinação da potência e da eficiência do fogão solar tipo caixa

Para o cálculo tanto da potência como da eficiência do fogão solar é necessário ter em conta as normas de ensaio em vigor para definir as fórmulas a serem utilizadas, as

normas actualmente em vigor são : **sociedade americana de engenheiros agronomos (ASAE S580), oficina das normas indianas e o comité europeu de envestigação de fogões solares .**

1-Potência

Obedecendo a norma ASAE para calcular a potência do fogão usamos as seguintes equações :

$$P = \left(\frac{T_2 - T_1}{600} \right) C$$

P = Potencia do fogão [W]

T2 = Temperatura final de liquido (k)

T1 = Temperatura inicial del líquido (k)

C - capacidade calorífica [kJ/K]

600 segundos correspnde a 10 min que é o intrevalo de tempo em que temos que fazer a leitura da temperatura do liquido .

2-Eficiência

Usando a equação do balanço energeticico podemos determinar a eficiência do fogão solar da seguinte forma :

$$\eta = \frac{m * Cp * (Tf - Ti)}{I_g * Av * dt}$$

Onde : m-massa da água em kg ; Cp- Calor específico da água [J/(kg.°C)]; (Tf - Ti) –

Variação da temperatura em °C ; I_g – Radiação global em W/ m² ; Av – área do vidro em m²

4.Metodologia

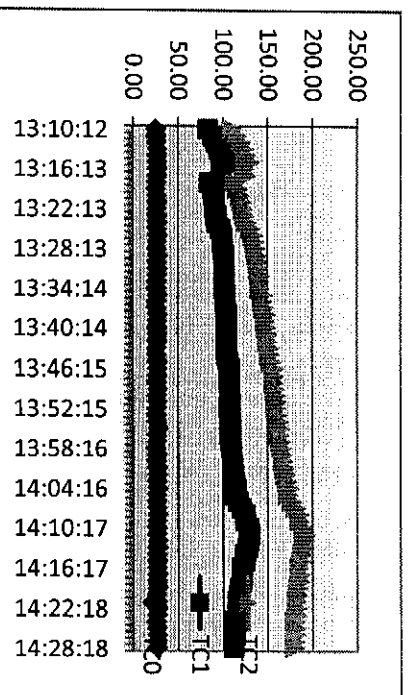
A esta experiencia do fogão solar foi realizada em três dias diferentes no terração do departamento de fisica da faculdade de ciências da Universidade Eduardo mondlane Para a e mesma uso se os seguintes materiais :

1. Fogão solar tipo caixa
2. Dataloger
3. 3 litros de água
4. Uma panela
5. Termopar do tipo T
6. Computador

antes de introduzir a água mediu se as temperaturas ambiente ($T_{e0}=25,9^{\circ}$), a temperatura da água na panela ($T_{c1}=57,7^{\circ}$) e a temperatura do coletor ($T_{c2}=27,22^{\circ}$) depois introduziu se a água na panela .a panela por sua vez foi introduzida no fogão solar . ajustou se o fogão em direção do sol de modo a captar a maior quantidade de radiação possível . num intervalo de 10 em 10 min fez se a medição temperatura com o termopar e as leituras eram feitas através do computador que ia registrando os dados até o fim da experiência .

5.Resultados e descrição

Gráfico das temperaturas em função do tempo



Tc0-temperatura ambiente, Tc1-temperatura da panela, Tc2-temperatura do coletor

Gráfico da eficiência em função do tempo

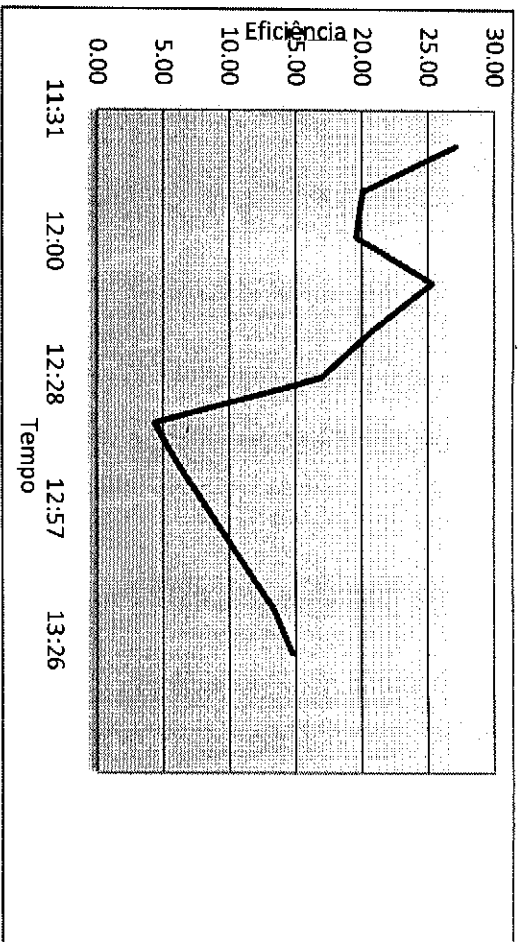
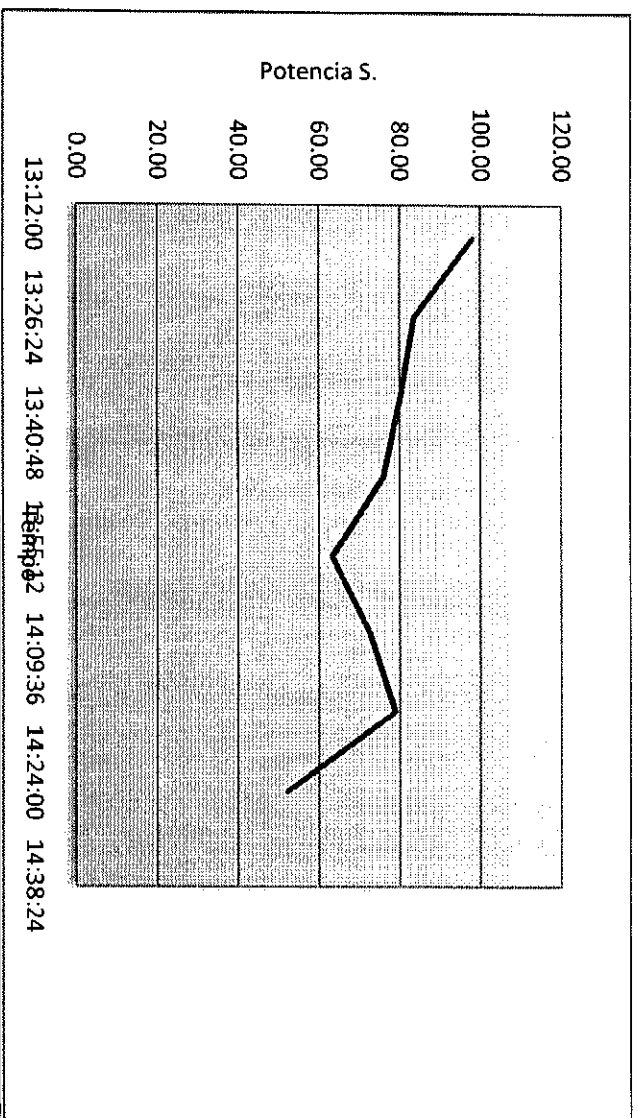


Gráfico da potência em função do tempo



6.Conclusão

O Fogão solar é bastante dependente do clima e da irradiancia solar da zona onde o utilizamos . fogão solar levo cerca de 2 h a atingir o ponto de ebulição da água Este tipo de fogão pode ter um grande impacto social e economico por ser de baixo custo e facil construção. Fogão solar é forma eficaz de utilizar as fontes de energia renovaveis .o fogão solar comparativamente aos fogões convencionais (a gás ou eléctrico) tem menor eficiência ,mas dependendo da local das condições climaticas podemos melhorar o seu rendimento .

7. Bibliografia

- ▶ Apontamentos da cadeira de Física e tecnologia dos Materiais e Física dos semicondutores e estado solido .
- ▶ Temperature-electromotive Force (EMF) Tables for standardized thermo-
- ▶ couples. ASTM American society for testing and Material.
- ▶ <http://www.infodpedia.pt/Fogãosolar>
- ▶ <http://www.wikepedia.pt/fornosolar>