

UNIVERSIDADE

EDUARDO MONTELEONE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

EXAME DE ESTADO

Radiação Solar

» Estudo comparativo dos fogões
solares no período de Inverno

* RIDWAAN BACHIR ESMAIL

* MAPUTO 30-08-2004



UNIVERSIDADE EDUARDO MONDLANE

FACULDADE DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE FÍSICA

EXAME DE ESTADO

GLOSSÁRIO

cm	Centímetros
K	Grãos Kelvin
km	Kilómetro
Kw	Kilowatts
m	Métros
°C	Grãos centígrados
s	Segundos
T _a	tempeaturas
W	watt
µm	micrometros

ÍNDICE

Páginas

1. Introdução	3
1.1. Objectivo	4
2. Radiação solar	4
2.1. Fundamentos teóricos	4
2.2. O Sol	5
2.2.1. Estrutura do Sol	6
2.3. Espectro solar extraterrestre	7
2.4. Constante solar	8
2.5. Interação da Radiação Solar com a Atmosfera Terrestre	8
2.6. Tipos de Radiações Solar	10
2.6.1. Radiação Directa	10
2.6.2. Radiação Difusa	10
2.6.3. Radiação Global	10
3. Fogões solares	11
3.1. Vantagens do uso dos fogões solares	12
3.2. Desvantagens do uso dos fogões solares	12
3.3. Tipos de fogões Solares	12
3.3.1. Fogão solar do tipo parabólico ou Parabolóide	13
3.3.2. Fogão solar tipo caixa (50cmx50cm) ou “Sun Cook”	14
3.3.3. Fogão solar tipo caixa “T16”	15
4. Discussão de resultados	15
5. Conclusões e Recomendações	16
5.1 Conclusões	16
5.2 Recomendações	18
6. Referências Bibliográficas	18

RESUMO

Um dos principais processos que condicionam a existência da vida humana é a radiação solar, visto que a Terra necessita plenamente da energia do Sol para a obtenção de luz e calor. A radiação solar é aproveitada através do uso da energia directa, a química, a fotovoltaica e a térmica, a qual será o objecto deste trabalho, tratando especificamente a tecnologia dos fogões solares.

A pesquisa da tecnologia dos fogões solares em Moçambique, é matéria de extrema importância, e bastante actual. De facto o nosso País possui elevados índices de radiação solar, daí que o uso desta tecnologia seja uma vantagem, visto que é acessível às condições financeiras da maioria da população. Dada a importância desta tecnologia visando o uso apropriado de três tipos de fogões solares e o seu modo de funcionamento pretende-se com este trabalho analisar qual deles é o mais vantajoso, estabelecendo uma comparação entre os fogões, tomando em consideração a estação do ano de Inverno.

Para este tipo de comparação, foram feitas inúmeras experiências no período de Inverno, de modo a medir a temperatura de estagnação, e de ebulição de um litro de água para cada fogão. Tendo as temperaturas, foi possível traçar os respectivos gráficos para uma análise comparativa. Na análise notou-se que os três fogões usados na experiência, eram um meio convencional para cocção (acção de cozer) dos alimentos. Mesmo utilizando os fogões na época de Inverno, todos eles apresentaram bons resultados, mas os fogões do tipo caixa são mais adequados para o uso no Inverno do que os fogões parabolóides.

Em períodos de crise energética, as fontes alternativas de energia devem ser pesquisadas e utilizadas. É dever do educador divulgar novas alternativas energéticas, visando racionalizar os meios de produção de energia. A energia solar abundante é ecologicamente correcta, todavia tem sido pouco utilizada no nosso País, pelo que torna-se necessário divulgar estes conhecimentos para uso da população .

1 – INTRODUÇÃO

A civilização humana está associada à utilização de energia pelo homem para a satisfação das suas necessidades. A primeira forma de energia que o homem aprendeu a utilizar para este fim foi a sua própria força muscular. Mais tarde, ele aprendeu a utilizar outras formas de energia de origem exterior: o fogo, a força dos animais domesticados, do vento e das águas.

A aspiração a uma sociedade mais desenvolvida aumentou a procura em consumo de energia, o que obrigou o homem a procurar outras fontes de energia e a desenvolver tecnologias para a sua exploração. No século XIX, começou-se a utilizar os combustíveis fósseis (carvão, petróleo e gás natural). Não se colocava então o problema da limitação das reservas existentes dos combustíveis, tão pouco se colocava o problema de poluição do meio ambiente. Estes problemas obrigam a uma reflexão muito séria sobre as alternativas aos combustíveis para a obtenção da energia.

Esta reflexão resultou já no estabelecimento, em vários países do mundo, de programas de investigação de novas tecnologias para a produção de energias a partir de fontes limpas, não poluentes e renováveis, sendo que uma das formas das tecnologias consiste em aproveitar continuamente a energia gratuita do Sol, ou seja, a radiação solar para diferentes fins nos quais se incluem, por exemplo, na geração da energia fotovoltaica, na cocção dos alimentos, nos secadores solares, entre outros.

O presente trabalho teve início no mês de Maio de 2004 no terraço do departamento de Física prolongando-se até meados de Julho de 2004. Por falta de instrumentos o estudante teve que se deslocar ao Instituto Nacional de Meteorologia para conseguir alguns dados. Num intervalo de 10 em 10 minutos com termómetro de mercúrio, foi possível obter as temperaturas de estagnação, e de ebulição de 1 litro de água para cada tipo de fogão. Este foi um dos métodos traçados para conseguir alcançar os objectivos, comparar os tipos de fogões solares. Com este objectivo pretende-se analisar o desempenho dos fogões solares na época de Inverno.

1.1-Objetivo

O principal objetivo do presente relatório, é fazer um estudo comparativo dos três fogões solares disponíveis pelo departamento de Física, da Universidade Eduardo Mondlane.

2 - RADIAÇÃO SOLAR

2.1 –Fundamentos Teóricos

Chama-se radiação solar, à emissão de energia do Sol para o espaço cósmico, mediante as ondas electromagnéticas. A ocorrência de vulcões e fontes de água quente em diversos lugares prova que a Terra tem calor próprio, mas, sem a continua corrente de radiação proveniente do Sol, a Terra seria um mundo escuro e gelado com uma temperatura média da superfície não muito superior ao zero absoluto. Como sucede com todos os membros do Sistema Solar, o movimento da Terra no espaço depende do Sol. O nosso planeta é forçado pela poderosa gravidade solar a descrever uma órbita levemente elíptica, com um raio de aproximadamente 150 milhões de km.

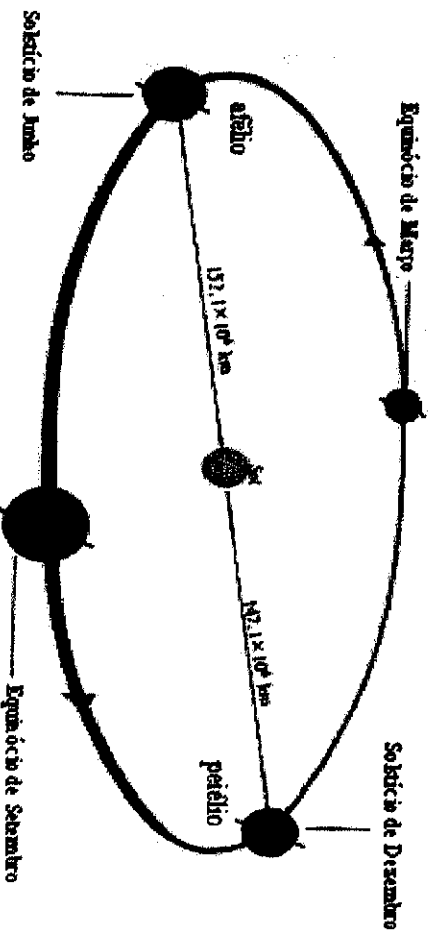


Figura 1 : A órbita da Terra descreve uma elipse com o Sol num dos focos [1]

Quando a Terra está mais afastada do Sol (afélio) recebe aproximadamente 7% menos de radiação solar que quando se encontra mais próximo do Sol (periélio). Embora a diferença seja grande, pouco efeito tem no clima da Terra, porque este é dominado pela distribuição dos continentes e oceanos dos dois hemisférios. [1]

2.2 -O Sol

O Sol é uma das 10 000 milhões de estrelas que constituem a nossa Galáxia, a *Via Láctea*. Esta é constituída por um núcleo central onde estão concentradas milhões de estrelas, nós estamos num dos braços espirais, o braço de Orion. O Sol ocupa um modesto lugar a uma distância de 300 000 anos-luz (Um ano-luz é o espaço que a luz percorre durante um ano) do centro, e está animado de um movimento de translação em torno da Galáxia com um período de cerca de 200 milhões de anos e com uma velocidade de 250 km/s. [2]

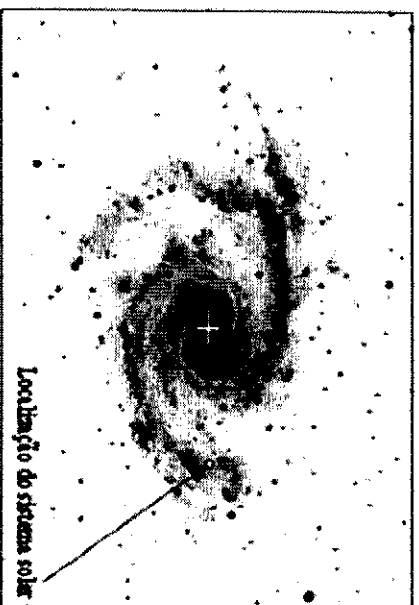


Figura 2: Localização do Sol na Galáxia Via Láctea [2]

O Sol actua como um reactor nuclear gigantesco, produzindo energia através da conversão gradual dos seus recursos de Hidrogénio em Hélio. Como qualquer outra estrela o Sol produz a sua energia através de reacções nucleares no seu núcleo central. A temperatura e a pressão do núcleo são tão intensas que o Hidrogénio, inicialmente o gás mais abundante no Sol, é convertido em Hélio por reacções de fusão termonuclear. Esta conversão verifica-se quando quatro núcleos de Hidrogénio se fundem entre si para formar um núcleo de Hélio. A reacção inicia na libertação de energia que percorre por

convecção o corpo principal do Sol, emergindo à superfície como radiação visível. É este processo nuclear contínuo que faz com que o Sol brilhe tanto. [3]

2.2.1 -Estrutura do Sol

Quando observamos o Sol à luz visível pode ver-se a sua superfície, denominada fotosfera, que é uma região de turbulência com profundidade de cerca de 400 km. Uma observação mais completa da fotosfera revela uma curiosa estrutura granular, medindo cada grânulo cerca de 1000 km de diâmetro. Os grânulos têm uma duração relativamente curta e são produzidas por correntes turbulentas ascendentes de energia provenientes do interior do Sol.

A energia libertada pela fotosfera passa através da cromosfera quase transparente, com vários milhares de quilómetros de espessura. A temperatura da matéria nessa região eleva-se cerca de 4500 K no fundo até cerca de 1 000 000 K nos extremos exteriores. Os gases da cromosfera são extremamente tênues. As observações no ultravioleta revelam, no entanto, que é uma região muito activa e dinâmica de temperaturas extremamente elevadas, através das quais a energia libertada pelo Sol passa para a coroa e depois para o espaço interplanetário exterior. [2]

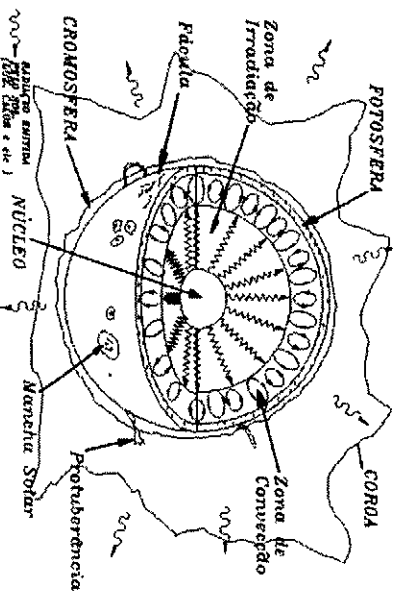


Figura 3: Esquema da Estrutura do Sol [2]

Os astrónomos avaliam a idade actual do Sol em cerca de 5 000 milhões de anos, calcula-se que continue a brilhar, no futuro, durante um período de tempo semelhante,

apresentando um diâmetro equatorial de 1 392 000 km e com uma temperatura média superficial de 5700 K.[3]

A radiação solar é emitida para o espaço sob forma de ondas electromagnéticas que variam desde a radiação de ondas curtas, como os raios X, até às ondas de rádio de comprimento de onda muito longo.

2.3 -Espectro solar extraterrestre

Sabe-se que a radiação solar é policromática, e no espaço 98 % da energia total irradiada pelo Sol situa-se nos comprimentos de onda entre 0.25 μm e 3.0 μm . A curva da distribuição espectral da radiação solar é chamada *espectro solar*, torna-se necessário saber a distribuição espectral desta radiação, isto é, a radiação que pretende ser recebida na ausência da atmosfera. Um espectro normal curvo foi composto com base na máxima altitude e medições espaciais pelo Centro de Radiação Mundial (*World Radiation Center*)

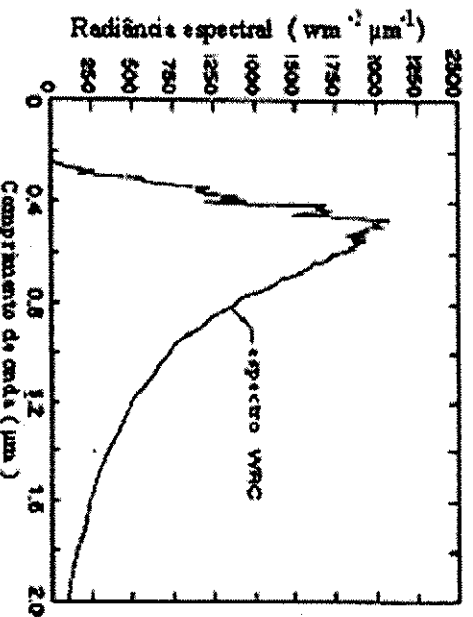


Figura 4: Espectro de radiação em função de comprimento de onda de WRC na distância sol-terra

A disponibilidade de radiação solar numa superfície é avaliada através de uma grandeza física, chamada *Intensidade radiante* $I(T)$. Esta é definida como sendo a potência total irradiada por unidade de área, somada sobre todos os comprimentos de onda (ou calculando a área sob a curva de radiação espectral).[4]

$$I(T) = \int_0^{\infty} R(\lambda).d\lambda \quad (T \text{ fixa}) \quad (1)$$

2.4-A constante solar

A constante solar consiste na energia que atravessa, por segundo, cada metro quadrado na parte superior da atmosfera terrestre. As medições feitas pelos instrumentos transportados em satélites artificiais atribuem à constante solar um valor máximo de 1.35 kw/m^2 . A radiação solar no espaço livre, difere deste valor em mais ou menos 3.35 %, devido às variações na distância entre a Terra e o Sol ao longo do ano. [1]

2.5 – Interação da Radiação Solar com a Atmosfera Terrestre

Chama-se *atmosfera terrestre*, à massa gasosa que envolve a Terra. Esta massa estende-se desde a superfície terrestre até uma altura de cerca de 100 km, e consiste de uma mistura de gases (Nitrogénio, Oxigénio, vapor de água, Argónio, Dióxido de Carbono, Néon, Hélio, Metano, entre outros). A figura abaixo mostra o espectro da radiação depois da passagem da atmosfera terrestre.

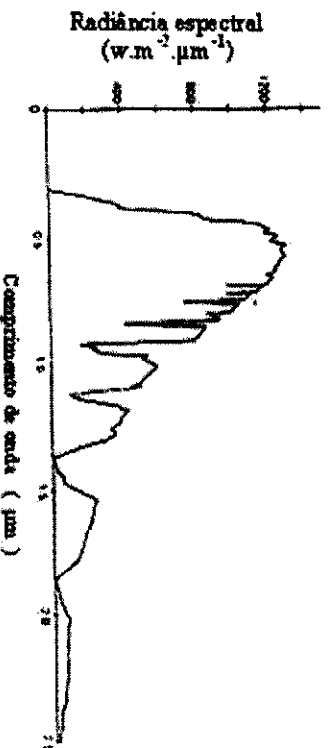


Figura 5: Espectro de radiação visto na superfície terrestre. [5]

A interação da radiação solar com a atmosfera terrestre realiza-se através dos processos de *Dispersão* e *Absorção*. A dispersão consiste na separação dos componentes da radiação solar em diversos feixes, em virtude da variação da velocidade de propagação das ondas electromagnéticas na atmosfera com o comprimento de onda. Este fenómeno é mais notável na região das ondas curtas do espectro solar e é devido principalmente, as moléculas de ar e particuladas de poeira suspensas na atmosfera.

Por outro lado, a Absorção é o processo do qual resulta a filtragem dos raios em curtos comprimentos de onda. Dai resultam que os raios X e ultravioleta prejudiciais serem filtrados a elevadas altitudes, o que é vantajoso, visto que a protecção contra esses raios é decisiva para a existência de vida na Terra. No outro extremo do espectro, as ondas de rádios atravessam incólumes a atmosfera. A absorção atmosférica da radiação infravermelha melhora o equilibrio térmico da Terra, porque a pequena quantidade de dióxido de carbono na atmosfera (cerca de 0.03% por volume) produz um importante papel, « efeito de estufa ». Grande parte da radiação solar que alcança a superficie da Terra é absorvida pelo solo, aquecendo-o e fazendo com que emita a sua própria radiação, que tem comprimentos de onda muito longos. O dióxido de carbono atmosférico é relativamente opaco a esses comprimentos de onda, de modo que a parte da radiação é retirada, fazendo com que a superficie da Terra seja ainda mais aquecida. Calcula-se que o efeito de estufa chegue a aquecer a superficie da Terra até 30 °C.

Finalmente, toda a radiação que a Terra recebe do Sol é devolvida para o espaço – se assim não fosse, a temperatura da superficie continuaria a subir infinitivamente. Deste modo o nosso planeta encontra-se num estado de equilibrio térmico – ou pelo menos pensa-se que se encontre, a menos que o equilibrio tenha sido alterado pelo aumento gradual de dióxido de carbono atmosférico que se verificou desde a Revolução Industrial. A razão entre a quantidade total de luz reflectida por um corpo no espaço e a quantidade total de luz que cai sobre esse corpo chama-se *albedo*. Um reflector perfeito tem um albedo de 1, e a Terra tem um albedo de 0,34. A Lua, pelo contrario, tem um albedo de 0,07, indicando uma reflexão minima. [1]

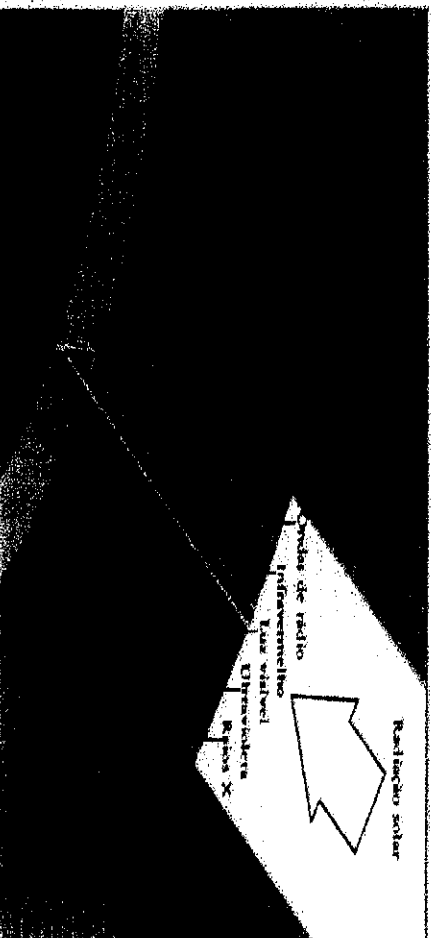


Figura 6 .Esquema da absorção da radiação solar pela atmosfera terrestre[1]

Em suma pode-se dizer que atmosfera terrestre actua como um filtro, impedindo que a radiação prejudicial de curtos comprimentos de onda alcance a superfície. Os raios X são absorvidos na ionosfera e a maior parte da radiação ultravioleta é absorvida pela camada de ozono da estratosfera. A radiação infravermelha é também absorvida, sobretudo pelo vapor de água atmosférico. A luz visível e as ondas de rádio penetram até à superfície da Terra.

2.6- Tipos de radiações solar

2.6.1- Radiação Direta (J): é definida como a fracção da radiação solar, que atravessa a atmosfera terrestre sem sofrer qualquer alteração em sua direcção original. É medida com um instrumento denominado *pireliómetro*, associado a um dispositivo de acompanhamento do movimento do Sol .

2.6.2- Radiação Difusa (D): Refere-se à componente da radiação que, ao atravessar a atmosfera, é espalhada por aerossóis, poeira ou mesmo, reflectida pelos elementos constituintes dessa atmosfera, atingindo a superfície terrestre em diversas direcções. As medições de radiação difusa são realizadas com piranómetros, cujos sensores se encontram sombreados por uma banda ou disco, de forma a não incidir radiação directa solar.

2.6.3- Radiação Global (G): é a energia radiante por unidade de tempo e de área incidente em uma superfície, expressa em W/m^2 , e é dada pela soma de suas componentes directa (J) e difusa (G).

$$G = J + D \quad (2)$$

A radiação global pode ser medida utilizando diferentes instrumentos, sendo piranómetro o mais utilizado. [4]

3- FOGÕES SOLARES

Na cocção de alimentos emprega-se um equipamento conhecido como *fogão solar*. Os primeiros fogões solares surgiram em 1853 e foram ao longo do tempo desenvolvidos por Adams em Bombaim, Herschel na Inglaterra, Saussure na Suíça e Mouchot na França, tendo o ultimo sido exibido na Feira Mundial de Paris em 1878, cozinhando uma libra (cerca de 450g) de carne em pouco mais de vinte minutos. Os fogões desenvolvidos por estes pioneiros eram do tipo caixa quente, como mostra a figura 10 de autoria de Abou Hussein.[6]

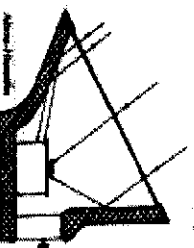


Figura 10 : Esquema do fogão de Abou Hussein.[6]

Estes fogões operam também com a radiação difusa, ao contrário dos fogões com concentrador parabólico (mencionados abaixo), que são operacionais na presença da radiação directa, razão pela qual as temperaturas obtidas são bem mais elevadas (~350 °C), enquanto que os do tipo “caixa quente” chegam no máximo a 150 °C.

O seu emprego encontra aplicação na zona rural das regiões áridas e semi-áridas de um determinado país, onde a extração de lenha para obtenção de energia térmica assume valores significativos. É importante esclarecer que o fogão solar não tem a pretensão de substituir integralmente o uso da lenha ou do gás de cozinha no preparo dos alimentos e nem isto seria possível pois, sendo este equipamento cuja operacionalidade só tem sentido com a presença da radiação solar, já que se trata de um equipamento que funciona segundo a reflexão da radiação solar, é perfeitamente compreensível que haverá ocasiões em que a radiação não seja suficiente para sua operacionalidade e neste caso o uso da lenha ou do gás se torna imprescindível.

3.1-Vantagens do uso dos fogões solares

A principal vantagem do uso do fogão solar é a disponibilidade de energia gratuita e abundante, além da ausência de chamas, fumaça, perigo de explosão, incêndios, etc. É suficiente para fornecer as calorias necessárias à ebulição da água, cozinhar, assar, fritar, aquecer alimentos, etc. Não seria de mais enfatizar que o uso sistemático do fogão solar somente trará benefícios para o usuário, principalmente os de baixa renda que habitam nas zonas rurais. Por outro lado a sua frequente utilização representa uma contribuição inestimável a fauna e a flora, hoje tão comprometidas com o desmatamento inconsequente e predatório na busca de lenha, gravetos, e outros materiais destinados a produção de energia térmica.

3.2-Desvantagens do uso dos fogões solares

Diferentemente dos sistemas que operam segundo a conversão térmica da radiação solar, o fogão exige para o seu funcionamento a presença da radiação solar , isto é, céu claro e sem nebulosidades, já que se trata de um sistema que opera segundo a reflexão desta radiação. Por esta razão é que as áreas potencialmente utilizáveis estão situadas nas zonas semi-áridas e regiões de outras características semelhantes e preferencialmente onde há ocorrência de desmatamento para alimentação de fogões a lenha, bastante utilizados na zona rural. Nas regiões costeiras o emprego do fogão solar somente terá justificativa nas actividades de acampamento (camping), e outras actividades .

3.3-Tipos de fogões solares

No presente trabalho faz-se referência aos fogões solares do tipo caixa (50cmx50cm), tipo caixa “T16”, e o concentrador parabólico.

3.3.1-Fogão solar do tipo parabólico ou Parabolóide

O fogão solar tipo Parabólico é constituído basicamente de três partes principais:

- 1 - Suporte do parabolóide
- 2 - Suporte da panela
- 3 - Parabolóide propriamente dito



Figura 11 : Esquema de um fogão do tipo Parabólico

- *Suporte do parabolóide*: Este suporte é a base de sustentação do conjunto. Está constituído de três segmentos tubulares formando um tripé com 84 cm de comprimento. Presos à citada base encontram-se encaixes cilíndricos , por onde passa um suporte semi-circular de 204 cm. Este arco tem movimento de rotação em torno de seu próprio eixo vertical cujo movimento pode ser facilmente bloqueado por meio de um parafuso de fixação.

- *Suporte da panela*: É um suporte que está exactamente no foco da parábola, e está dividido em duas partes, de forma a que possa entrar uma panela, e é todo feito de tubo. A sua simplicidade dispensa maiores explicações.

- *Parabolóide*: É constituído por 20 folhas de alumínio, todos com uma boa capacidade de reflexão. A fixação destas folhas no arco é feita por meio de um parafuso central o qual mantém cada segmento apoiado em um arco de sustentação, formando uma parábola de alumínio de 115 cm de diâmetro. O conjunto dispõe de dois movimentos necessários à orientação do sistema conforme a posição do Sol na esfera celeste.

* *Funcionamento*: Este fogão deve estar num lugar, plano e protegido do vento. A parábola deve estar virada directamente para o sol, onde a radiação directa é reflectida pelas folhas de alumínio, dirigindo para o foco da parábola , onde se encontra a panela de

cor preta, pronta para absorver toda radiação incidente. Ela necessita de ser redirecionada a cada 10 minutos.

3.3.2-Fogão solar tipo caixa (50cmx50cm) ou “Sun Cook”

O fogão solar tipo caixa (50cmx50cm) é constituído por :

- 1- Uma caixa do tipo (50cmx50cm) .
- 2- Uma tampa refletora móvel.
- 3- Um vidro do tamanho da caixa.



Figura 12 esquema do fogão solar do tipo caixa (50cmx50cm)

- *Uma caixa do tipo (50cmx50cm)* : As suas paredes laterais estão totalmente espelhadas de modo que a radiação incidente possa reflectir para a panela, o seu fundo é preto para absorver a radiação incidente e mais tarde ceder o calor à parte superficial da panela.

- *Uma tampa reflectora móvel* : a função desta tampa móvel é de reflectir (dependendo da posição da mesma) a radiação para dentro da caixa.

- *Um vidro do tamanho da caixa*: O vidro tem a propriedade de deixar passar a radiação incidente, bem como de impedir que a radiação saia da caixa ,isto é, tentar manter o máximo possível do calor existente.

* *Funcionamento*: A base de funcionamento deste tipo de fogão assemelha-se ao fenómeno de efeito de estufa. Esse fenómeno explica-se da seguinte maneira: Durante o dia, parte da energia solar é captada pela superfície da Terra e absorvida, outra parte é irradiada para a atmosfera. Os gases naturais que existem na atmosfera funcionam como uma capa protectora que impede a dispersão total desse calor para o espaço exterior,

evitando que durante o período nocturno se perca calor, é como tal, o nosso planeta permanece quente - A este processo chama-se efeito de estufa. Os fogões do tipo caixa funcionam sobre o mesmo princípio, no entanto, o papel da camada protectora é realizado por um vidro colocado sobre o fogão.

3.3.3-Fogão solar tipo caixa “T16”

Este fogão não difere muito ao do tipo caixa (50cmx50cm), a única diferença consiste no facto deste possuir mais duas tampas reflectoras, como a de um trapézio, de base maior 70 cm, e menor 50 cm, como ilustra a figura abaixo:

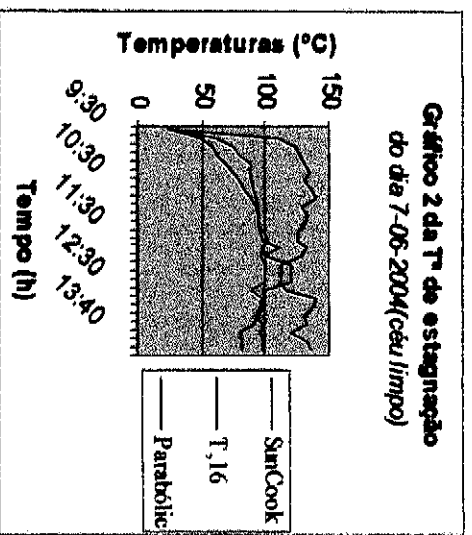
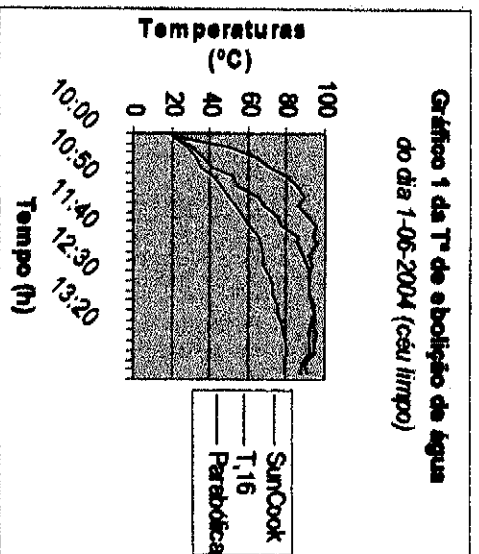


Figura 13 : Esquema do fogão do tipo T16

4-DISCUSSÃO DE RESULTADOS

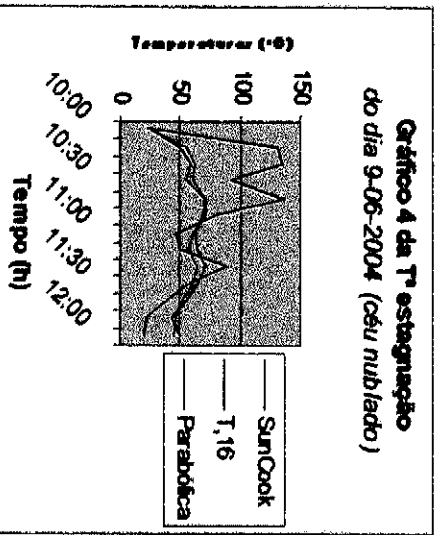
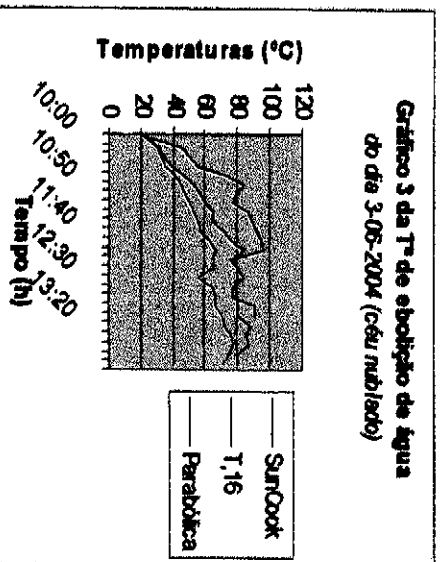
- Durante o Inverno registam-se normalmente descidas graduais da temperatura, provocando assim alguns dias com céu nublado, e por vezes com vento intenso, afectando de certa forma as experiências, e provocando pausas ao longo do processo. Mas sempre que o céu apresenta-se em bom estado, as experiências eram efectuadas tendo início as 10 horas até por volta das 14 horas. Os resultados foram obtidos de forma satisfatória e, segundo os dados escolheu-se dois dias com céu limpo, e outros dois dias com céu nublado para cada tipo de experiências, nomeadamente T¹ de ebulição para 1 litro de água, T² de estagnação, para melhor comparar os fogões. Usou-se *Microsoft Excel* para elaboração dos gráficos abaixo.

Para céu limpo destacou-se os seguintes gráficos:



gráficos 1 e 2 – representa variação da T° em função das horas para os dias de céu limpo.

- Segundo os gráficos acima, verificou-se que o fogão parabólico era sempre o primeiro a atingir uma temperatura alta, e em seguida era o fogão do tipo T16, e por último o tipo caixa. Mas quando o vento era ligeiramente intenso, logo a temperatura do fogão parabólico diminuía, igualando as temperaturas do fogão caixa e T16 (gráfico 2).



gráficos 3 e 4 – representa variação da T° em função das horas para os dias de céu nublado.

- O gráfico 3 mostra, que no início o fogão parabólico apresenta uma subida de temperatura, mas também há uma oscilação no seu percurso, isso mostra a queda do rendimento na presença de nuvens, ao passo que os fogões do tipo caixa apresentam uma

ligeira perda da temperatura em função da carga horária. Mas para o gráfico 4, no início os fogões apresentam as mesmas características que o gráfico 3, mas depois todos eles baixam de temperatura, porque nesse dia o tempo apresentava-se nublado com tendências de chover, o que implicou a queda das temperaturas para todos os fogões.

- O fogão parabólico chegou a atingir máxima temperatura em cerca de 160 °C, no dia 24-06-2004 e a mínima de 20 °C no dia 09-06-2004, isto para T^a de estagnação. A do tipo T16, alcançou o máximo de 120 °C nos dias 07 e 24 do mesmo mês, e a mínima de 42 °C no dia 09-06-04. E o caixa (50cmx50cm), a máxima foi de 140 °C dia 22-06-04 e a mínima de 44 °C no dia 09-06-04.

- O fogão parabólico no dia 10-06-04 conseguiu ferver a água em 40 minutos, depois de 20 minutos é que o fogão T16 atingiu 86 °C, e Sun Cook 80 °C.

5 – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1- Conclusões

- O fogão solar é utilizado praticamente durante todo o dia, sendo o intervalo propício correspondente entre 10.30 h as 14 horas, isto para a época de Inverno .
- O fogão parabólico, durante as experiências mostrou-se muito eficaz, mas apresentou alguma deficiência nos dias de céu nublado, ventos intensos, ou seja com interrupção da radiação directa .
- Relacionando os dois fogões do tipo caixas, notou-se que o fogão do tipo T16 apresenta uma eficiência ligeiramente alta em relação ao caixa (50cmx50cm).
- Ao comparar os três fogões, observou-se que os do tipo caixas conseguem conservar por mais tempo calor mediante o parabolóide, torrando assim o mais recomendável para o uso na época de Inverno .

5.2 – Recomendações

- Durante a experiência da ebulição de água, houve a necessidade de medir constantemente a temperatura de água , e quando abre-se a tampa da panela a fim de mergulhar os termômetros perde-se algum calor, então recomenda-se ao uso de termômetros digitais modernos, para evitar essas perdas.
- Recomenda-se sempre o uso de panelas de cor preta, porque apresentam um poder de absorção maior.
- Para o futuro, recomenda-se um estudo mais profundo, como por exemplo, o cálculo do rendimento de cada fogão solar, o aperfeiçoamento para os fogões com objetivo de obter um rendimento maior, para melhor difundir essa tecnologia.

6- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]- Enciclopédia do conhecimento ciência e tecnologia “*A TERRA*”, editor Resomnia.
- [2]-http://www.cdcc.sc.usp.br/cda/aprendendo-basico/sistema_solar.
- [3]- Enciclopédia do conhecimento ciência e tecnologia “*O UNIVERSO*”, editor Resomnia.
- [4]-John A. Duffe & William A. Beckman “*Solar Engineering of Thermal Process*” John Wiley & Sons ,1991
- [5]- Alan L. Fahrenbruch & Richard H. Bube “*Fundament of Solar Cells, Photovoltaics Solar Energy Conversion*”, Academic Press, JNC , 1983.
- [6]- Arnaldo Moura Bezerra ; <http://mourabezerra.sites.uol.com.br/identificacao.htm>