



Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeira

**Monografia para Obtenção do Grau Licenciatura em Oceanografia**

CONCEPÇÃO E CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR DO TIPO PARABÓLICO  
PARA COZIMENTO DOS ALIMENTOS

José Mário Nhacudima

Quelimane, Outubro 2017



# Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeira

**Monografia para Obtenção do Grau Licenciatura em Oceanografia**

## **CONCEPÇÃO E CONSTRUÇÃO DE UM FOGÃO SOLAR DO TIPO PARABÓLICO PARA COZIMENTO DOS ALIMENTOS**

**Autor:**

José Mário Nhacudima

**Supervisor:**

Msc: Noca B. Furaca da Silva

---

Quelimane, Outubro 2017

## **Dedicatória**

Dedico este trabalho aos meus pais, Mário Daracube Nhacudima e Serafina Zefanias que sempre acreditaram em mim dando forças desde o primeiro momento, nos dias que mais precisei de uma mão até o fim dos meus estudos.

## **Agradecimentos**

Em primeiro lugar agradeço a Deus pela força, coragem e muita saúde que me concedeu durante todos esses 4 anos que foram repletos de muitas lutas, quedas, tropeços mas graças a mão forte dEle superei cada obstáculo e momento difícil que vivi nesse longo percurso. Agradeço a minha família, meu Pai, minha Mãe, Mana, Mana Yolanda pelas palavras de motivação para que eu prosseguisse com os estudos, Mana Eulália, Mano Amosse, Mana Inocência, Mana Nélcia, Mano Salvo, Mana Cecília, Isabel e a todos meus Sobrinhos e Sobrinhas que mesmo distantes sempre acreditaram que eu era capaz de superar cada momento.

Na verdade não tenho palavras certas para agradecer o que fizeram por mim, lembro me muito bem dos dias em que tiram o pão da suas mesas que poderiam dar aos seus filhos e deram a mim de modo que eu continuasse a com os meus estudos. A minha namorada Juvelina Batista Mucauque pelo apoio e carinho nos momentos que mais precisei de uma forma directamente e indirectamente.

Ao corpo dos Docentes da Escola Superior de Ciências Marinha e Costeiras pela dedicação incansável para transmitir os conhecimentos científicos e em especial ao Doutor Noca Furaca pelos ensinamentos e orientações, criatividade e paciência no apoio e no desenvolvimento do trabalho.

Digo muito obrigado ao Fernando da Sandra Mondlane que me incutiu a ideia de cursar Oceanografia, lições de vida não são poucas que tivemos juntos, aprendi muito com Ele e hoje posso dizer que o considero como irmão e também ao Fernando Américo Niquice que tivemos muitos momentos ímpares repletos de dificuldades mas graças a Deus que não permitiu faltar em nós a alegria para superar cada momento.

Aos meus Amigos que junto fizemos essa caminhada, Colegas do curso de Oceanografia, Biologia, Química e Geologia em especial *Real family* Sebastião Marquel, José xieo, Joaquim Venâncio, Ermenegildo Tomas, Mário de Souza, Edson Muianga, Cecílio, Camacho Melo, Ernesto Tembe, Nicolau e ao colega Cesárdio Noé e Elias Sengo pela disposição, força e pelas palavras de motivação até nos momentos que ninguém acreditava na possibilidade da construção do fogão vocês sempre estiveram ao meu lado carregados de palavras positivas e motivadoras por isso sempre ser grato a vocês.

## **Declaração de Hora**

Declaro por minha hora que este trabalho foi realizado com o material que ao longo do mesmo se faz referência e é da minha autoria. As ideias apresentadas são da inteira responsabilidade do autor.

O autor

.....

(José Mário Nhacudima)

## **Resumo**

O problema de destruição das florestas de mangal para a obtenção do combustível lenhoso tem causado impactos negativos para o ambiente estuarino. Como objectivo de diminuir a pressão sobre o corte do mangal foi concebido e construído um fogão parabólico baseado em material local. O fogão foi construído com uma parabólica de Tv com comprimento 88cm e uma largura de 82cm e a parte côncava sobreposta com papel de alumínio geralmente usado para conservação dos alimentos. O fogão em estudo quando comparado com outros já construídos por outros autores em que usou-se duas parábolas para a reflexão da radiação solar demonstrou se competitivo porque com a temperatura obtida é possível cozer certos alimentos.

Este fogão foi construído para a redução dos danos ambientais causados pelo uso massivo da lenha para a cocção dos alimentos principalmente para as comunidades que vivem nas zonas dos mangais que nos últimos tempos tem aumentado o número populacional e intensificado também o abate das árvores do mangal.

Apesar desta tecnologia energética ser ambientalmente amiga da natureza apresenta as suas desvantagens com o caso de não se usar nos dias de céu nebulado e no período nocturno, assim como o facto de se tomar cuidados com os raios reflectidos no momento do uso.

**Palavra-chave:** Fogão solar parabólico, Material de baixo custo, redução dos danos ambientais.

## **Abstract**

The problem of destruction of mangrove forests to obtain wood fuel has had a negative impact on the estuarine environment. A parabolic stove based on local material has been designed and built to reduce pressure on the mangrove cut. The stove was built with a Tv dish with length 88cm and a width of 82cm and the concave part overlaid with aluminum foil usually used for food preservation. The stove in study when compared with others already constructed by other authors in which two parabolas were used for the reflection of the solar radiation demonstrated to be competitive because with the obtained temperature it is possible to cook certain foods.

This stove was built to reduce the environmental damage caused by the massive use of firewood for the cooking of food mainly for communities living in areas of mangroves that in recent times has increased population and also intensified the killing of mangrove trees.

Although this energy technology is environmentally friendly to nature, it has its drawbacks that it can not be used on cloudy days and at night, as well as taking care of reflected rays at the time of use.

**Keyword:** Parabolic solar cooker, Low cost material, reduction of environmental damage.

## Lista de Figuras

Figura 1.: Radiação solar terrestre e extraterrestre. Fonte: .....	5
Figura 2: Locais com maior disponibilidade da energia solar. Fonte: .....	6
Figura 3: Mostra em média a capacidade reflexão para cada tipo de superfície reflectora.....	9
Figura 4: Concepção de fogão solar do tipo parabólico .....	12
Figura 5: Fogão solar do tipo parabólico em estudo. Fonte: .....	13
Figura 6: Teste da variação da temperatura no foco do fogão tipo parabólico .....	22
Figura 7: Variação da temperatura da água durante o teste de ebulição .....	23
Figura 8: Relação entre a temperatura no e a temperatura da água na panela .....	24
Figura 9: Alimento usado para teste de cocção no fogão solar parabólico em estudo. Fonte: ..	25



## **Lista de Tabelas**

Tabela. 1: Comparação dos valores de reflexão de algumas matérias .....	8
Tabela. 2: Resultados dos parâmetros do fogão em estudo de uma forma resumida .....	21
Tabela. 3: Valores do teste de ebulição da água .....	23
Tabela. 4: Comparação dos resultados do fogão em estudo com outros construídos por outros autores.....	25

## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

$\eta_o$  → Eficiência óptica do sistema de captação da energia solar

$\eta_t$  → Eficiência de conversão térmica

$\eta_u$  → Eficiência útil de conversão

$a$  → metade maior de um dos comprimentos da elipse

$A_c$  → Área de captação da energia solar pelo concentrador

$A_f$  → Área do foco, correspondente a região iluminada no funcho da panela

$A_{lp}$  → Área lateral da panela

$b$  → metade menor de um dos comprimentos da elipse

$C$  → Factor de concentração solar

$D_p$  → Diâmetro da panela

$h_p$  → Altura da panela

$I_c$  → Radiação instantânea colectada pelo sistema de captação

$k_r$  → Fracção da radiação reflectida

$P_{abs}$  → Potência máxima absorvida pela panela

$P_{perda}$  → Potência perdida pela panela para o ambiente externo

$P_u$  → Potência térmica útil

$r_f$  → raio do foco

$T$  → Temperatura absoluta no foco

$T_{amb}$  → Temperatura ambiente

$T_{emp}$  → Temperatura

$T_{ep}$  → Temperatura externa da panela.

$\alpha_p$  → Absortividade da panela

## Índice

1. Introdução .....	1
2. Objectivos .....	3
2.1. Objectivo geral: .....	3
2.2. Objectivos específicos: .....	3
3. Fundamentação teórica .....	4
3.1. Energia solar .....	4
3.2. Radiação solar no Mundo .....	4
3.3. Energia Solar em Moçambique .....	6
3.4.1. Condução .....	6
3.4.2. Convecção .....	7
3.4.3. Radiação .....	7
3.5. Capacidade de reflexão de certas matérias .....	7
3.6. Historial do fogão solar .....	9
3.6.1. Fogão solar tipo caixa.....	10
3.6.2. Forno Solar Estilo Pannel.....	10
3.6.3. Forno Parabólico .....	10
4. Metodologia .....	11
4.1. Área de Estudo .....	11
4.2. Material usado:.....	11
4.3. Método.....	11
4.3.1. Conceber um fogão solar .....	11
4.3.2. Construção da estrutura do fogão.....	12
4.3.3. Avaliação da eficiência e potencial térmico .....	13
4.3.4. Análise da potência do fogão.....	14
4.3.5. Potência térmica perdida pela panela para o ambiente externo (W).....	15
4.3.6. Análise da eficiência útil do sistema do fogão solar do tipo parabólico .....	15
4.3.7. Cálculo da eficiência útil do sistema .....	16

4.4.	Características dos fogões em comparação .....	16
4.4.1.	Fogão solar parabólico construído por Filho (2011).....	16
4.4.2.	Características usadas para fazer a comparação: .....	16
4.4.3.	Fogão solar parabólico construído por Neto (2011).....	16
4.4.4.	Características usadas para fazer a comparação: .....	17
4.5.	Vantagem e desvantagem do uso do fogão solar em estudo.....	17
4.5.1.	Vantagem do fogão em estudo.....	17
4.5.2.	Desvantagens do fogão em estudo .....	17
5.	Resultados e discussão.....	19
5.1.	Cálculo da energia absorvida pela panela.....	20
5.1.1.	Potência térmica perdida pela panela para o ambiente externo (W) .....	20
5.1.2.	Potencial térmico útil do sistema .....	20
5.2.	Cálculo da eficiência óptica .....	20
5.2.1.	Calculo da eficiência na conversão térmica através da equação.....	21
5.2.2.	O cálculo da eficiência térmica total foi possível através da equação .....	21
5.3.	Testagem da eficiência do fogão.....	22
5.3.1.	Teste da variação da temperatura no foco .....	22
5.3.2.	Teste de ebulição da água.....	23
5.3.3.	Teste de cocção com Macarrão.....	24
6.	Custos e benefícios do fogão em relação fogões dos outros autores e convencionais .....	26
7.	Conclusão.....	27
8.	Referencias Bibliográficas.....	28

## 1. Introdução

A gestão dos recursos naturais, sempre foi, e continuara a ser de grande importância para a vida das comunidades, uma vez que a vida humana depende desses recursos para a sua sobrevivência (RYDIN & FALLETH, 2006). Muitos estudos mostraram que a população pobre em países em desenvolvimento é dependente dos recursos naturais locais para o seu sustento (BHATTACHARYA & INNES, 2006).

Na maioria dos países em desenvolvimento onde as florestas são recursos naturais nativos, estes são de propriedade comum, ou de acesso livre, os direitos sobre os mesmos não são claros, e são em geral acompanhados de má gestão levando à degradação de muitas florestas (OMURA, 2008).

As questões relativas ao meio ambiente estão sendo amplamente discutidas nos dias de hoje tanto na área de preservação ambiental como no controle de emissão de gases. Tem-se observado uma redução na extensão das florestas de mangal na ordem de 3,9% por ano, devido à destruição ou sobre exploração (SAKET & MATUSSE, 1994)

Em Moçambique, as causas de destruição dos mangais estão ligadas a factores antropogénicos e naturais. Os factores antropogénicos parecem constituir a principal ameaça aos mangais no país, e estão relacionados em grande medida com as principais formas de uso dos recursos de mangal. As formas mais identificadas de uso dos mangais no nosso país são: o corte para obtenção de combustível lenhoso, madeira e estacas (para venda e consumo doméstico), a construção de barcos, de vedações e de vários utensílios domésticos (BARBOSA, CUAMBE, & S.BANDEIRA, 2001).

Não existe informação definitiva acerca das áreas de florestas cortadas anualmente para a produção de carvão em Moçambique. Contudo, um estudo levado a cabo por consultores estimou que em média 100 000 ha de florestas são cortados em todo o país para a produção de combustíveis lenhosos, o que corresponde a um volume de 10 milhões de m<sup>3</sup> de árvores só para produção de carvão (FAO, 1993).

A fraca expansão da corrente eléctrica da Cahora bassa em certas regiões ou comunidades do país e a falta de recursos financeiros para aquisição fogões a gás ou eléctricos para a cocção dos alimentos faz com que haja maior pressão nas florestas, causando o abate excessiva das árvores para a produção do combustível lenhoso e carvão vegetal por serem fácil de obter e envolve custos reduzidos.

Deste modo, aumentando os riscos de erosão na zona costeira devido ao abate excessivo de árvores do mangal para produção do combustível lenhoso entre outros fins e por sua vez contribui para a perda de muitas variedades de espécies marinhas (ex: camarão) que tem feito seus berçários nos mangais.

É a partir da construção de um fogão solar parabólico que irá ajudar na diminuição do abate excessivo de árvores para fins domésticos principalmente nas zonas de mangais ou zonas costeiras e gerando também uma oportunidade de emprego para a camada juvenil pois quanto maior for a necessidade do fogão nas comunidades mais mão-de-obra dos jovens será necessária para ajudar nas construções dos fogões.

Este protótipo pode representar uma importante contribuição para a utilização de fogões solares, para reduzir a desertificação, e lançamento de poluentes pelo uso massivo de lenha para cocção, contribuindo para o desequilíbrio ecológico nessa região principalmente zona centro e norte do país onde há maior uso de lenha (NETO., 2011).

Talvez uma das directivas prioritárias na concepção de um concentrador solar é dar uma visão moderna, uma imagem de alternativa do futuro ao fogão. Terá, contudo, de ser altamente resistente e facilmente transportável, mantendo a simplicidade de utilização e o baixo custo.

Por outro lado irá auxiliar na conservação dos mangais uma vez estes são de grande importância social, económica e ambiental, por serem detentoras de uma rica estrutura peculiar que abriga uma grande variedade de plantas, animais e microorganismos, além de servir como berçário para várias outras espécies de seres vivos, que encontram nesse ambiente uma condição ideal para sua reprodução.

## **2. Objectivos**

### **2.1.Objectivo geral:**

- ✓ Concepção e construção de um fogão solar tipo parabólico para cocção dos Alimentos.

### **2.2.Objectivos específicos:**

- ✓ Conceber um fogão solar tipo parabólico;
- ✓ Construir o fogão solar;
- ✓ Testar a eficiência e o seu potencial térmico.

### **3. Fundamentação teórica**

#### **3.1. Energia solar**

O Sol é a grande fonte de energia da Terra. É dele que a Terra recebe luz e calor. A radiação solar atravessa o espaço, chega à Terra e ao atingir a matéria existente fornece luz e calor o suficiente para a manutenção da vida no planeta. Não se pode pensar em vida no planeta sem o calor fornecido pelo Sol.

O Sol é uma fonte de energia renovável e o aproveitamento desta energia como fonte de calor, é uma das alternativas energéticas mais promissoras no novo milênio.

#### **3.2. Radiação solar no Mundo**

A energia do Sol provém das regiões internas do Sol, em virtude de uma reacção de fusão contínua. Quase 90 % desta energia são gerados dentro da região 0,23 vezes o raio do Sol e em seguida transferidos radiactivamente até uma distância cerca de 0,7 vezes o raio do Sol. Fora desta região há a zona convectiva, onde a temperatura está na faixa de 6.000 K. A frieza relativa da superfície externa do Sol é indicação de que a energia criada no interior é dissipada radiactivamente pela superfície externa do Sol. Portanto, o Sol, com seu raio  $R \equiv 6,96 \times 10^5$  km e massa  $M \equiv 1,99 \times 10^{30}$  kg, é uma fonte de energia quase inexaurível para a Terra. Somente uma pequena fracção de energia do Sol atinge a Terra, em virtude da grande distância entre eles. A intensidade da radiação solar que atinge a atmosfera foi determinada muito precisamente por uma série de medidas feitas com o emprego de balões, de aviões, e de naves espaciais, de 1967 a 1970. A energia resultante é conhecida como a constante solar  $G_S$ , e vale:  $G_S = 1.353 \text{ W/m}^2$  (MOURA, 2007).



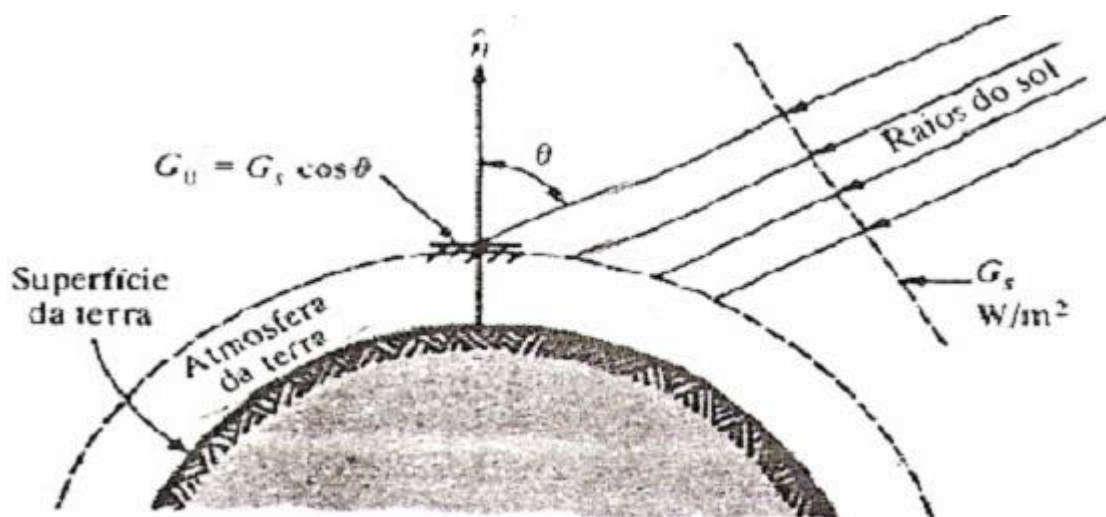


Figura 1.: Radiação solar terrestre e extraterrestre. Fonte: (MOURA, 2007)

Essa quantidade representa o fluxo de radiação solar incidente sobre um plano normal aos raios de Sol, exactamente no limite da atmosfera da Terra, quando ela está à distância média do Sol. À medida que a Terra se desloca em torno do Sol, em uma órbita ligeiramente elíptica, a distância entre eles varia de 98,3 % da distância média, quando a Terra está no ponto mais próximo do Sol, até 101,7 % da distância média, quando a Terra atinge sua distância máxima ao Sol. Por isso, o valor instantâneo de  $G_s$  varia aproximadamente por  $\pm 3,4 \%$ , isto é, do máximo  $1.399 \text{ W/m}^2$ , em 21 de Dezembro, ao mínimo  $1.310 \text{ W/m}^2$ , em 21 de Junho (MOURA, 2007).

Os países tropicais são bastante favoráveis ao uso de equipamentos solares devido a sua posição geográfica, recebendo maiores quantidades de radiação solar e ainda possuem mais dias de sol que os países subtropicais e temperados (MOURA, 2007).

Segundo SOUZA (2002), pode-se entender a grande vantagem da utilização da energia solar para suprir as necessidades energéticas do ser humano, representando uma quantidade de energia mais de 1.000 vezes o consumo de energia da humanidade em um ano.

Considera-se que a Terra recebe do sol, em nível do solo, no máximo  $1 \text{ kW/m}^2$ , embora possa atingir maiores picos em algumas localidades. Excluídas as regiões Ártica e Antártica, ela recebe em média cerca de  $3,6 \text{ kWh/m}^2$  dia.

Considerando-se que o consumo energético anual actual corresponde a  $1,5 \times 10^8 \text{ GWh}$ , conclui-se que a energia solar disponível nas massas continentais representa mais de 1.000 vezes o consumo de energia da humanidade. Isso equivale a dizer que menos de 1% da

energia solar disponível nas massas continentais seria suficiente para suprir de energia à humanidade. Considerando-se toda a área da Terra a disponibilidade aumenta para 1,02 X 10<sup>13</sup> GWh (SOUZA, 2002).

### 3.3. Energia Solar em Moçambique

A radiação solar a uma escala global varia essencialmente em função da atmosfera, geometria e do movimento do planeta relativamente ao sol, sendo que numa escala local, a variação da radiação solar encontra-se maioritariamente associada à morfologia do terreno, ou seja, variações de elevação, declive, exposição e sombreamento (FUNAE, 2015).

Moçambique apresenta uma radiação global em plano horizontal elevada quando comparada com bons locais na Europa e Ásia, sendo bastante próxima de alguns dos melhores locais do mundo, como a África do Sul e a Califórnia. Foram recolhidos e analisados os dados de radiação global em plano horizontal de 11 estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (período 1970-2000), e os dados disponibilizados pelo World Radiation Data Center (WRDC), para 17 estações de medição (entre 8 a 28 anos de registos existentes) (FUNAE, 2015).

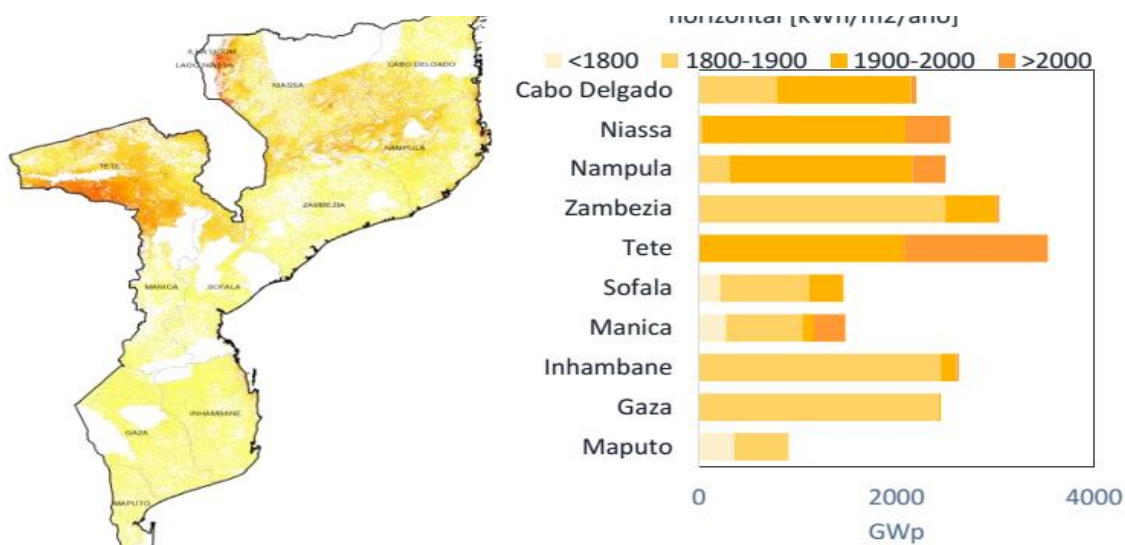


Figura 2: Locais com maior disponibilidade da energia solar. Fonte: (FUNAE, 2015).

### 3.4. Diferentes formas de transferência do Potencial solar

#### 3.4.1. Condução

A condução é um processo pelo qual o calor flui de uma região de temperatura mais alta para outra de temperatura mais baixa, dentro de um meio (sólido, líquido ou gasoso) ou entre meios diferentes em contacto físico directo (BARROSA, 2004).

Segunda Lei da Termodinâmica, a transmissão de calor parte de uma região de temperatura mais alta para outra de temperatura mais baixa. Portanto, a transmissão de calor por condução ocorre quando corpos em diferentes temperaturas estão literalmente “encostados” um no outro.

### **3.4.2. Convecção**

A convecção é o processo de transporte de energia pela acção combinada da condução de calor, armazenamento de energia e movimento de mistura. A convecção é importante principalmente como mecanismo de transferência de energia entre uma superfície sólida e um líquido ou gás.

Em um fluido, onde a mobilidade das partículas é grande, as partículas aquecidas pelo contacto directo com a superfície sólida tendem a migrar para locais onde as temperaturas são mais baixas. Esta movimentação de partículas acarreta uma transferência de energia de uma posição para a outra, caracterizando a transmissão de calor por convecção (BARROSA, 2004).

### **3.4.3. Radiação**

A radiação é um processo pelo qual o calor é transmitido de um corpo a alta temperatura para um de mais baixa quando tais corpos estão separados no espaço, ainda que exista vácuo entre eles.

A transmissão do calor radiante ocorre na forma de quanta (porções discretamente definidas) de energia. Todos os corpos que possuem temperatura absoluta diferente de zero emitem calor radiante, porém, dependendo da composição do corpo e de outros requisitos, esta quantidade pode ser maior ou menor (BARROSA, 2004).

## **3.5. Capacidade de reflexão de certas matérias**

Tabela. 1: Comparação dos valores de reflexão de algumas matérias. Fonte: (CUAMBA, 2011)

<b>Superfície reflectora</b>	<b>% Factor de Reflexão</b>
Prata	92-97
Ouro	60-92
Niquele Pulido	60-65
Cromo Pulido	60-65
Alumínio Pulido	67-72
Alumínio vaporizado	90-95
Cobre	35-80
Espelhos	80-85
Verde-claro	70-80
Azul claro	45-55
Cinzento claro	40-50
Vermelho claro	30-50
Negro	3-4

Pode-se ver pela tabela que o factor de reflexão numa chega 100%, pois por mais pequeno que seja há um certo valor que corresponde a absorção do material e transformada em calor. Quanto maior for a capacidade de reflexão que um determinado material possui maior será o seu desempenho na conservação da energia solar para diversos fins. Geralmente os materiais mais usados para o aproveitamento da energia solar são aqueles que mais são eficientes na reflexão ou absorção da radiação solar como espelhos, alumínio vaporizado, prata, verde-claro, etc.

A figura abaixo mostra em média a capacidade reflexão para cada tipo de superfície reflectora e também podemos ver que a prata possui uma capacidade de reflexão de 95% e em segundo lugar o alumínio vaporizado que é de 93%. Material usado no fogão no estudo devido a sua capacidade de reflexão e é de fácil acesso.

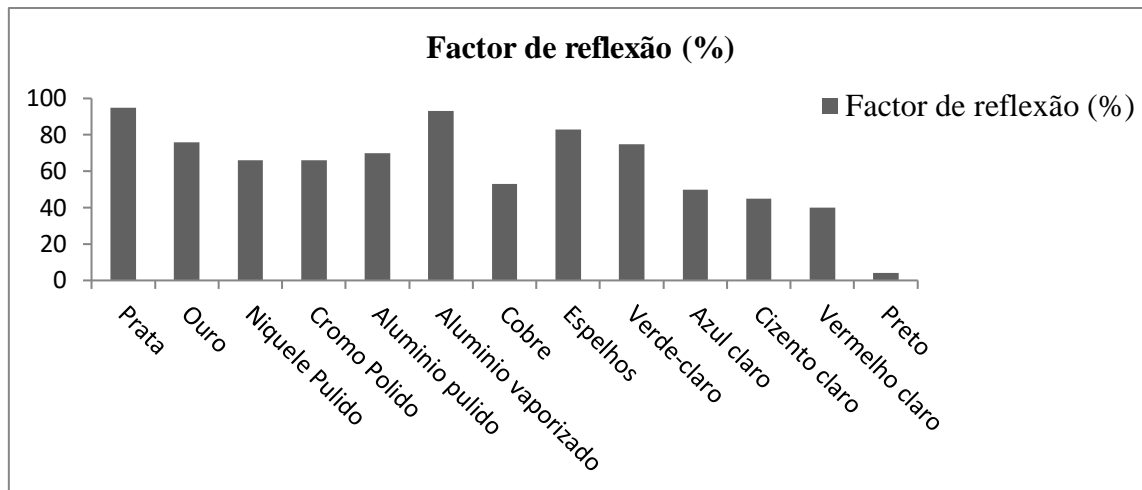


Figura 3: Mostra em média a capacidade reflexão para cada tipo de superfície reflectora

### 3.6. Historial do fogão solar

Concentradores solares, são equipamentos que por serem construídos com espelhos côncavos ou planos, concentram para um determinado ponto a luz solar que neles incide. A concentração da luz solar para esse ponto, provoca um considerável aumento na intensidade da radiação, de modo que um objecto ou substância ali colocado pode atingir altas temperaturas (SARMENTO, 2015). Segundo BURATTINI (2008) essas parábolas são também chamados de fornos solares e podem ser utilizados na preparação dos alimentos e na esterilização da água.

O primeiro forno solar foi criado pelo naturalista francês Horace Bénédicte de Saussure em 1767 e os primeiros experimentos com esse tipo de forno foram descritos por seu filho Nicolas Théodore de Saussure. Seu concentrador foi construído através duas caixas de madeira de pinhouma dentro da outra, isoladas com lã com três coberturas de vidro. Com esse concentrador, Saussure obteve a temperatura de 90 °C (SARMENTO, 2015).

A organização internacional *Solar CookersInternational (SCI)* tem como objectivo expandir a técnica de cocção com concentradores solares por todo mundo, tendo em foco as pessoas mais necessitadas. A meta da SCI é promover o acesso às técnicas de cocção com energia solar para pelo menos 20% de todas as famílias no planeta até 2030. No ano de 1990, a SCI distribuiu fornos solares a 28 mil famílias no Quênia. Oito anos mais tarde, cerca de 20% dessas famílias ainda continuava usando os seus fornos solares. Mais de 155 mil fornos solares foram distribuídos globalmente pela SCI.

O concentrador solar é um equipamento para o cocção de alimentos usando apenas energia solar. Sua fabricação pode ser feita com material simples e de baixo custo. A seguir serão apresentados vários tipos de fogões solares.

### **3.6.1. Fogão solar tipo caixa**

Sua principal característica conforme o nome já diz é que tem formato de caixa com o objectivo de gerar uma atmosfera ao redor do alimento que provocará o chamado efeito estufa, funcionando como um forno comum, assando os alimentos.

Pode ser de diversos materiais, mas todos devem possuir um vidro ou algum outro material transparente que permita a passagem dos raios solares para seu interior e mantenha boa parte do calor, necessário para assar o alimento. Geralmente a sua estrutura é pintada na cor preta para facilitar o armazenamento de calor conforme é sabido que a maior absorção de calor é realizada pelo corpo negro.

### **3.6.2. Forno Solar Estilo Pannel**

No forno solar estilo pannel usam-se espelhos planos para reflectirem os raios solares para uma região onde se coloca uma panela de cor preta, para garantir maior absorção de energia. Para evitar a perda de calor, já que não se usa uma caixa como no forno anterior, cobre-se a panela com uma redoma de acrílico ou vidro, para garantir o contacto da radiação solar com a panela e a retenção dos raios infravermelhos.

### **3.6.3. Forno Parabólico**

O forno solar parabólico consiste de um espelho esférico que tem como função convergir para o foco toda a radiação solar que nele incide. Com isso, tem-se a maior absorção de luz solar, essa luz solar ao entrar em contacto com a superfície preta da panela, faz com a mesma aqueça e chegue a temperaturas ideais para cozimento de alimentos, esterilização de água ou dissecação de alimentos.

É caracterizado por ser de fácil construção e montagem, baixo custo e contribuição ambiental, sendo feito com materiais reutilizáveis, apresentando baixo peso, com uma praticidade para seguir o movimento aparente do sol, e principalmente tendo eficiência na utilização como fonte alternativa de energia em cocção de alimentos para uma família.

## **4. Metodologia**

### **4.1.Área de Estudo**

A presente inovação foi concebida e construída na oficina de Engenharia e tecnologia Marinha da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras, localizado no Bairro Chuabo Dembe, cidade de Quelimane entre as coordenadas 17° 52' 38.74" Sul e 36° 51' 41.39" Este. É uma oficina onde se têm desenvolvido inovações tecnológicas, sistemas e equipamentos que têm auxiliado nas pesquisas sobre o mar e a zona costeira nas áreas de Oceanografia, Geologia Marinha, Biologia Marinha.

### **4.2.Material usado:**

- |                       |                 |
|-----------------------|-----------------|
| ✓ Parábola de Tv;     | Eléctrodos;     |
| ✓ Ferro roscado;      | Tubo;           |
| ✓ Papel Alumínio;     | Panela (preta); |
| ✓ Discos de corte;    | Fita métrica;   |
| ✓ Termómetro digital; | Solarímetro;    |
| ✓ Cronómetro;         |                 |

### **4.3.Método**

#### **4.3.1. Conceber um fogão solar**

Na concepção do fogão solar teve-se em conta vários factores dado que em alguns países da Europa já constroem fogões solares tipo parabólico, mas com material de difícil acesso. Nesta concepção pensou-se em se usar o material local e de fácil acesso de modo a minimizar os custos de construção.

Do material sugerido optou-se a parabólica de TV em substituição da parábola convencional, os tubos de ferro em substituição dos tubos de alumínio e a superfície côncava revestida com papel de alumínio em substituição dos espelhos.

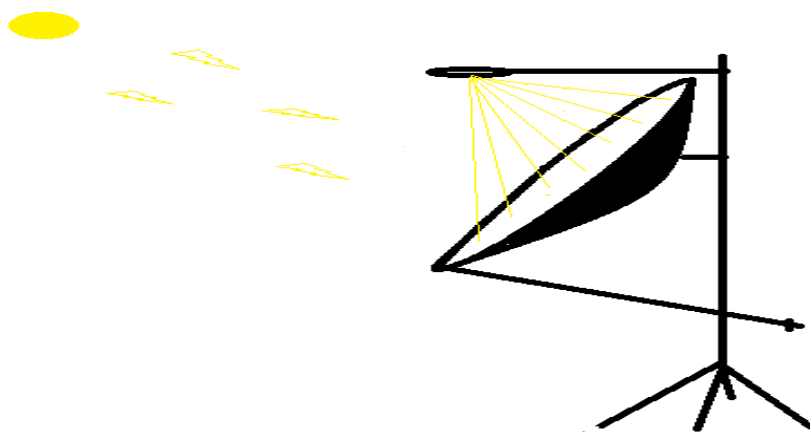


Figura 4: Concepção de fogão solar do tipo parabólico

#### 4.3.2. Construção da estrutura do fogão

A construção do fogão solar do tipo parabólico foi na oficina da Escola Superior de Ciências Marinhas e Costeiras (Quelimane).

A estrutura foi feita a partir de material metálica em que a maior parte dela já usada. A estrutura foi construída de modo a adaptar-se ao tamanho da parábola, tendo uma altura correspondente e montada de modo a receber e suportar o peso da mesma e o sistema no plano vertical e funcionara a partir de movimentos verticais devido a um ferro roscado que auxiliar na determinação dos ângulos segundo a posição da radiação solar. Para este caso assumiu-se que a Terra realiza um movimento orbital em volta do Sol (NETO., 2011).

Para que haja convergência dos raios solar em direcção do foco desejado usou-se o papel alumínio devido a sua capacidade de reflectir os raios em relação a outras matérias. Colou-se o papel com a cola de contacto na parte côncava da parábola.

Para facilitar os movimentos no plano horizontal usou-se uma abraçadeira acoplada no tubo principal para permitir com que houve-se a rotação de toda a estrutura sem que haja necessidades de mover toda estrutura, para facilitar o manuseamento fácil, por apenas uma pessoa.

As dimensões usadas para esta construção estão a baixo:

- ✓ Parábola  
Medida longitudinal: 88 cm;



Medida transversal: 82 cm;

- ✓ Tudo de suporte principal com uma altura de 1m;
- ✓ Diâmetro de suporte da panela 16cm que pode variar dependendo do tipo de panela (preta) que será usada;
- ✓ Base de 40cm.

A determinação do foco principal foi durante a montagem do fogão, isto é, não possui uma técnica ou forma exacta que possa auxiliar para a determinar do ponto focal.



Figura 5: Fogão solar do tipo parabólico em estudo. Fonte: Autor

### 4.3.3. Avaliação da eficiência e potencial térmico

#### Procedimento Operacional

- ✓ Colocar a panela no fogão.
- ✓ Medir a temperatura ambiente e da água.
- ✓ Medir a cada 10 minutos:
- ✓ Temperatura da água. Anotar.
- ✓ Temperatura ambiente. Anotar.
- ✓ Radiação solar Anotar.

#### Restrições:

- ✓ Os experimentos foram realizados entre 10 h e 14 h (Hora Solar).
- ✓ A temperatura ambiente deve ser  $\geq 28^{\circ}\text{C}$ .
- ✓ A insolação deve estar entre 450 e 1100 W/m<sup>2</sup>. A variação da insolação entre cada medição (10 minutos) não pode ser maior que 100 W/m<sup>2</sup>.

A determinação da eficiência do fogão solar baseou se no cálculo do factor da concentração da radiação que é captada pelo concentrador parabólico. Para este cálculo foi usada a equação abaixo.

$$C = \frac{A_c}{A_f} \quad (5)$$

Onde:

$$A_c = \pi * a * b \quad (5.1)$$

$A_c$  → Área da superficial parabólica de captação de energia solar  $m^2$ ;

a e b → Correspondem à metade dos comprimentos da parábola maior e a menor, respectivamente.

✓ Foi calculada a área focal

Área na qual os raios são direccionados pelo concentrador parabólico é determinada através da seguinte equação:

$$A_f = \pi * r_f^2 \quad (5.2)$$

$A_f$  → Área do foco iluminada, medida em  $m^2$ ;

$r_f$  → É o raio do fundo da panela que recebe os raios solares concentrados por meio da parábola reflectora.

✓ **Área lateral da panela ( $m^2$ ).**

$$A_{lp} = h_p * D_p \quad (5.3)$$

Onde

$h_p$  → é a altura da panela;

$D_p$  → é o diâmetro da panela.

#### **4.3.4. Análise da potência do fogão**

Os raios reflectidos na parábola que depois são convertidos em calor térmico ou energia térmica em direcção ao ponto focal para serem absorvidos pela panela determinou se através da seguinte equação:

$$P_{abs}=I_c * A_c * \rho * k_r * \alpha_p \quad (6)$$

Onde:

$\alpha_p$  → Absortividade da panela. Corresponde a quantidade de luz que é absorvida;

$k_r$  → fracção da radiação reflectida;

$\rho$  → Reflectividade do concentrador (%);

$I_c$  → Radiação instantânea colectada pelo sistema de captação de energia solar W/m<sup>2</sup>

$A_c$  → Área útil do reflector

#### 4.3.5. Potência térmica perdida pela panela para o ambiente externo (W)

$$P_{perda}=0.9 * P_{abs} \quad (6.1)$$

Para obter-se o potencial térmico útil do fogão foi determinada através das seguintes variáveis:

$P_u$  → Potência térmica útil (W) ou Potência total do sistema.

$$P_u = P_{abs} - P_{perda} \quad (6.2)$$

Onde:

$P_{abs}$  → Potência máxima absorvida pela panela (W)

$P_{perda}$  → Potência perdida pela panela para o ambiente externo (W)

#### 4.3.6. Análise da eficiência útil do sistema do fogão solar do tipo parabólico

Para o estudo da eficiência do fogão primeiro calculou-se a eficiência óptica através da seguinte equação:

$$\eta_o = \rho * k_r * \alpha \quad (7)$$

Calculamos também a eficiência térmica a partir da equação seguinte:

$$\eta_t = \frac{P_u}{I_c * A_c * \eta_o} \quad (7.1)$$

#### 4.3.7. Cálculo da eficiência útil do sistema

Existe variação na intensidade de radiação em função da localização geográfica e de outros factores associados ao clima, época do ano e poluição atmosférica. Portanto a eficiência útil do ciclo foi obtida através da relação entre a eficiência óptica e térmica.

$$\eta_u = \eta_o * \eta_t \quad (7.2)$$

#### 4.4. Características dos fogões em comparação

Para que haja sustento comparativo do fogão solar do tipo parabólico em estudo com outros fogões solar, são apresentadas algumas características de alguns fogões solares e seus respectivos resultados de modo que exista uma boa avaliação da eficiência.

##### 4.4.1. Fogão solar parabólico construído por Filho (2011)

Esse fogão solar parabólico foi desenvolvido em uma dissertação com o título: análise de desempenho de um fogão solar construído a partir de sucatas de antena de Tv para obtenção do grau de mestrado Foi construído a partir de espelhos que possuem 2 mm de espessura, foi feito uma panela a partir de material compósito, composto por pneu triturado, EPS triturado, gesso, cimento e água, em quantidades iguais de cada material aplicada sobre um molde cerâmico e a estrutura foi toda feita a partir de sucata de birô, conforme foi dito anteriormente, a partir de secções e uniões com solda e possui duas parábolas.

##### 4.4.2. Características usadas para fazer a comparação:

- ✓ Valores de Irradiação média de 800 W/m<sup>2</sup>.
- ✓ Área de captação de 0.29 m<sup>2</sup>.
- ✓ Potência absorvida de 344,74W.
- ✓ Factor de concentração de 36,25
- ✓ Temperatura máxima de 420°C.

##### 4.4.3. Fogão solar parabólico construído por Neto (2011)

Esse fogão solar parabólico foi desenvolvido em uma dissertação com o título: análise do desempenho de um fogão solar com parábola fabricada em material compósito para obtenção

do grau de mestrado. Foi construído a partir de pedaços de espelhos de 25cm<sup>2</sup>, foi feito uma panela a partir do material compósito base de cimento, gesso, EPS triturado e pneu triturado, diminuindo sua troca térmica com o ambiente. Foi feito também haste de ferro (tubo) de 70cm de comprimento e 30mm de diâmetro no meio do molde, sendo fixada através de quatro parafusos do modo que haja uma sustentação do fogão com a estrutura de ferro e possui duas parábolas feitas de um compósito a base de gesso, EPS (isopor) triturado e adicionando também ao compósito cimento.

#### **4.4.4. Características usadas para fazer a comparação:**

- ✓ Valor da Irradiação média de 760 W/m<sup>2</sup>.
- ✓ Área de captação de 1,0 m<sup>2</sup>.
- ✓ Potência absorvida de 584 8W.
- ✓ Factor de concentração de 126,6
- ✓ Temperatura máxima de 626,7°C

#### **4.5.Vantagem e desvantagem do uso do fogão solar em estudo**

##### **4.5.1. Vantagem do fogão em estudo**

- ✓ Recomendado preferencialmente em regiões secas tropicais e subtropicais com poucas nuvens durante o dia;
- ✓ Energia solar é grátis;
- ✓ Para cozinhar e fritar;
- ✓ É possível usar panelas de pressão;
- ✓ Alto aquecimento desde o início;
- ✓ Manutenção do aparelho fácil;
- ✓ Vida útil do aparelho prolongado;
- ✓ Aparelho geralmente resistente às intempéries;

##### **4.5.2. Desvantagens do fogão em estudo**

- ✓ Interrompimento do processo de cozinhar com nuvens;
- ✓ Energia limitada às horas do dia;
- ✓ Não permite fazer bolos ou pão;
- ✓ Queimar comidas não é excluído;
- ✓ Perigo de queimaduras durante o processo de cozinhar e com o aparelho parado no sol;

- ✓ O aparelho tem de ser ajustado periodicamente ao sol;
- ✓ O cozinheiro trabalha no sol;
- ✓ Apenas uma panela por fogão utilizável;

## 5. Resultados e discussão

Para avaliação do resultados do fogão solar em estudo foi realizado os cálculos da eficiência e em seguida colectou-se os dados dos ensaios da temperatura do foco, temperatura do ambiente, de ebulição de água e de certos cozimentos de alimentos.

Para determinarmos a eficiência do fogão calculou-se primeiro a concentração da radiação solar através da equação (5) abaixo.

$$C = \frac{A_c}{A_f}$$

$$C = \frac{0.57}{0.005}$$

$$C = 114$$

O valor de factor de concentração obtido é maior quando comparado com o fogão do FILHO (2011) que teve um valor de concertação de 36.25, porque possui uma área maior de captação o que contribui bastante para o seu desempenho uma vez que só será usada uma parábola para a captação da radiação solar em relação ao fogão do NETO (2011), o fogão em estudo possui menor área de captação que teve uma concentração de 126.6.

Onde:

Obteve-se a quantidade da radiação que incide na parábola através da equação (5.1) seguinte:

$$A_c = \pi * a * b$$

$$A_c = 3.14 * 0.44 * 0.41$$

$$A_c = 0.57 \text{ m}^2$$

Usamos a equação (5.2) para obtermos a radiação que incide no foco ou na base da panela.

$$A_f = \pi * r^2$$

$$A_f = 3.14 * (0.04)^2 \text{ m}$$

$$A_f = 0.005 \text{ m}^2$$

Através a equação (5.3) determinamos a Área lateral da panela ( $m^2$ ).

$$A_{lp} = h_p * D_p$$

$$A_{lp} = 0.25m * 0.16m$$

$$A_{lp} = 0.04m^2$$

### 5.1.Cálculo da energia absorvida pela panela

Foi possível determinar ou quantificar a energia absorvida pela panela através da equação (6) usando os seguintes dados:  $I_c=681.5$  ;  $A_c=0.57$ ;  $\rho= 0.95$ ;  $k_r=0.90$ ,  $\alpha_p= 0.86$

$$P_{abs}=I_c * A_c * \rho * k_r * \alpha_p$$

$$P_{abs}=681.4 * 0.57 * 0.95 * 0.90 * 0.86$$

$$P_{abs}=285.6 \text{ W}$$

#### 5.1.1. Potência térmica perdida pela panela para o ambiente externo (W)

Segundo diz as perdas convectivas do vapor da panela das energias absorvida correspondem a um valor de 10% quando se despreza as perdas radiactivas e a acção ou a velocidade do vento. Usando equação (6.1) o mesmo percentual a energia perdida pela panela será igual a:

$$P_{perda} = 0.9 * P_{abs}$$

$$P_{perda} = 0.9 * 285.6$$

$$P_{perda} = 28.6 \text{ W}$$

#### 5.1.2. Potencial térmico útil do sistema

Obtido através da equação (6.2)

$$P_u = P_{abs} - P_{perda}$$

$$P_u = 285.6 - 28.6$$

$$P_u = 257 \text{ W}$$

### 5.2.Cálculo da eficiência óptica

Para calcular a eficiência térmica foi usada a equação (7) anteriormente apresentada



$$\eta_o = \rho * k_r * \alpha$$

$$\eta_o = 0.95 * 0.90 * 0.86$$

$$\eta_o = 0.74$$

### 5.2.1. Cálculo da eficiência na conversão térmica através da equação (7.1)

$$\eta_t = \frac{P_u}{I_c \cdot A_c \cdot \eta_o}$$

$$\eta_t = \frac{285.6}{681.4 * 0.57 * 0.74}$$

$$\eta_t = 0.99$$

### 5.2.2. O cálculo da eficiência térmica total foi possível através da equação (7.2)

$$\eta_u = \eta_o * \eta_t$$

$$\eta_u = 0.74 * 0.89$$

$$\eta_u = 0.73$$

Os valores calculados mostram uma boa eficiência óptica, térmica e útil quando comparado com outros fogões (Neto eficiência é de 0.70 e Filho eficiência é de 0.55) em que foi usado espelho para a reflexão dos raios. Um dos factores que contribui bastante para a eficiência é o papel alumínio na parábola porque acompanha a concavidade da parábola permitindo com que haja menores perdas dos raios solares quando comparado com os fogões em que foi usado espelhos para a reflexão dos raios. A panela usada é de alumínio com 0.5mm de espessura preto fosco com uma absorvidade maior ou igual a 86% (Moura, 2007).

Tabela. 2: Resultados dos parâmetros do fogão em estudo de uma forma resumida

Parâmetros	Resultados
Energia térmica absorvida pela panela	$P_{abs} = 285.6$
Energia perdida	$P_{perdas} = 28.6$
Potencial útil	$P_u = 257$

Factor de concentração	$C= 144$
Eficiência óptica	$\eta_o=0.79$
Eficiência térmica	$\eta_t= 0.99$
Eficiência útil	$\eta_u= 0.73$

### 5.3. Testagem da eficiência do fogão

Para analisar a capacidade do fogão solar do tipo parabólico foram realizados os estudos da variação da temperatura através do teste da ebulição água onde obteve-se os dados da temperatura no foco, na panela, e a temperatura do ambiente a partir de um termómetro digital e também foi feito realizado o teste de cocção com macarrão.

#### 5.3.1. Teste da variação da temperatura no foco

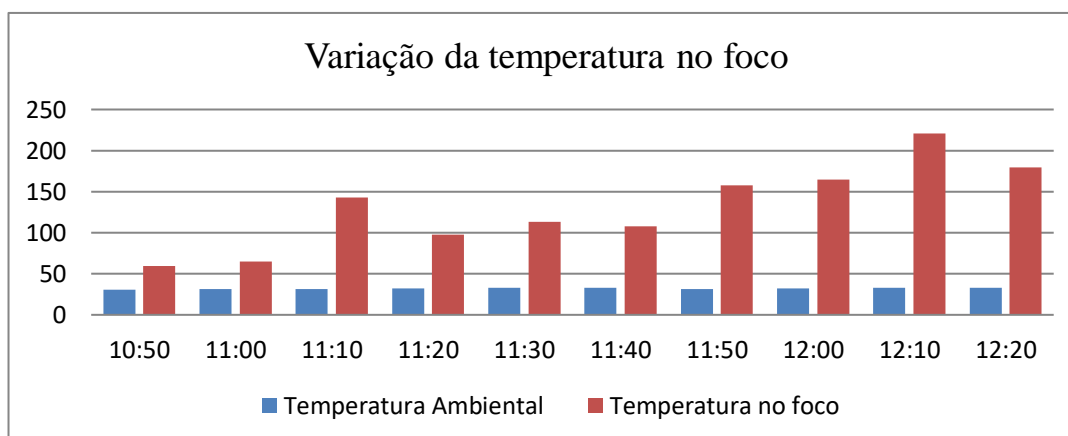


Figura 6: Teste da variação da temperatura no foco do fogão tipo parabólico

Na figura acima mostra a variação da temperatura no foco onde registou-se uma temperatura média ambiental de 32°C do dia registado através do termómetro digital, a temperatura mínima no foco foi de 59.3°C registada as 10:50 minutos e a máxima de 221°C registada as 12:20 minutos.

A temperatura obtida no foco do fogão é boa e permite para a cocção dos alimentos lembrando que só foi usada uma parábola para a concentração dos raios o que permitiu com o que o fogão não seja muito eficiente comparado com o fogão de Neto e Filho (620°C e 740°C

respectivamente) em que foi usado duas parábolas e consequentemente obtiveram altas temperaturas no foco.

### 5.3.2. Teste de ebulição da água

Tabela. 3: Valores do teste de ebulição da água

Horas	Temperatura no		Temperatura na	
	Temperatura ambiente (°C)	foco (°C)	panela (°C)	Radiação
10:25	31.4	35.6	29.9	658.25
10:35	31.8	71.9	82.2	670.89
10:45	32.1	98.4	89.8	684.22
10:55	32.6	108.1	95.6	695.95
10:57	32.7	115.4	100	698.1
<b>Media</b>	<b>32.12</b>	<b>85.88</b>	<b>79.5</b>	<b>681.482</b>

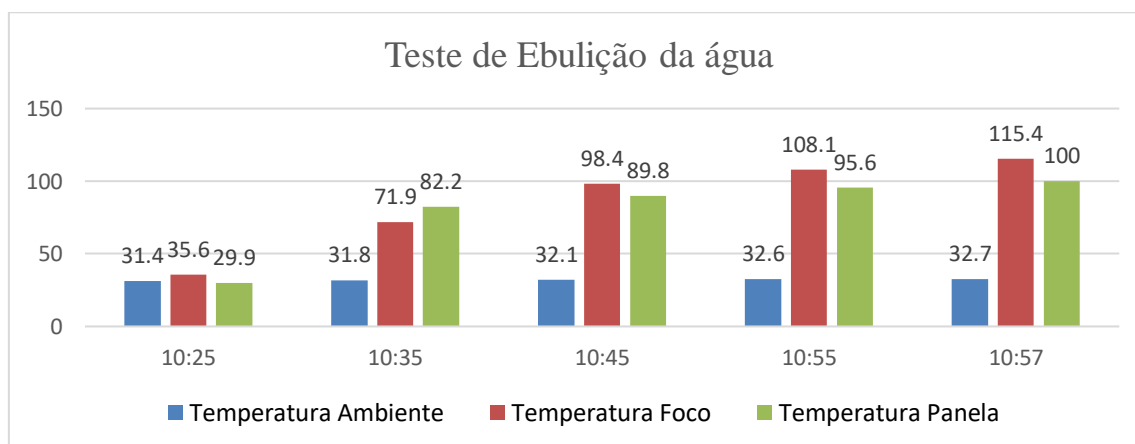


Figura 7: Variação da temperatura da água durante o teste de ebulição

Segundo a figura acima podemos ver a variação da temperatura onde registou-se a temperatura média do dia 32.12°C através do termómetro digital. A 10:25min foi registada uma temperatura ambiental mínima de 31.4°C, 35.6°C no foco e 29.9°C da água respectivamente, numa quantidade de água colocada na panela correspondeu a 0,5 litro após 40 min atingiu o seu ponto máximo de ebulição que é 100°C a temperatura do ambiente foi de 32.7°C e no foco 115.4°C.

O tempo que a água levou para atingir o ponto máximo de ebulição foi muito comparando com outros fogões e também devido a forma em que eram feitas as medições, abríamos a panela para obtermos os valores da variação temperatura da água a cada 10 minutos o que influenciou bastante no tempo. O ensaio teve um tempo de 40 minutos para a água entrar em ebulição, sendo próximo ao tempo de ebulição de fogão estudado por Filho (2011) que teve 25 minutos para ebulição de água tendo em consideração que ele usou duas parábolas e possuía um termómetro fixo na sua panela para fazer as medições o que contribui bastante para os seus resultados.

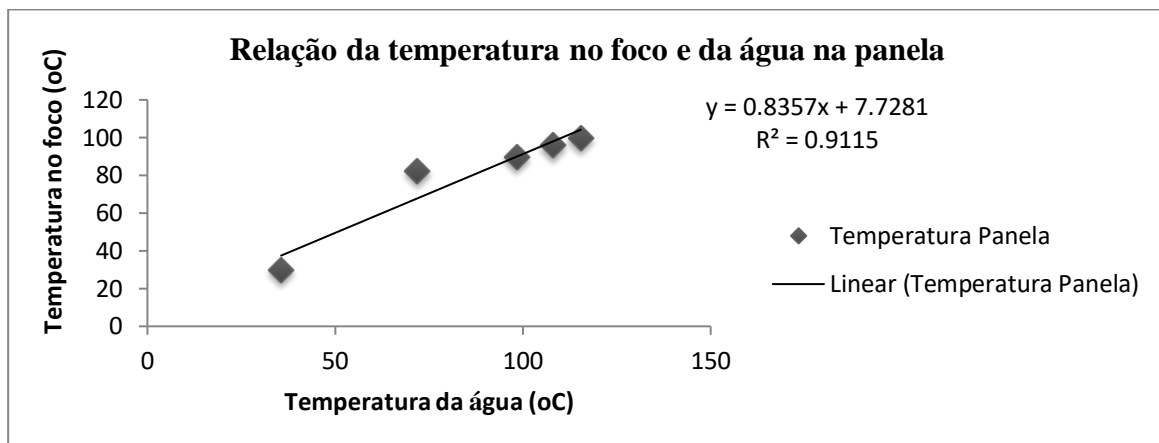


Figura 8: Relação entre a temperatura no e a temperatura da água na panela

A figura acima mostra que há uma relação entre a temperatura no foco e na panela porque quase todo calor incidido no foco através do concentrador parabólico é absorvido pela panela. Cerca de 91% do calor ou da energia que atingi o foco do fogão é usado na panela segundo a equação presente no gráfico o que torna o fogão capaz de preparar qualquer tipo de alimento nos dias em que temos boa radiação solar e de céu limpo.

### 5.3.3. Teste de cocção com Macarrão

O alimento testado para sua cocção foi macarrão, na quantidade correspondente a 150 gramas. A quantidade de água colocada na panela correspondeu a 0.5 litro. O teste foi realizado num dia com boas condições ambientais, com uma radiação solar directa média correspondente a 718,89 W/m<sup>2</sup>. A temperatura ambiente esteve em torno de 32,9°C, em de 15 minutos a água atingiu 67°C introduzimos o macarrão na panela e depois 20 minutos obteve-se o cozimento.

O tempo que o fogão levou para a cocção do macarrão é admissível se compararmos o fogão com do Neto que levou 32 minutos para a cocção do mesmo alimento.



Figura 9: Alimento usado para teste de cocção no fogão solar parabólico em estudo. Fonte: Autor

Tabela. 4: Comparação dos resultados do fogão em estudo com outros construídos por outros autores

Parâmetros	Autores dos fogões		
	Nhacudima	Filhos	Neto
Área de captação	0.57	0.29	1
Factor de concentração	114	36.25	126.6
Potencia absorvida	285.6	344.74	584.8
Potencia perdida	28.6	31.85	58.5
Potência útil	257	312.89	526.3
Eficiência Óptica	0.79	0.77	0.85
Eficiência térmica	0.99	0.91	0.65
Eficiência útil	0.73	0.7	0.55
Temperatura máxima	221	420	620

O fogão solar em estudo mostrou-se eficiente para a cocção de alimentos embora não seja muito eficiente em relação ao tempo quando comparando a outros fogões convencionais devido a sua total dependência da energia solar tendo em média mais 15 a 20 minutos respectivamente na cocção dos alimentos.

Quando comparado com outros fogões já estudados por outros autores, ele demonstra se competitivo tendo em consideração que só foi usada uma parábola para a concentração da

radiação. Acredita-se que se tivesses usado duas parábolas para concentração das radiações solares estaríamos no nível ou mais dos fogões solar já estudados uma vez em que a nossa região permite que tenhamos radiações acima de 1900KWh/m<sup>2</sup>/ano(FUNAE, 2015).

È importante dizer que o fogão solar do tipo parabólico é vem para substituir os outros fogões convencionais já existentes mais sim para complementar o processo de cocção dos alimentos e também ser uma contribuição na luta contra o abate excessivo das árvores do Mangal. Este fogão pode ser mais usado nos dias em que temos uma boa incidência raios solar o que tem sido frequente aqui no nosso país principalmente nas províncias de Zambézia, Tete, Nampula, Inhambane, Niassa, Cabo Delgado e Maputo deste modo reduzindo a pressão sobre as florestas de mangais.

## **6. Custos e benefícios do fogão em relação fogões dos outros autores e convencionais**

Para a construção do fogão em estudo gastou em média 1500 Mts para aquisição do material como a parabólica de TV já usada e ferros para o suporte da estrutura que podem ser encontrados nos revendedores de ferros e o papel alumínio comprado num Super Mercado que deve ser renovado sempre após 3 meses. O fogão não possui muitos gastos para sua construção ou para sua aquisição é totalmente económico quando comparado com outros fogões convencionais que devem ser reabastecidos frequentemente envolvendo custos mensais o que não acontece com o fogão em estudo porque depende do sol uma fonte renovável, limpa e possui uma vida útil prolongada.

As dificuldades do fogão em estudo é de possuir um tempo determinado para cocção dos alimentos que varia das 10:00h onde se pode registar boa incidência solar que compromete por sua vez as primeiras refeições do dia (café da manhã) e a hora máxima do uso do fogão é 14:00h pois a acima desse período a radiação obtida é muito fraca para a cocção dos alimentos.

## **7. Conclusão**

O fogão solar é de fácil construção, uma vez que não necessitou da construção de parábola devido à reutilização da antena de Tv.

O fogão mostrou-se eficiente porque durante os testes obteve-se temperaturas acima 200°C o que torna o fogão competitivo em relação a outros fogões vistos em outras literaturas.

A concentração produzida é suficiente ou capaz de se dar o início a cocção dos alimentos conforme os testes feitos embora seja um pouco tardio quando comparado com os fogões convencionais devido a sua total dependência do sol

Com o aumento da destruição das florestas com corte de árvores para a produção do carvão vegetal e outras finalidades, o fogão em estudo pode ser usado como uma alternativa para a redução do desflorestamento.

Este é uma grande contribuição ambiental porque produz uma energia limpa, não polui o meio ambiente, sempre renovável e inesgotável.

## 8. Referencias Bibliográficas

- Barbosa, F., Cuambe, C., & Bandeira, S. (2001). Status and distribution of mangroves in Mozambique. *Jornal of Botany*.
- BARROSA, M. R. (2004). *PRINCÍPIOS FUNDAMENTAIS DA TRANSFERÊNCIA DE CALOR*. Dept. de Engenharia Naval e Oceânica.
- BEYER, G. H., PEREIRA, B. E., F.MARTIN, R., L.S.ABREU, S.COLLE, R. P., et al. (2004). *Assessing satellite derived irradiance information for South America within the UNEP resource assessment project SWERA*. Germany: Proceedings of 5th ISES European Solar Conference in Freiburg.
- BHATTACHARYA, H., & INNES, R. (2006). *Is there a Nexus between poverty and environment in rural India?* USA: University of Arizona.
- BRITO, S. d. (2003). *Energia solar, principios e aplicacao* . Brasil: Centro de Referencia da energia Solar.
- BURATTINI, M. P. (2008). *Energia: uma abordagem multidisciplinar*. Sao Paulo: Livraria da Física.
- DINSTMSNN, G. (2009). *Energia Solar: uma comparacao de tecnologias* . Porto Alegre: Departamento de engenharia electrica.
- CUAMBA, B. (2011). *FOGAO SOLAR TIPO CAIXA*. Maputo: Faculdade de Ciências.
- FAO. (1993). *Guidelines for Land-Use Planning; Development Series 1*. Rome.
- FILHO, R. E. (2011). *ANÁLISE DE DESEMPENHO DE UM FOGÃO SOLAR CONSTRUÍDO A PARTIR DE SUCATAS DE ANTENA DE TV*. RIO GRANDE DO NORTE: UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE.
- FUNAE. (2015). *Atlas das Energias renovaveis de Mocambique*. Mocambique.
- MOURA, J. P. (2007). *Construcao e avaliacao termica de um fogao solar tipo caixa*. Rio Grande do Norte: Universidade Federal do Rio Grande do Norte..
- NETO., M. C. (2011). *Analise de desempenho de um fogao solar parabolico fabricada em material composito*. Rio Grande do Norte.



- OMURA, M. (2008). Property rights and natural resource management incentives: Do transferability and formality matter. *American Journal of Agricultural Economics*. 90(4), Pg. 1143, 1154.
- QUEIROZ, G. M. (2001). *Determinação de propriedades termofísicas do pão tipo francês durante o processo de assamento*. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.
- RYDIN, Y., & FALLETH, E. (2006). *Networks and institutions in natural resource management* EdardEgar Publishing Limited. UK.
- SAKET, M., & MATUSSE, R. (1994). *Study for the determination of the rate of deforestation of the mangrove vegetation in Mozambique*. . Maputo.
- SARMENTO, J. S. (2015). *CONSTRUÇÃO E ANÁLISE DE UM FORNO SOLAR COMO UMA ATIVIDADE PRÁTICA NÃO FORMAL NO ENSINO DE FÍSICA*. FORTALEZA: UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ.
- SOUZA, L. G. (2002). *Viabilidades térmica, econômica e de materiais da utilização de tubos de PVC como elementos absorvedores em coletores de um sistema de aquecimento de água por energia solar*. Rio Grande do norte: UFRN.