

CONIC SEMESP

15º Congresso Nacional de Iniciação Científica

TÍTULO: DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE MOTOR STIRLING MOVIDO A ENERGIA SOLAR

CATEGORIA: CONCLUÍDO

ÁREA: ENGENHARIAS E ARQUITETURA

SUBÁREA: ENGENHARIAS

INSTITUIÇÃO: FACULDADE DE TECNOLOGIA SENAI BLUMENAU

AUTOR(ES): DEVAIR CIPRIANI

ORIENTADOR(ES): MARCELO DE BRITO STEIL

Realização:



Apoio:



1. RESUMO

Este trabalho se propõe a desenvolver um protótipo de motor do tipo Stirling, constituído pelos seguintes sub-sistemas: estrutura, sistema de volantes, sistema dos pistões (quente e frio), mecanismo de transmissão e concentrador de radiação solar. Para a estrutura do motor foi utilizado um perfil metálico constituído de chapa de aço ABNT 1020 com aproximadamente 300mm de comprimento. Para obtenção de um movimento de rotação estável do protótipo optou-se por utilizar um par de volantes de aço ABNT 1020 com aproximadamente 130mm de diâmetro. Para o sistema composto pelos cilindros e pelos pistões, optou-se por utilizar duas seringas (utilizadas em procedimentos médicos) de vidro de 20ml cada com pontas metálicas. Tendo em vista que o sistema de pistões de um motor Stirling é constituído por dois cilindros, dentro dos quais movimentam-se os dois pistões, um desses pistões é correspondente ao lado frio e o outro pistão conseqüentemente corresponde ao lado quente do motor. Como mecanismo de transmissão de movimento entre os pistões e os volantes utilizou-se um perfil de aço de 200mm de comprimento e 10mm de largura. Esta haste está fixada em uma das extremidades à face externa de um dos volantes, na outra extremidade está presa ao pistão correspondente ao lado quente ou frio. No sistema de concentração de calor, será utilizado a radiação solar direcionada e centralizada em um único ponto denominado foco. Para reflexão da radiação no foco será utilizado espelhos. Para concentrar a radiação solar optou-se por utilizar uma estrutura parabólica de alumínio com aproximadamente 650 mm de diâmetro, as mesmas utilizadas por empresas de serviços de televisão por assinatura. À esta estrutura parabólica foram colados com silicone espelhos medindo 15x15mm de forma a preencher toda a estrutura caracterizando-se como um concentrador solar.

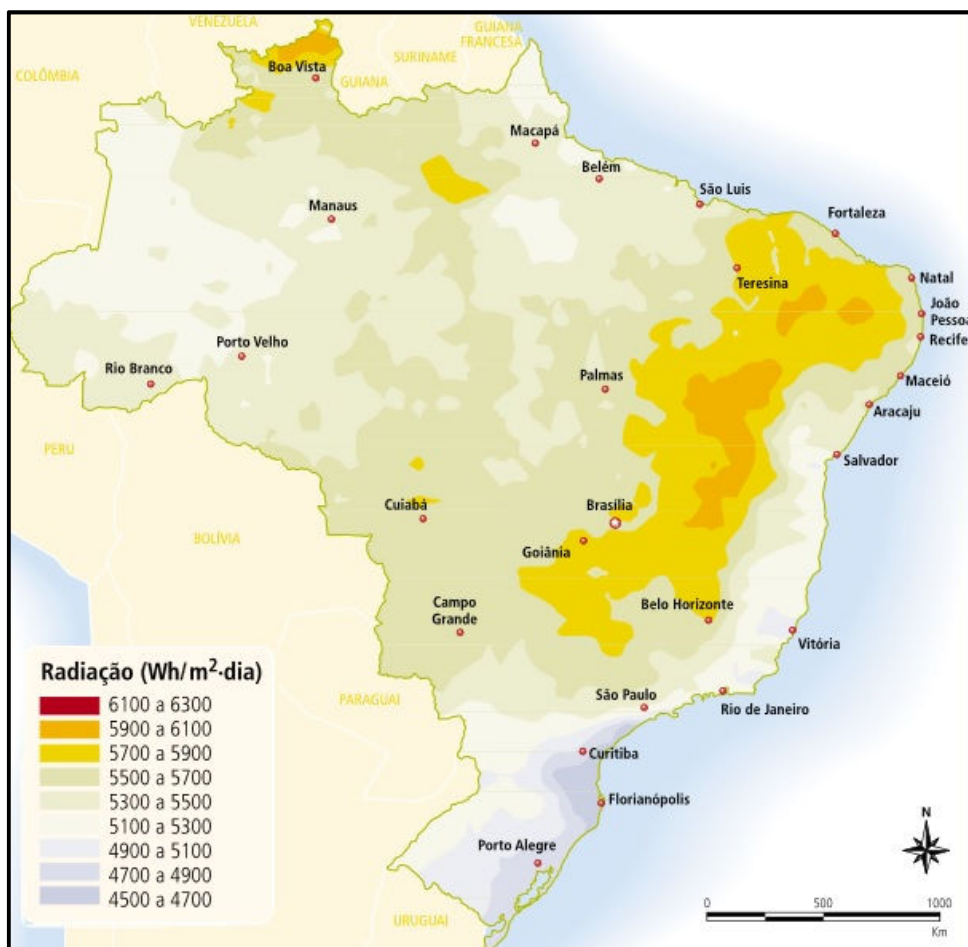
2. INTRODUÇÃO

Entre as fontes renováveis a energia solar é uma ótima opção pois é uma energia limpa, gratuita e com grandes índices de radiação no Brasil, devido ao posicionamento geográfico do país. Porém a transformação de energia solar em energia elétrica não é tão eficiente, mesmo com os últimos avanços na tecnologia para produzir energia no espaço os painéis fotovoltaicos têm uma eficiência de

apenas 15%. Além disso o preço para instalação desses sistemas ainda é alto. (CRESESB, 2006).

No Brasil, algumas regiões recebem mais de 5500 Wh/m².dia conforme visto na Figura 1, está apresenta o índice médio anual de radiação solar no Brasil segundo o Atlas de Irradiação Solar no Brasil da ANEEL (ANEEL, 2015).

Figura 1 - Índice de radiação no Brasil



Fonte: ANEEL, s.d.

Como pode ser visto, os maiores índices de radiação são observados na região nordeste, e os menores índices na região sul.

Outra possibilidade de utilização da energia solar, é aquecendo-se líquidos. Esta tecnologia é muito vista em cima das casas em regiões com grandes índices de incidência solar e pode ser vista na Figura 2. Basicamente o sol esquenta uma superfície negra por onde passa a tubulação da água esquentando-a.

Figura 2: Pannel de aquecimento de água.



Fonte: ESNTV s.d.

Há ainda a possibilidade de utilização do calor advindo do sol para produção de energia mecânica. Isso pode ser realizado através de um motor de combustão externa conhecido como motor Stirling.

O princípio de funcionamento do motor Stirling é baseado diferença de temperatura entre dois pontos. No motor duas partes são distintas, uma quente e a outra fria. Um gás de trabalho é acondicionado dentro do motor, e trabalha passando do lado quente para o lado frio. Este movimento do gás move um pistão e o volante dando rotação ao motor. Nakajima (1998 Apud Barros, 2005.) cita que:

“O princípio de funcionamento do motor Stirling é completamente diferente dos motores de combustão interna comuns. Um motor Stirling sempre contém um gás pressurizado (ar, hélio ou hidrogênio) no seu interior, que é chamado de gás de trabalho. A Potência é gerada não pela queima explosiva de combustível no cilindro, mas pelo aquecimento e resfriamento do gás de trabalho pelo lado externo do cilindro. O espaço interno do cilindro é preenchido com gás de trabalho”.

3. OBJETIVOS

Construir um motor Stirling cuja fonte de calor seja a luz do sol concentrada por espelhos.

4. METODOLOGIA

Os métodos utilizados para o desenvolvimento do trabalho foram a pesquisa bibliográfica e pesquisa experimental.

5. DESENVOLVIMENTO

Para a construção do motor Stirling concebeu-se o protótipo constituído pelos seguintes sub-sistemas: estrutura, sistema de volantes, sistema dos pistões (quente e frio), mecanismo de transmissão e concentrador de radiação solar.

Para a estrutura do motor foi utilizado um perfil metálico constituído de chapa de aço ABNT 1020 com aproximadamente 300mm de comprimento conforme mostrado na Figura 3.

Figura 3: Estrutura do protótipo.



Fonte: Autor (2015)

Para obtenção de um movimento de rotação estável do protótipo optou-se por utilizar um par de volantes de aço ABNT 1020 com aproximadamente 130mm de diâmetro. Uma imagem de um volante se vê na Figura 4.

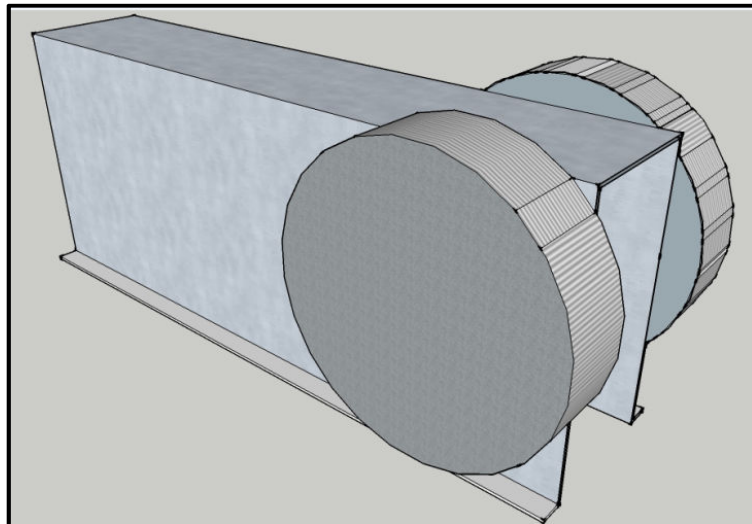
Figura 4 – Volante do protótipo.



Fonte: Autor (2015).

O conjunto constituído pelo eixo e os dois volantes, serão montados em um dos furos da estrutura, e pode ser melhor compreendida conforme a Figura 5.

Figura 5: Conjunto constituído pelo eixo e os dois volantes.



Fonte: Autor (2015).

Para o sistema composto pelos cilindros e pelos pistões, optou-se por utilizar duas seringas de vidro de 20ml cada com pontas metálicas. Estas seringas são as mesmas utilizadas em procedimentos médicos e pode ser vista na Figura 6.

Figura 6: Seringa utilizada como cilindro e pistão.



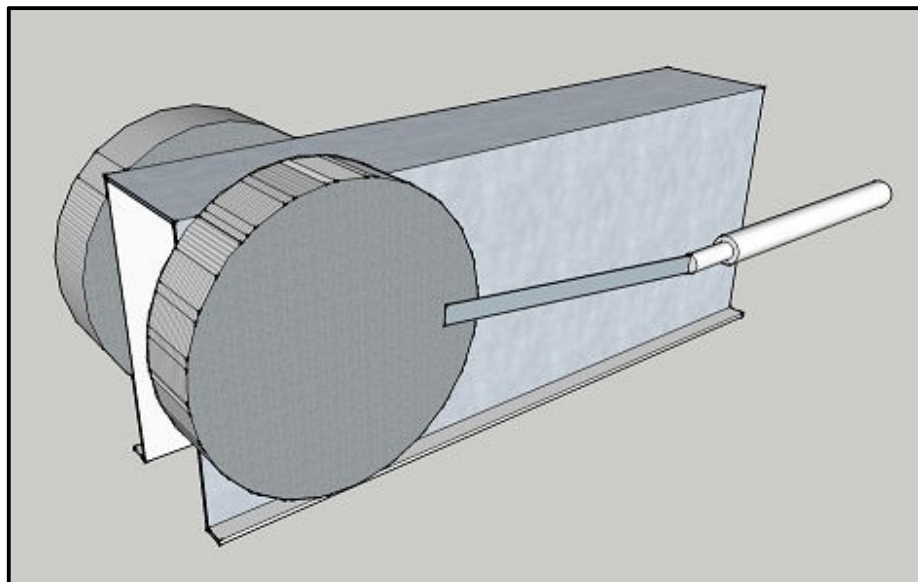
Fonte: Autor (2015).

Tendo em vista que o sistema de pistões de um motor Stirling é constituído por dois cilindros, dentro dos quais movimentam-se os dois pistões, um desses pistões é correspondente ao lado frio e o outro pistão consequentemente corresponde ao lado quente do motor.

Como mecanismo de transmissão de movimento entre os pistões e os volantes utilizou-se um perfil de aço de 200mm de comprimento e 10mm de largura.

Esta haste está fixada em uma das extremidades a face externa de um dos volantes, na outra extremidade está presa ao pistão correspondente ao lado quente ou frio, como pode ser melhor compreendido na Figura 7.

Figura 7 – Conjunto composto pelos volantes, hastes e pistões.



Fonte: Autor (2015).

No sistema de concentração de calor, será utilizado a radiação solar direcionada e centralizada em um único ponto denominado foco. Para reflexão da radiação no foco será utilizado espelhos.

Para concentrar a radiação solar optou-se por utilizar uma estrutura parabólica de alumínio com aproximadamente 6500mm de diâmetro, as mesmas utilizadas por empresas de serviços de televisão por assinatura. Essa estrutura parabólica pode ser vista na Figura 8.

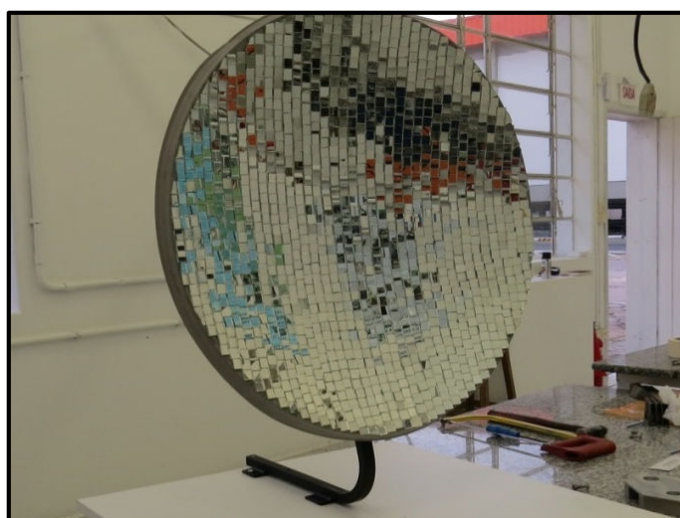
Figura 8: Estrutura do concentrador de radiação solar.



Fonte: Autor (2015).

À esta estrutura parabólica foram colados com silicone espelhos medindo 15x15mm de forma a preencher toda a estrutura caracterizando-se como um concentrador solar. Este concentrador da radiação proveniente do sol pode ser visto na figura 9.

Figura 9: Concentrador da radiação solar



Fonte: Autor (2015).

6. RESULTADOS

Após testes verificou-se que de fato as seringas funcionaram como os cilindros e pistões desse motor.

O cilindro quente foi aquecido pelo concentrador solar expandindo o ar e movimentando o conjunto. O ar aquecido é levado ao lado frio, onde é resfriado e volta a reduzir o seu volume, em seguida é empurrado pelo pistão novamente para a câmara quente, voltando ao ciclo fechado.

Na Figura 10 observa-se o protótipo do motor Stirling concluído juntamente do concentrador solar sobreposto a sua base.

Figura 10: Conjunto concentrador solar e protótipo motor Stirling.



Fonte: Autor (2015)

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento do motor Stirling movido a energia solar se mostrou satisfatório, visto que todos os sub-sistemas que compõem o motor foram desenvolvidos e o protótipo foi projetado.

A arquitetura do modelo Stirling tipo Alfa pareceu ser a mais indicada de acordo com as medidas máximas estabelecidas e por possuir melhor afastamento entre os cilindros quente e frio, facilitando a montagem e funcionamento do protótipo.

O leiaute estabelecido permitiu que estrutura parabólica espelhada fique fixa sobre uma base de madeira e o motor se posicione a frente da parabólica bem em seu ponto focal.

O sistema de volante igualmente demonstrou-se adequado pelo pouco atrito decorrente da utilização de rolamentos fixos ao eixo e mancalizado na estrutura. O diâmetro dos volantes foram dimensionados de modo otimizar o curso útil dos pistões, que neste protótipo são as seringas.

A peça desenvolvida para aumentar a inercia térmica do cilindro quente atendeu as necessidades do protótipo. A parte fria igualmente mostrou-se funcional.

Até a entrega desse texto escrito todos os sub-sistemas já estavam produzidos, e a montagem final foi concluída porém faltam os ajustes finais e a realização dos testes finais.

Na continuidade desta pesquisa pretende-se buscar os resultados em relação a potência gerada, eficiência do motor, número de rotações por minuto e os ajustes necessários.

8. FONTES CONSULTADAS

ANEEL. Agência Nacional Energia Elétrica. Atlas Energia Solar. s.d. Disponível em: <[http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar\(3\).pdf](http://www.aneel.gov.br/aplicacoes/atlas/pdf/03-Energia_Solar(3).pdf)>. Acesso em 10 Jun. 2015.

BARROS, R. Avaliação teórica e experimental do motor Stirling modelo solo 161 operando com diferentes combustíveis. 2005. Disponível em: <<http://saturno.unifei.edu.br/bim/0030363.pdf>>. Acesso em 10 Jun. 2015.

CRESESB. Energia solar: Princípios e aplicações. 2006. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br/download/tutorial/tutorial_solar_2006.pdf>. Acesso em: 21 Jun. 2015.