

COLETOR SOLAR COM GARRAFAS PET: UTILIZANDO CONHECIMENTO DE TERMODINÂMICA COMO MEIO DE PROMOVER A RESPONSABILIDADE SOCIAL

Hortencia Noronha dos Santos – hortencia.santos@tucuruui.ufpa.br

M. Sc. Wellington da Silva Fonseca – fonseca@ufpa.br

Universidade Federal do Pará (UFPA)

Rua Itaipu, nº 36

68464-000 – Tucuruí - Pará

Resumo: *A Termodinâmica é um ramo da física que estuda os fenômenos referentes a mudanças da temperatura, pressão e volume, ou seja, o movimento da energia e como esta cria movimento. Através dos estudos da área, foi possível utilizar a temperatura para gerar energia elétrica, pelo uso da energia térmica. Atualmente, a energia solar é usada para geração de energia elétrica renovável e limpa, e potencializada pelo apelo de conscientização ambiental. Porém, nem todas as pessoas têm acesso a placas coletoras industrializadas. Pensando nisso, está sendo desenvolvida na faculdade de engenharia de Tucuruí a reprodução de coletores solares a baixo custo, objetivando promover a conscientização socioambiental na comunidade de Tucuruí e região, e nas escolas, aplicar conceitos de termodinâmica através da construção dos coletores.*

Palavras-chave: *Aquecedor solar, Energia solar, Reciclagem, Sustentabilidade.*

1. INTRODUÇÃO

Desde o início da Revolução Industrial, no começo do século XX, o avanço da tecnologia com uso de máquinas a vapor e os primeiros carros, foram os precursores do problema ambiental que é enfrentado até hoje. A poluição desde essa época só cresceu, e apenas com a assinatura do Protocolo de Kyoto em 1988, houve uma preocupação com a redução das emissões de gás carbônico, numa tentativa de diminuir o efeito estufa. Hoje em dia, estudam-se novas energias renováveis e não poluidoras na tentativa de corrigir os erros do uso desenfreado de usinas termoeletricas e as indústrias em geral. De acordo com ULLON (2007), nas últimas três décadas, o aproveitamento da energia solar para aplicações diversas tem sido bastante destacado, especialmente em países tropicais e subtropicais, como o Brasil, que dispõem de condições excelentes de radiação solar ao longo do ano. As experiências visando à utilização de energia solar para diversos fins datam de tempos remotos. A história registra que, no século I, Herão de Alexandria já havia construído um dispositivo para bombeamento de água empregando o calor do sol como fonte térmica.

O uso direto da energia solar tem três atrativos principais:

- 1º - sua capacidade de renovação, quase infinita, considerando a escala de tempo humana.
- 2º - está relacionada com a proporção menor de impactos ambientais, quando comparada com aqueles provenientes da exploração e do uso de energias fóssil e nuclear.
- 3º - é a viabilidade de aplicação junto às fontes consumidoras, o que elimina a necessidade de transporte através de grandes distâncias.

O trabalho expõe o estudo sobre o coletor solar utilizando materiais reciclados, que já fora realizado por várias instituições, e é proposto sua fabricação na universidade e multiplicar a idéia para escolas públicas da região, além de produzi-lo para instituições carentes, proporcionando uma melhora de qualidade de vida. Através de ALANO (2004) tem-se, de forma prática, o guia de construção do coletor solar, ressaltando os devidos cuidados para montagem deste. O manual foi utilizado como base para toda explicação da montagem e instalação do coletor. Os cálculos utilizados são do guia de BEZERRA (1979), e através destes, é possível obter soluções prévias para futuros problemas que a instalação do coletor pode causar, principalmente sobre o volume de água e a quantidade de garrafas e caixas Tetra Pak utilizadas.

2. CONSIDERAÇÕES PRÉVIAS A CONSTRUÇÃO DO COLETOR

Para construção do coletor solar, é necessário estudar as equações que regem os fenômenos do sistema térmico, para melhor rendimento e evitar desperdício de materiais ou a falta destes.

Para o cálculo das placas em função do volume de água a ser aquecido, o primeiro fator a ser observado é a insolação média anual da cidade em que será construído o coletor, no estudo realizado é na cidade de Tucuruí, em que sua média anual é em torno de 2400 horas, totalizando aproximadamente 6,7 horas em que a radiação solar pode ser aproveitada para fins de alimentação efetiva da placa coletora. Calcula-se a área do aquecedor, ou seja, quantos metros quadrados são necessários para aquecer um determinado volume de água.

Será usado o exemplo a seguir para contextualização do problema. A equação (1) rege o fenômeno, sendo denominada de Fórmula Fundamental da Calorimetria (BEZERRA, 1982).

Volume a ser aquecido – 50 L
 Temperatura média ambiente (t_d) – 30°C
 Temperatura desejada (t_a) – 70°C
 Radiação incidente – 0,86 cal/cm².min
 Rendimento térmico – 50%
 Insolação média diária – 7 h

$$Q = M.Cp.(t_d - t_a) \quad (1)$$

Isto significa que para aquecer 50 litros de água até 70°C, necessita-se de uma energia dada por 2000 Kcal.

Em seguida, é calculada a área do coletor para aquecer o volume de água, na temperatura escolhida, através da equação (2):

$$S = \frac{Q}{I \times \eta} \quad (2)$$

Onde:

Q é a quantidade de calor necessária para aquecer a água, (2000 kcal) já calculada.

I é a intensidade de radiação solar dada por 0,86cal/cm².min.

η é o rendimento térmico, arbitrado em 50%.

S é a área, em m², do coletor.

3. CONSTRUÇÃO DO COLETOR

A montagem do coletor é muito simples, só deve-se ter atenção quanto sua construção e cuidado no manuseio com os materiais. Abaixo, a tabela detalhada com todos os materiais utilizados para montagem do coletor solar.

Tabela 1: Construção do coletor com capacidade para 50 litros.

Quantidade	Material necessário
50	Garrafas PET de 2 litros, tipo “Coca-Cola”
50	Caixas TETRA PAK, de 1 litro
20	Metros de cano PVC 20mm ½”
20	Conexão T em PVC de 20 mm½
01	Fita Auto fusão ou borracha de câmara de ar
01	Litro de esmalte sintético preto fosco
01	Cano de PVC de 100 mm com 31 cm de comprimento para molde de corte de corte da garrafa PET
01	Tambor em PVC, com capacidade de 50 litros

As principais diferenças do coletor solar para os convencionais são os materiais utilizados e seu rendimento térmico. Por esse motivo, deve-se atentar sobre a montagem do coletor e limitar sua temperatura, pois altas temperaturas podem comprometer os canos PVC e não manter a rigidez das garrafas PET, que podem levar a vazamentos do sistema. Além disso, é preciso observar a altura do coletor para a caixa d’água ou reservatório, para que a circulação autônoma não seja comprometida.

As garrafas PET funcionarão como o vidro que é utilizado nos coletores convencionais e as caixas TETRA PAK como o painel de absorção. Ambos protegem o coletor de interferências externas, como ventos e oscilações de temperatura, como o efeito estufa. Para que o sistema funcione, é preciso ficar atento a detalhes da confecção, tais como:

3.1. Escolha das garrafas PET

Qualquer tipo de garrafa PET de 2 litros pode ser utilizado, mas são preferíveis as transparentes, pois deformam menos do que as coloridas, além de permitirem maior entrada de incidência solar. Podem ser utilizadas tanto lisas quanto cinturadas (tipo Coca-Cola).

3.2. Caixas Tetra Pak

A composição das caixas, 5% de alumínio, 20% de polietireno e 75% de celulose, garantem que o material não se deforme em temperaturas altas, ao contrário do papel comum. Além disso, esse material ainda não é largamente reciclado, pois exige equipamentos especiais para separação dos componentes.

As caixas devem ser limpas e recortadas de acordo com o modelo da figura 1 e pintadas com tinta preta fosca, para melhor absorção de luz solar.



Figura 1: Corte e montagem das caixas tetra pak (ALANO, 2004).



Figura 2: Caixas Tetra Pak após pintura.

3.3. Caixa d'água ou reservatório

A caixa d'água já existente pode ser utilizada para o uso de água quente e fria, mas deve-se respeitar a ordem de um terço para água fria, numa caixa d'água de no mínimo 500 litros. O ideal é usar um reservatório apenas para a água quente, podendo ser interligado com a caixa de água fria, inclusive para o caso de falta d'água o reservatório não fique sem água, o que pode danificar o coletor solar.

É recomendado isolamento térmico do reservatório caso se use a água quente todos os dias e este esteja exposto ao sol, relento, etc. Podem ser utilizado isopor, serragem dentro de caixas tetra pak, entre outros.

Para a construção do protótipo utilizado na faculdade, é usado o reservatório da figura 2:



Figura 3: Reservatório utilizado.

Não se faz necessário, na montagem do coletor, o uso de bombas para circulação forçada, de acordo com a montagem do sistema térmico, é possível utilizar a circulação natural por termo sifão. A circulação em termo sifão é auto-regulada, estabelecendo-se sempre que existe suficiente irradiação: fluido térmico nos coletores aquece, tornando-se menos denso e subindo do coletor para o depósito e fluido térmico dentro do depósito arrefece e desce para os coletores.

É regra que na instalação do coletor no telhado ou armação, a inclinação do mesmo deve ser de 10° acrescido da latitude local, e voltado para o Norte, para melhor aproveitamento de luz solar durante todo dia.

Ao montar a estrutura de suporte o instalador (a) deverá ter em consideração os seguintes aspectos:

- Não debilitar de forma alguma a estrutura do telhado. Verificar bem o estado de conservação das coberturas (em especial as mais antigas), que podem não estar aptas para suportar o peso de um sistema solar;
- No caso de sistemas monobloco, não esquecer a carga adicional da massa de água correspondente ao volume do depósito;
- Garantir a perfeita impermeabilização dos furos feitos em lajes e em telhas. O instalador não deverá esquecer que eventuais problemas que surjam, após a montagem do sistema, ser-lhe-ão atribuídos;
- A estrutura de suporte não pode impedir o escoamento correto da água da chuva. Especial atenção para o caso de coberturas com telhas planas;
- Garantir a resistência da estrutura à ação do vento e à ação sísmica.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

O coletor solar é uma alternativa economicamente viável, pois a maioria dos materiais utilizados é reciclada, logo, podem ser obtidos tanto em casa quanto em cooperativas de reciclagem. Sua construção é relativamente de fácil execução, já que os coletores convencionais devem ser instalados por técnicos treinados.

Após a instalação do coletor solar, é possível avaliá-lo com ensaios e testes de eficiência.

Realizaram-se ensaios de eficiência térmica dos Coletores Solares de Baixo Custo, conforme norma ABNT, no Centro Brasileiro para Desenvolvimento da Energia Solar Térmica, PUC-Belo Horizonte. Os resultados foram muito satisfatórios: mediu-se uma eficiência máxima de 67% (sem vento), em geral um coletor tradicional tem 70%, e uma eficiência média de 33%. As pesquisas do grupo prosseguem no estudo da durabilidade e qualidade destes Coletores Solares de Baixo Custo. (PEREIRA *et al.* 2006)

No projeto, o objetivo final é instalar o coletor solar para melhorar a qualidade dos banhos dos idosos do “Lar São Vicente – Casa dos Idosos”, que já possui estrutura para montagem do coletor. Inclui-se também, uma oficina que ensine a produção e instalação do coletor em escolas públicas de ensino fundamental e médio, que desperte a consciência ambiental e o conhecimento atrelado ao funcionamento do mesmo.

As figuras 4, 5, 6 e 7 são da construção do coletor solar com capacidade de 50 litros utilizado na faculdade.



Figura 4: lavagem das caixas Tetra Pak.



Figura 5: Corte das garrafas PET.



Figura 6: Preparação da placa coletora.



Figura 7: Placa coletora com capacidade para aquecer 50 litros.

5. CONCLUSÃO

A partir do estudo da viabilidade da construção do coletor solar, é possível rever vários conceitos da área de termologia, como temperatura, quantidade de calor, entre outros. Fazendo os estudantes universitários multiplicadores de conhecimento científico, e, sobretudo conscientizando a sociedade sobre seu papel em relação com o meio ambiente, o coletor solar une o fator de reciclagem com tecnologia, demonstrando que não são necessários grandes gastos para uma melhor qualidade de vida.

O projeto do coletor solar é subprojeto de extensão do “Laboratório de Engenhocas”, promovido pelos discentes dos cursos de Engenharia da UFPA – Campus Tucuruí, que através deste, como outros experimentos, visa a expansão do conhecimento adquirido durante o curso, de forma lúdica e interativa, promovendo a interação da Universidade com a sociedade, despertando a responsabilidade socioambiental, pois todo o experimento é realizado com materiais reciclados.

Agradecimentos

Agradecimentos a coordenação do Campus de Tucuruí, a diretoria da faculdade de Engenharia Mecânica pelo apoio à realização do projeto, ao Sr. José Alcino Alano, pelo seu

detalhado guia que facilitou a construção do coletor solar, a Eletrobrás/Eletronorte, que sempre apóia os projetos desenvolvidos no Campus de Tucuruí.

6. REFERÊNCIAS

ALANO, J. Manual sobre a construção e instalação do aquecedor solar com descartáveis, Brasil, 2004.

BEZERRA, A. **Vamos calcular um aquecedor solar de água.** Disponível em: <<http://mourabezerra.sites.uol.com.br/vamosconstruir.htm>> Acesso em: 01 jul. 2011.

BEZERRA, Arnaldo Moura. **Aquecedores de água.** 1ª Ed. Curitiba: Editora Livraria Itaipú Ltda., 1982.

GUIA DA ENERGIA SOLAR. Portugal: Concurso Padre Himalaya. Disponível em: <<http://www.cienciaviva.pt/rede/himalaya/home/>> Acesso em: 28 jun. 2011.

GUIA DE INSTALADORES DE COLECTORES SOLARES. Portugal: Programa de Incentivo à Modernização da Economia. Disponível em: <http://www.aguaquentesolar.com/publicacoes/27/14_Guia%20pr%20Instaladores.pdf> Acesso: 29 jun. 2011.

PEREIRA *et al.* Eficiência térmica de coletores solares de baixo custo. **Anais:** 17º CBECIMat - Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2006.

PROJETO BRASIL DAS ÁGUAS. Brasília: Caderno do Professor. Disponível em: <<http://www.riosvoadores.com.br/educacional/>> Acesso: 01 jul. 2011.

ULLON, V. **Aquecedor solar com recicláveis.** Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAADbkAC/aquecedor-solar>> Acesso em: 01 jul. 2011.

Abstract: *Thermodynamics is a branch of physics that studies the phenomena related to changes in temperature, pressure and volume, in other words, the movement of energy and how it creates movement. Through studies of the area, the temperature could be used to generate electricity by the use of thermal energy. Currently, solar energy is used to generate clean, renewable energy, and boosted the appeal of environmental awareness. However, not all people have access to industrialized collecting plates. Thinking about it, is being developed in engineering college Tucuruí playing a low-cost solar collectors, aiming at promoting social and environmental awareness in the community and region Tucuruí, and schools to apply concepts of thermology through the construction of collectors.*

Keywords: *solar heater, Solar, Recycling, Sustainability.*