



## AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO

Ana Paula Soares Fonseca, [apaulaf@yahoo.com](mailto:apaulaf@yahoo.com)<sup>1</sup>  
Elias Leal Bispo, [lealelias19@gmail.com](mailto:lealelias19@gmail.com)<sup>1</sup>  
Kézia Mendes Evangelista, [keziamendesgsq@hotmail.com](mailto:keziamendesgsq@hotmail.com)<sup>2</sup>  
Paulo Fernando Figueiredo Maciel, [paulo.figueiredo@funorte.edu.br](mailto:paulo.figueiredo@funorte.edu.br)<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Alunos Faculdades integradas do Norte de Minas,

<sup>2</sup>Professores Faculdades integradas do Norte de Minas,

Faculdades integradas do Norte de Minas, Avenida Osmane Barbosa, 11.111 JK, Montes Claros-MG.

**Resumo.** A energia solar é limpa e renovável. Os aquecedores solares de baixo custo são uma alternativa tecnológica e social, uma vez que possibilitam economia energética. Esses equipamentos surgiram como alternativa para as altas tarifas praticadas pelas concessionárias de energia elétrica no Brasil e devido a tecnologia tradicional exigir um valor inicial elevado. Hoje, tradicionais ou de baixo custo, são comprovadamente um mecanismo que podem auxiliar na redução da demanda nacional de energia elétrica. O aquecedor solar de baixo custo é feito com placas coletoras que podem ser produzidas com materiais recicláveis (como por exemplo forro PVC, garrafas PET, ou qualquer material bom absorvedor de energia solar) um reservatório tipo Boiler para manter a água aquecida por um tempo maior que pode ser isolado também como materiais alternativos, tubulação e válvulas. A finalidade deste trabalho é descrever todo o processo de construção de um aquecedor de baixo custo mostrando os resultados preliminares do mesmo, visando a sensibilização da sociedade para que possa financiar a implementação desse sistema para a população de baixa renda.

**Palavras chave:** Energia solar. aquecedor solar. materiais alternativos. impacto social.

### 1. INTRODUÇÃO

O sol é uma fonte de energia renovável e gratuita. O benefício da exploração da sua luz e calor é uma opção cuja perspectiva visa à redução da energia elétrica. “O Brasil possui a matriz energética mais renovável do mundo com cerca de 50% de sua produção proveniente de recursos hídricos, biomassa e etanol além da contribuição da energia solar e eólica. Porém quando se trata da eletricidade, mais 75% da energia elétrica é proveniente de usinas hidrelétricas.” (TEIXEIRA<sup>1</sup>, L. T.; RAMOS<sup>1</sup>, S. S.; SIQUEIRA<sup>1</sup>, L. B.; ROCHA<sup>2</sup>, S. M. S, 2014, p 1).

No Brasil a população recorre ao chuveiro elétrico como principal tecnologia para o aquecimento da água destinada ao banho. Assim de forma a viabilizar o consumo de energia elétrica, foi elaborado aquecedores solares de baixo custo (ASBC), usando de materiais recicláveis, podendo ser considerado um bom substituto para o aquecedor solar convencional. Esse sistema ASBC tem o mesmo princípio de funcionamento do sistema convencional de aquecimento solar da água, a desconformidade está nos tipos de materiais utilizados e da capacidade de implantação.

Esses aquecedores são basicamente compostos pela placa coletora feita de forro PVC e um tipo de Boiler caseiro, onde será armazenada água fria e a água quente que se “separam” pelo fato de a água quente ser mais leve e ficar armazenada na parte superior do boiler. A água quente é mais leve do que a água fria, fenômeno que permite a estratificação da água, processo de fundamental importância para simplificação do projeto. “Esta separação de água quente e fria se mantém enquanto não houver movimentação (turbulência) da água na caixa.” (SIQUEIRA, Débora Abrahão et al. Estudo de desempenho do aquecedor solar de baixo custo. 2009).

Assim, o reservatório será subdividido em três extensões, na qual será armazenado no fundo a água fria que alimentará as placas coletoras, e a parte superior receberá a água quente vinda do coletor, e uma região intermediária entre as duas. Normalmente os reservatórios dos sistemas de aquecimento solar indica grau de estratificação, em que a superfície superior fique mais quente que a inferior.

Para montagem das placas, deve ser levada em consideração a irradiação solar extraterrestre, que varia conforme a latitude geográfica de cada região, a hora do dia, o dia do ano e a constante solar, que é determinada de acordo com o fluxo de radiação recebido por uma posição relativamente perpendicular à direção da ampliação da radiação solar.

Conforme a NBR 10.184 (“Coletores solares planos para líquidos” - Determinação do rendimento térmico, 1983.), a constante solar é o fluxo de radiação solar recebido por uma superfície posicionada perpendicularmente à direção de propagação da radiação, fora da atmosfera terrestre na distância média entre a terra e o sol. Unidade: W/m<sup>2</sup>; Símbolo: G sc; Valor: 1353 W/m<sup>2</sup>.

Um exemplo onde pode ser aplicado o aquecedor solar de baixo custo é em comunidades de baixa renda, empregando-os em residências, ou até mesmo em instalações de maior porte, como escolas, quartéis, creches, lares assistenciais, aquecimento de piscinas etc.

## 2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo projetar e desenvolver um Aquecedor Solar de Baixo Custo por meio de material reciclado. Paralelamente pretende-se promover e divulgar a utilização do mesmo, mostrando suas vantagens no dia a dia e o seu potencial no aquecimento da água.

## 3. METODOLOGIA

Nesse segmento serão retratados os principais materiais e métodos aplicados para a construção do protótipo de ASBC. O material que melhor se adequa para desenvolvimento das placas coletoras é o forro PVC.

No Brasil, as condições para o desenvolvimento e utilização da energia solar são favoráveis para montagem das placas coletoras. A melhor direção é com inclinação voltada para o Norte, pois o sol nasce no Leste e se põe no Oeste, com essa configuração a placa absorverá mais energia solar. A cidade de Montes Claros está localizada no Norte de Minas e possui latitude de 16°44'06''S e longitude de 43°51'42''O, cidade onde os testes estão sendo desenvolvidos, por conseguinte a melhor posição possível para instalar as placas em Montes Claros é: Face Norte a 16° de inclinação. (MAIA, Jaqueline Fonseca et al.)

As placas coletoras são responsáveis por absorver energia solar e transferir para a água em forma de calor. Essa água aquecida tem sua densidade reduzida e é conduzida em direção ao reservatório, dando início de forma natural um processo de circulação de água. O reservatório deve-se localizar acima das placas coletoras.

Os materiais utilizados para a criação do projeto foram: Forro PVC de 100 cm por 40 cm, 2 tampões, 2 conectores, 2 redutores, 2 canos de PVC 32 mm com o comprimento de 50 cm, cola específica para vedar o forro, 2 galões de água de 20 litros e conduíte para transportar a água.

Os forros foram encaixados e em seguida colocados os canos em cada ponta dando origem a placa coletora. A placa foi pintada de preto fosco para maior absorção de calor e foi colocado um tampão na parte direita inferior e outro na parte esquerda superior. Em seguida foram colados os conectores em cada extremidade conforme pode ser visto na figura 1. Logo após, os redutores foram conectados em cada extremidade dos conduítes (que fazem o papel da tubulação). O conduíte tem como função levar a água do reservatório que supostamente viria da rua para a placa e posteriormente para a saída da placa direto ao Boiler, que foi revestido com folha de alumínio, popularmente conhecida como papel alumínio, para que a água permanecesse aquecida por um intervalo de tempo maior. Por se tratar de um protótipo para demonstração, o mesmo não foi conectado ao chuveiro e sim em uma torneira para melhor visualização.

Figura 1. Foto do protótipo de ASBC (Autores, 2019)



### 3.1. Equações

A partir dos dados coletados, foi possível calcular a energia armazenada no reservatório através da seguinte equação:

$$Q_s = (m \cdot C_p) \Delta T_s;$$

Onde:

$Q_s$  – Energia armazenada no reservatório (KJ)

$m$  – Massa (kg)

$C_p$  – Calor específico (kJ/kg °C)

$\Delta T_s$  – Variação da temperatura dentro do reservatório (°C)

Como sabido, quanto maior for a radiação absorvida nas placas, maior será a temperatura da água aquecida e como consequência maior a economia e a eficiência do sistema.

Foram realizados alguns testes e no primeiro o reservatório levou em média 6 horas para elevar sua temperatura média de 29,7°C para 49,9°C. No segundo teste a temperatura máxima foi de 47,1°C e, por fim, no terceiro teste, por consequências climáticas, a radiação solar foi menor obtendo a temperatura máxima de 43,3°C. A incerteza máxima do sensor Pt-100 utilizado é +/- 0.8°C.

### 4. RESULTADO E DISCUSSÃO

A região de Montes Claros-MG tem a irradiação solar como grande aliada. Com a montagem do protótipo a possibilidade de implantar esse sistema ASBC foi confirmada, o que pode resultar na economia de muitas famílias. O sistema foi testado com placa coletora modular de 100x40 cm, exposto à uma variação de temperatura entre 09:00 da manhã até às 15:00 da tarde, chegando a um acréscimo de temperatura de aproximadamente 26° graus Celsius. A quantidade de água aquecida foi de aproximadamente 100 litros. Essa quantidade de água quente é suficiente para um banho médio de 3 a 4 pessoas por dia. A água do Boiler se manteve aquecida durante a noite devido ao isolamento externo para minimizar as perdas de calor, perdendo apenas 4° graus, mas no dia seguinte devido a exposição ao sol e por se tratar de um processo contínuo que é realizado por meio da boa irradiação solar, a água do circuito atingiu uma temperatura próxima a sua temperatura anterior.

Tabela 1. Resultados obtidos durante os experimentos (Autores, 2019)

Testes	T inicial (°C)	T final (°C)	Qs(J)	$\Delta T (T_f - T_i)$ °C
Teste 01	29,7	49,9	151,1	20,2
Teste 02	26,3	47,1	155,6	20,8
Teste 03	22,9	43,3	152,6	20,4
Teste 04	25,4	46,3	156,4	20,9
Teste 05	27,7	48,4	154,9	20,7

### 5. CONCLUSÕES

Concluimos que a unidade experimental desenvolvida obteve resultados satisfatórios e alcançou testes com a qualidade desejada.

Por se tratar de um processo contínuo, pode ser observado que enquanto houver uma boa irradiação solar a aplicação desse sistema é válida, com boa economia gerada principalmente nos dias quentes. Para os dias frios, no qual a irradiação solar é menor será, necessário o uso do chuveiro elétrico para um banho confortável, porém essa condição se repete em poucos dias na região de Montes Claros.

### 6. AGRADECIMENTOS

Aos professores Kézia Mendes Evangelista e Paulo Fernando Figueiredo Maciel pelas diretrizes seguras e pelo incentivo acreditando no nosso potencial, colaborando e interagindo durante todo processo do trabalho, apoiando sempre. Aos professores Diego Emílio Correia Guimarães e Kristhiam Willy Soares Mota pelas sugestões e esclarecimentos de dúvidas durante a execução. E a todos que direta ou indiretamente colaboraram de alguma forma no desempenho deste trabalho.

## **7. REFERÊNCIAS**

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, NBR 10184: “Coletores solares planos para líquidos”  
Determinação do rendimento térmico, 1983. 25p.
- COSTA, R.N.A. “Viabilidade térmica, econômica e de materiais de um sistema solar de aquecimento de água a baixo custo para fins residenciais. Natal, RN, 2007.
- Débora Abrahão Siqueira (2009), ESTUDO DE DESEMPENHO DO AQUECEDOR SOLAR DE BAIXO CUSTO. MAIA, Jaqueline Fonseca et al. Avaliação da viabilidade energética de aquecedores solares de materiais descartáveis na região de Montes Claros-MG. Revista Intercâmbio, v. 4, n. 1, p. pág. 41-55, 2013.
- ROBERTO WIDERSKI (2002), ESTUDO DE FATORES QUE INFLUENCIAM A PERFORMANCE DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO D’ÁGUA COM COLETORES PLANOS.
- SOCIEDADE DO SOL – <[www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)>.
- SOUZA, L.G.M.; GOMES, U.U. 2002. Viabilidade 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. Tese de Doutorado do Programa de Doutorado em Ciência e Engenharia de Materiais, UFRN.
- TEIXEIRA, L. T. et al. COMPARAÇÃO DE AQUECEDORES SOLARES CONFECCIONADOS COM MATERIAL RECICLÁVEL. Blucher Chemical Engineering Proceedings, v. 1, n. 1, p. 323-327, 2014.

## **8. RESPONSABILIDADE PELAS INFORMAÇÕES**

Os autores são os únicos responsáveis pelas informações incluídas neste trabalho.