
AQUECIMENTO DE ÁGUA POR ENERGIA SOLAR

André Ricardo Quinteros

Tecnólogo Mecânico, Professor do CEFET-SP

Especialista em Ensino de Física pela Universidade de São Paulo

Diariamente o sol transmite uma grande quantidade de energia através das ondas eletromagnéticas, e é essa energia que gera todos os processos naturais, como a fotossíntese que combina energia luminosa do sol com o dióxido de carbono da atmosfera para armazenar energia nas plantas em forma de hidrocarbonos. O aquecimento de água para fins pessoais é um dos grandes problemas atuais de energia que o Brasil está enfrentando, ou seja, o chuveiro elétrico é considerado o vilão no consumo de energia elétrica. Só para se ter uma idéia, 67,6% dos domicílios possuem chuveiro elétrico, totalizando 18 milhões de unidades. O Brasil é um dos poucos países que ainda utilizam o chuveiro elétrico para o aquecimento de água. Nos países do primeiro mundo, o uso da energia solar está completamente difundido, totalizando mais de 80% das residências, tanto para aquecimento quanto para geração de energia elétrica. O papel do governo é fundamental para divulgar o uso da energia solar como também a conscientização da população quanto às vantagens dessa energia abundante que é o sol. Com relação ao custo de uma instalação de aquecimento solar, houve uma queda considerável nos últimos anos. Atualmente, possuir esse tipo de aquecimento não é privilégio apenas das classes altas, também a classe média já é favorecida, o que torna o aquecimento solar uma tendência a crescer praticamente em todas as camadas sociais.

INTRODUÇÃO

O conceito de energia solar nada mais é que a aplicação direta das leis da Física presente praticamente em todos os fenômenos naturais do universo.

CONSTANTE SOLAR

A constante solar é o fluxo de energia por unidade de área, medida num plano normal à radiação solar, ao nível das mais altas camadas da atmosfera. Segundo medidas de satélites, equivale a 1350 w/m^2 .

INSOLAÇÃO

A terra revoluciona ao redor do sol numa trajetória aproximadamente

circular, com o sol posicionado no centro do círculo. A distância média da terra ao sol é de cerca de 150.000 km. Em janeiro a terra está mais próxima do sol para o hemisfério sul (solstício de verão) e mais longe em julho (solstício de inverno). O eixo de rotação da terra possui um ângulo de $23,5^\circ$ com relação a sua órbita em torno do sol. No seu movimento de translação, a terra conserva o seu eixo orientado sempre na mesma direção. Basicamente, é o eixo de inclinação que nos dá as estações do ano e a distribuição da radiação solar durante todo o ano.

DISPONIBILIDADE DA ENERGIA SOLAR

Podemos determinar a intensidade de energia solar que chega

a um determinado ponto do planeta em uma determinada época do ano, através da seguinte expressão:

$$I = I_0 \cdot \cos i$$

Onde: I = intensidade da energia solar em W/m^2

I_0 = constante solar ($1350W/m^2$)

i = ângulo de declinação em grau

Exemplo: determinar a intensidade da energia solar incidente em Porto Alegre em 21 de junho e 21 de dezembro.

$$I_{dez} = 1350 \cdot \cos 6,5 = 1350 \cdot 0,99 = 1345 W/m^2$$

$$I_{jun} = 1350 \cdot \cos 53,45 = 1350 \cdot 0,6 = 804 W/m^2$$

Comparando os dois resultados, é de se esperar que no verão a intensidade da radiação solar seja maior.

Capital	Temperatura média anual (°C)	Radiação solar incidente (kwh/m2.ano)
Porto Velho	26,2	1604
Manaus	27,4	1663
Boa Vista	27,8	1938
Belém	26,9	1783
Macapá	26,8	1714
São Luís	27,4	1929
Teresina	28	1982
Fortaleza	26,7	1992
Natal	25,9	2013
João Pessoa	25,7	1968
Recife	25,9	1956
Maceió	25,5	1959
Aracaju	25,5	1892
Salvador	25,1	1830
Belo Horizonte	21,5	1896
Vitória	24,4	1675
Rio de Janeiro	23,7	1602
São Paulo	23	1674
Curitiba	17,6	1656
Florianópolis	20,8	1495
Porto Alegre	20,1	1594
Cuiabá	26,8	1775
Goiânia	22,7	1928
Brasília	21,4	1934

tabela 1: Radiação Solar nas Capitais Brasileiras

AQUECIMENTO DE ÁGUA

O princípio de funcionamento do aquecimento solar de água é bastante simples, é baseado na transmissão de calor através dos materiais que compõem o sistema. É composto por dois itens básicos: o reservatório térmico (*boiler*) e o coletor solar (placas).

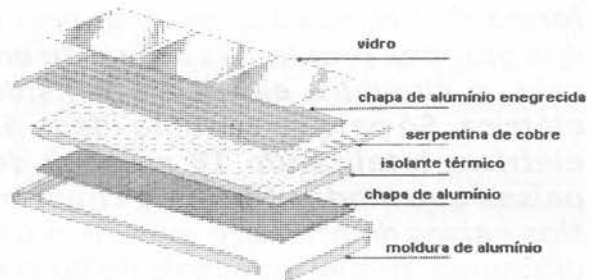


Figura 1: Esquema de Construção de um Coletor Solar

Como indica a figura 1, ele é composto pelos seguintes materiais:

Vidro: impede que entrem, no coletor, água de chuva, materiais sólidos, poeira etc. Tem como finalidade principal provocar o efeito estufa. Ou seja, a luz do sol, incidindo diretamente no vidro, faz com que parte dela penetre no interior do coletor, refletindo outra parcela de luz. Na reflexão, a luz é composta basicamente de raios infravermelhos que não conseguem ultrapassar a camada de vidro, provocando assim um aquecimento interno que ajudará no aquecimento da água que está circulando na tubulação de cobre.

Tubo de cobre: serve para conduzir a água que captará o calor do sol. O cobre, sendo um ótimo condutor de calor, absorverá todo esse calor do coletor e o transmitirá para a água que está circulando.

Chapa de alumínio enegrecida: tem por finalidade auxiliar no aquecimento do coletor. Pela sua cor

negra, absorve melhor o calor da luz solar, transmitindo-o para os tubos de cobre e consequentemente para a água.

Poliuretano expandido ou lã de vidro: é um material que isola termicamente o coletor, impedindo que o calor captado pela luz solar escape para o ambiente.

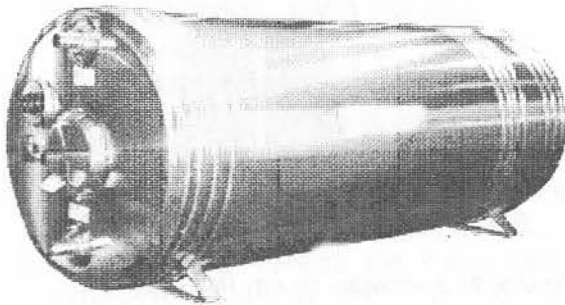


Figura 2: BOILER

O *boiler* serve para armazenar água quente para consumo. É fabricado por fora de alumínio e por dentro de cobre ou aço inox. Internamente, a água quente se mistura com a fria ficando a água quente sempre na parte superior. O boiler possui resistência elétrica que aquece a água em dias em que não há luz solar suficiente. Comandada por um termostato, ela liga e desliga de acordo com a temperatura da água. Aqui também temos o poliuretano expandido, revestindo toda a parede interna do *boiler*. Em dias com grande luminosidade, a água quente pode ficar armazenada por várias horas sem precisar acionar a resistência elétrica. Existem *boilers* de alta pressão e de baixa pressão. Os de baixa pressão trabalham com até 5mca e os de alta pressão com até 20 mca. Os *boilers* podem ser de nível (colocado no mesmo nível da caixa fria) ou de desnível (abaixo da caixa fria). A escolha vai depender da altura da cumeeira da residência .

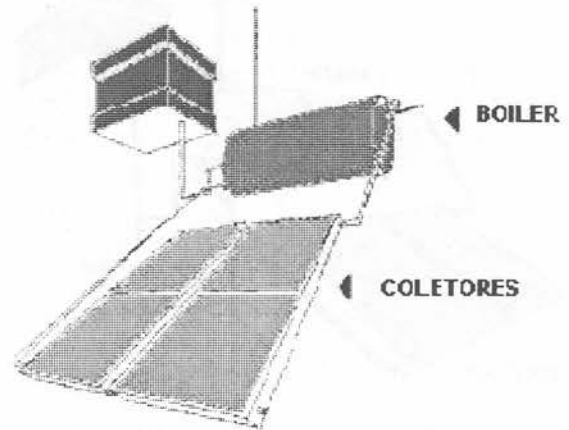


Figura 3: Ligação Boiler-Coletores

CIRCULAÇÃO DA ÁGUA

A água sai da caixa d'água fria e vai para o *boiler*, seguindo depois para as placas que estão no telhado da casa. A água é aquecida ao passar pelas placas, a água quente retorna para o *boiler*, ficando armazenada até o seu consumo. A água pode circular pelos coletores através de duas maneiras: natural (termosifão) ou forçada.

Termosifão: a circulação ocorre devido à diferença de densidade entre a água fria e a quente. A água fria, sendo mais pesada, acaba empurrando a água quente que é mais leve, realizando a circulação. Sua vantagem é de não precisar de energia elétrica para a movimentação da água, dispensando qualquer tipo de manutenção. Para haver esse tipo de circulação, é necessário que as placas estejam no mínimo 30 cm mais baixas que a base do *boiler*, como indica a figura 4.

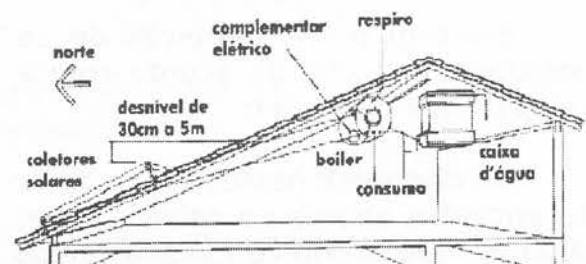


Figura 4: Instalação através do Sistema de Termosifão

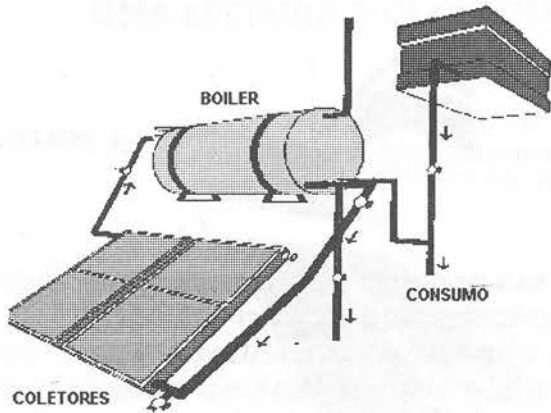


Figura 5: Vista em perspectiva de uma Instalação de Termosifão

A distância máxima entre o boiler e as placas tem que ser de 5m, caso contrário a circulação por termosifão pode não ocorrer.

Forçada: nesse caso a circulação da água não ocorre sozinha e sim por auxílio de uma microbomba instalada no circuito. As desvantagens nesse tipo de instalação é a dependência da eletricidade (110 ou 220 v) e a possibilidade de ocorrerem problemas na microbomba. O boiler sempre ficará abaixo dos coletores como indica a figura 6.

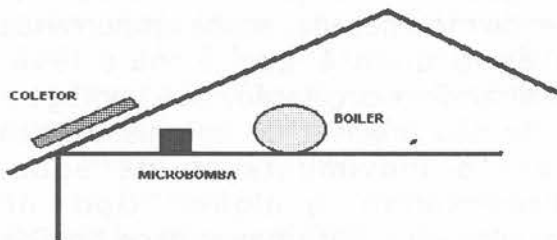


Figura 6: Circulação Forçada

DISPOSIÇÃO DO BOILER

Existem duas maneiras de se posicionar o boiler de acordo com a caixa d'água. São elas:

De desnível: nesse modo o boiler se encontra abaixo da caixa d'água, situação que acontece quando temos espaço de folga entre a laje e a

cumeeira (figura 5).

De nível: nessa situação o boiler se encontra no mesmo nível que a caixa d'água, caso em que o espaço entre a laje e a cumeeira é muito baixo (figura 7).

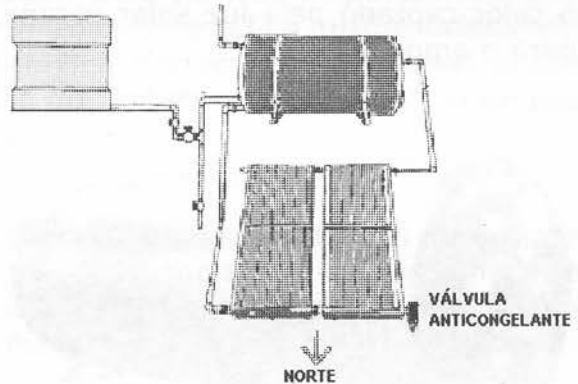


Figura 7: Instalação de um Boiler de Nível

COMO DIMENSIONAR UM SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR

O dimensionamento correto de um sistema de aquecimento solar evita a falta de água quente para o consumo ou também o superdimensionamento que encarece a instalação. Para dimensionar-se um sistema, deve-se levar em conta o volume de água de consumo, como indica a tabela 2.

Componentes	Consumo Diário
Ducha normal	40 litros por pessoa para banho de 10 min.
Lavatório	5 litros por pessoa
Bidê	7 litros por pessoa
Cozinha	20 litros por pessoa
Lavanderia	20 litros por kg de roupa seca
Banheira simples	100 litros por banho
Banheira dupla	200 litros por banho

Tabela 2: Volume de água quente de acordo com o consumo

Os cálculos são considerados para pressão de trabalho de 4 m.c.a entre o topo da caixa d'água e a saída de água quente. É aconselhável uma reserva de 100 litros para atender possíveis excessos ou emergências.

Exemplo: vamos dimensionar um aquecedor solar para uma residência com cinco moradores. A casa terá água quente na cozinha, chuveiros (2 banheiros), lavatório, e uma banheira de hidromassagem simples.

Resolução: preenchendo a tabela abaixo, vamos determinar o volume de água quente necessária:

Componentes	Consumo	Consumo total (litros)
Ducha	40 x 5	200
Lavatório	5 x 5	25
Cozinha	20 x 5	100
Banheira	100 litros 1 vez ao dia	100
Reserva		100
Consumo total diário		525

ESPECIFICAÇÃO DOS COLETORES

No caso dos coletores, normalmente utiliza-se um para cada 100 litros de água quente. No exemplo anterior, teríamos que utilizar cinco ou seis coletores, caso escolhêssemos um *boiler* de 500 ou 600 litros. No mercado existem vários tipos de construção de coletores, vai depender da opção do comprador querer o que melhor se encaixe a suas exigências.

ESCOLHA DO LOCAL DE INSTALAÇÃO

Para que os coletores tenham um

ótimo aproveitamento da luz solar, é recomendado o seu posicionamento ao norte geográfico. Para a sua localização correta é necessária a utilização de uma bússola. O norte geográfico está situado sempre à direita do norte magnético e varia de acordo com o local. Para a cidade de São Paulo, o norte geográfico está a 18° à direita do norte magnético. Em geral, ele se encontra aproximadamente a 20° para o Brasil.

INCLINAÇÃO DOS COLETORES

A inclinação dos coletores requer muito cuidado na hora de serem instalados. Para sabermos a inclinação ideal, utilizaremos a seguinte regra:

Latitude do local + 10°

Cidade	Latitude (grau)	Inclinação (grau)
São Paulo	24	34
Porto Alegre	30	40
Curitiba	25	35
Florianópolis	28	38
Rio de Janeiro	23	33
Campo Grande	20	30
Belo Horizonte	20	30
Salvador	13	23
Fortaleza*	4	14
Brasília	16	16
Manaus*	2	12
Cuiabá	16	26
Natal*	6	16
Recife*	8	18

Tabela 3: Latitudes de algumas Cidades Brasileiras e a Inclinação dos Coletores.

*Quando a inclinação for menor que 20° é recomendada a instalação de um suporte, pois a inclinação mínima é de 20° para garantir o fluxo adequado de água.

CUIDADOS NA INSTALAÇÃO

Fixação dos coletores: os coletores devem ser fixados no telhado através de fios de cobre presos nos caibros pelas uniões.

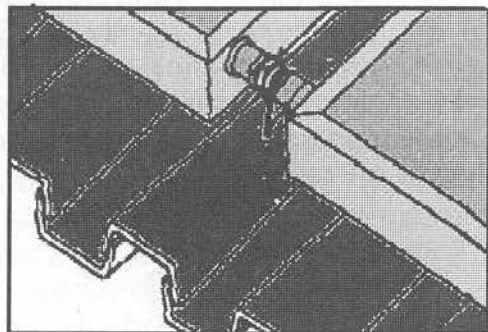
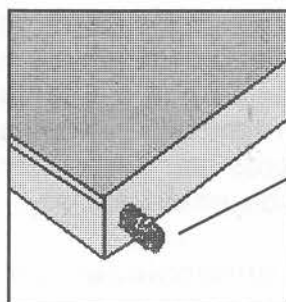


Figura 8: Fixação dos Coletores

Interligação dos coletores: os coletores devem ser interligados com uniões de cobre que serão soldadas umas nas outras.



FIXAÇÃO DE UM
COLETOR NO
OUTRO ATRAVÉS
DE UNIÕES

Figura 9: Interligação dos Coletores

Ligação hidráulica: toda interligação hidráulica do sistema deve ser feita com tubos e conexões de cobre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SILVA, R. B. *Ar Condicionado*. Departamento de Livros e Publicações do Grêmio Politécnico. 1969.
- SOLETROL. *Aquecedores solares*. 2000.

Para contato com o autor:
panesi@cefetsp.br