

# Aquecedores Solares de Água

**Guia Rápido  
para Profissionais**



**SOLETROL<sup>®</sup>**  
AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA

## Apresentação

*A energia solar vem sendo utilizado há milhares de anos, como fonte preponderante para a manutenção da vida através da geração de calor e luz para os estímulos vitais dos organismos. Dessa forma contribui diretamente para a conservação da espécie humana através do crescimento das plantas e animais, produzindo alimentos que possibilitam nossa existência.*

*Ao longo desses milhares de anos, a humanidade vem aprimorando métodos para extrair o máximo de benefícios dessa fonte limpa e inesgotável de energia, alcançando hoje técnicas altamente eficientes e desenvolvidas para geração de calor (energia solar térmica) e geração de eletricidade (energia solar fotovoltaica).*

*Nos dias atuais, onde a degradação do meio ambiente avança a passos largos e as fontes de energia não renováveis apresentam sinais de diminuição drástica das suas reservas, a utilização de energia solar para geração de calor e eletricidade é uma necessidade fundamental para o mundo moderno, devendo-se tornar a principal fonte geradora de energia nas próximas décadas.*

*No Brasil, país conhecido pelo seu fantástico potencial de insolação, essa realidade é ainda mais marcante. Utilizando-se de sistemas de aquecimento solar de água desde o final da década de 70, o país vem experimentando um forte crescimento no mercado nos últimos anos.*

*Este Guia de Bolso Soletrol é uma importante e ágil ferramenta para auxiliar o profissional que diariamente precisa encontrar a melhor solução técnica para implantação do aquecimento solar de água em projetos e obras suas e de seus clientes. Mantenha-o sempre ao seu alcance!*



# Índice

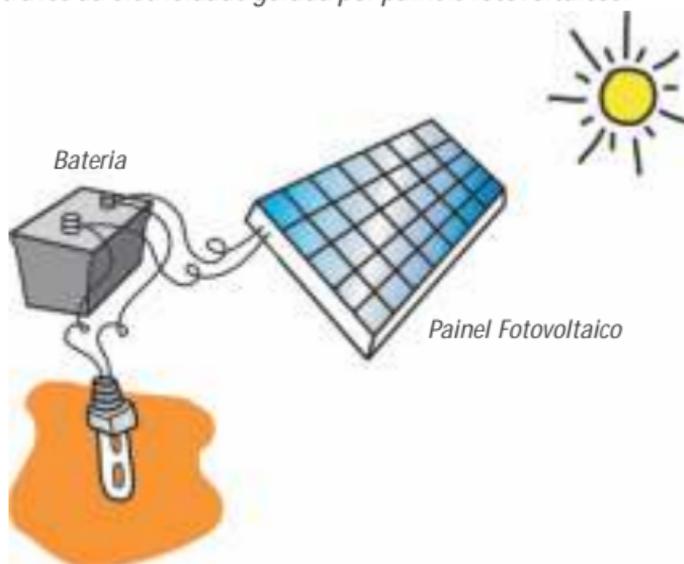
Apresentação.....	01
A Energia Solar.....	04
Energia Solar Fotovoltaica.....	04
Aquecedor Solar - Energia Solar Térmica.....	05
Componentes de um Aquecedor Solar.....	06
Dimensões de Coletores Solares Soletrol.....	09
Reservatórios Térmicos.....	10
Composição Básica de um Reservatório Térmico.....	10
Reservatório Térmico de Nível.....	13
Reservatório Térmico de Nível e Nível.....	13
Dimensões Aproximadas de Reservatórios Térmicos.....	14
Classificação dos Aquecedores Solares.....	15
Circulação da Água.....	19
Circulação Natural ou Termossifão.....	19
Circulação Forçada.....	21
Dimensionamento - Capacidade do Reservatório Térmico.....	22
Área de Coletores Solares.....	24
Como instalar - Posicionando os Coletores Solares.....	25
Uso do Inclinômetro.....	26
Uso da Bússola.....	26
Tabela de Declinação Magnética.....	27
Encontrando o Norte Geográfico em Mapas e Plantas.....	27
Aquecimento Solar de Piscinas.....	28
Acessórios Importantes.....	31
Registro Misturador Solar.....	32
Registo Misturador para Duchas.....	33
Registo Misturador para Cozinha.....	34
Manutenção Preventiva e Corretiva.....	35
Universidade do Sol.....	36
Etiqueta INMETRO.....	37
Tabelas e Isométricas - Índice.....	38

## A Energia Solar

Existem muitas aplicações da energia solar como o aquecedor solar de água, dessalinização, refrigeração e geração de energia elétrica. Essa última geralmente é feita através dos painéis fotovoltaicos, que geram energia elétrica diretamente através do sol.

### Energia Solar Fotovoltaica

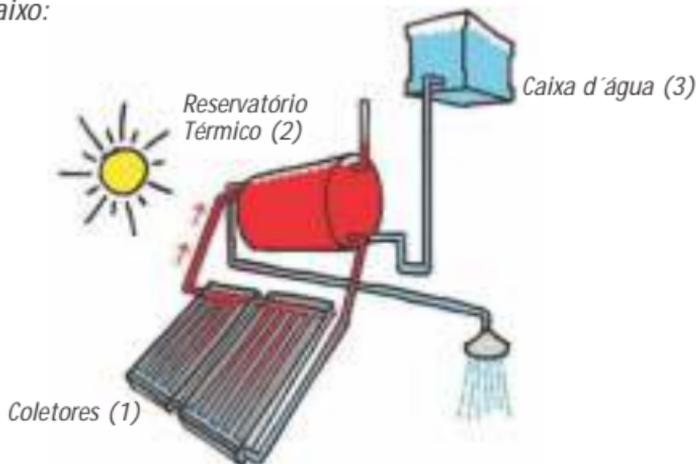
Os painéis fotovoltaicos, que são na maioria das vezes produzidos a partir de cristais de silício, são uma tecnologia completamente diferente e são aplicados principalmente em regiões isoladas. As duas tecnologias não competem entre si, pois produzem efeitos diferentes e não é viável aquecer água através da eletricidade gerada por painéis fotovoltaicos.



Cuidado para não confundir os aquecedores solares com os painéis fotovoltaicos (também chamados de PV). Apesar de ambos usarem a mesma fonte de energia, as semelhanças param por aí. O aquecedor solar converte a energia solar em calor, enquanto o PV em energia elétrica.

## Aquecedor Solar - Energia Solar Térmica

O aquecedor solar é um equipamento utilizado para o aquecimento da água através do calor do sol. É composto por coletores solares (1), onde ocorre o aquecimento da água através dos raios solares e um reservatório térmico (2), onde é armazenada a água quente para ser utilizada posteriormente quando não se tem mais a incidência do sol, como visto na figura abaixo:



Sistema de Aquecimento Solar

A caixa d'água (3) não é parte do sistema de aquecimento solar, mas é necessária para que haja um abastecimento contínuo de água fria para o reservatório térmico e para manter a pressão do sistema.

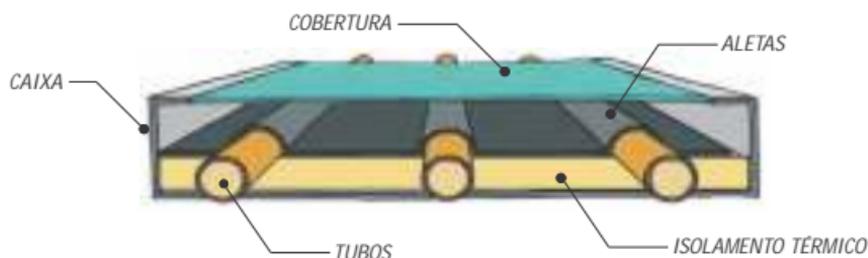
A maioria das aplicações de aquecedores solares está compreendida em faixas de temperatura de 30 a 80°C. A utilização mais comum é para o aquecimento de água para banho (40°C), mas muitas outras situações que empregam água quente se beneficiam do aquecedor solar, tais como:

- |                          |              |               |
|--------------------------|--------------|---------------|
| . Residências            | . Piscinas   | . Vestiários  |
| . Hotéis e Motéis        | . Indústrias | . Refeitórios |
| . Edifícios Residenciais | . Hospitais  | . Clubes      |
| . Postos de Combustível  | . Fazendas   | . Pet Shops   |

## Componentes de um Aquecedor Solar

### Coletores Solares Planos

O coletor solar tem a função de captar e absorver a radiação solar para realizar o aquecimento da água. A água entra na parte inferior do coletor, vinda do reservatório térmico. A radiação solar atravessa a cobertura do coletor, atingindo as aletas, que a absorve. As aletas, por sua vez, aquecem os tubos (serpentina) que transferem o calor para a água que circula no seu interior. A água aquecida sai na parte superior do coletor e retorna para o reservatório térmico.



Componentes de um Coletor Solar



Coletor Solar Soletrol Mini Max



## O Coletor Solar Plano é Composto por:

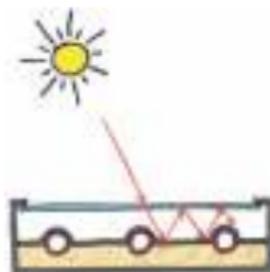
**Caixa:** responsável por conferir resistência mecânica ao coletor solar, proteger os seus componentes internos, resistir às intempéries da natureza como chuva, sol, ventos, assim como ao transporte e manuseio.



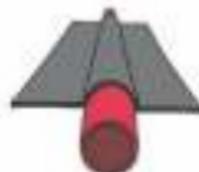
**Cobertura:** tem por função permitir a passagem da radiação solar e, ao mesmo tempo, manter a vedação do coletor contra ventos e umidade, reduzindo as perdas de calor e formando o "efeito estufa". As coberturas podem ser em vidro liso, acrílico ou



O "efeito estufa" no coletor solar é provocado graças à propriedade da cobertura em permitir a passagem dos raios solares para seu interior e inibir a saída do calor. Essa propriedade se explica devido à transparência da cobertura em função do comprimento de onda da radiação.



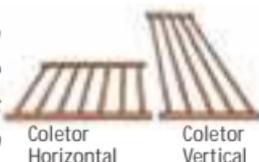
**Aletas:** tem a função de absorver a radiação solar e conduzir o calor obtido para a água. Para uma boa eficiência do coletor é necessário que ela seja de material com condutibilidade térmica elevada e tenha um perfeito contato com o tubo. O cobre é o material de maior condutibilidade térmica, mas também se utiliza muito aletas de alumínio, que quando usadas em espessuras maiores que a do cobre podem proporcionar um resultado térmico final maior



**Tinta:** tem a função de aumentar o efeito da radiação absorvida, uma vez que os materiais empregados nas aletas refletem a radiação solar. Usualmente se utiliza uma tinta preto fosco ou tinta seletiva que suportam altas temperaturas e a ação dos raios ultra-violetas.



**Tubos (Serpentina):** por estarem em contato direto com as aletas, são responsáveis por conduzir a água que será aquecida. Devem ter boa condutibilidade térmica e serem resistentes à corrosão, suportando uma determinada pressão de trabalho. O tubo de cobre possui todas as características necessárias e é o mais utilizado no mundo inteiro em coletores solares, sendo possível também o uso do inox e de materiais termoplásticos.

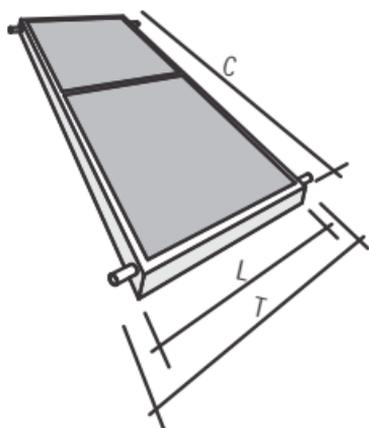


**Isolamento Térmico:** tem a função de minimizar as perdas de calor do coletor para o ambiente através do fundo e das laterais do coletor. Os tipos de isolamentos mais indicados são a espuma rígida de poliuretano sem CFC, lã de vidro e lã de rocha.



## Dimensões de Coletores Solares Soletrol

Modelo	Área	Dimens. (mm)	Aletas	Caixa	Classif. INMETRO	Produção Méd. Mensal de Energia	Peso Cheio
Mini Max Cobre	1,02m <sup>2</sup>	L - 1030 C - 1000 T - 1100	Cobre	Alumínio	C	71,1 kwh/mês	13 kg
Mini Max Alumínio	1,02m <sup>2</sup>	L - 1030 C - 1000 T - 1100	Alumínio	Alumínio	C	68,8 kwh/mês	13 kg
Max Alumínio	1,6m <sup>2</sup>	L - 790 C - 1990 T - 870	Alumínio	Alumínio	A	127,4 kwh/mês	21 kg
Max Alumínio Horizontal	1,6m <sup>2</sup>	L - 1990 C - 790 T - 2070	Alumínio	Alumínio	A	127,4 kwh/mês	21 kg
Max Alumínio	2,0m <sup>2</sup>	L - 1000 C - 1990 T - 1070	Alumínio	Alumínio	A	161,3 kwh/mês	26 kg
Max Alumínio Inox	1,6m <sup>2</sup>	L - 790 C - 1990 T - 870	Alumínio	Inox	A	127,4 kwh/mês	25 kg
Max Alumínio Inox	2,0m <sup>2</sup>	L - 1000 C - 1990 T - 1070	Alumínio	Inox	A	161,3 kwh/mês	30 kg
Industrial Plus	1,92m <sup>2</sup>	L - 1000 C - 1920 T - 1070	Alumínio	Alumínio	A	153,5 kwh/mês	29 kg



## Reservatórios Térmicos

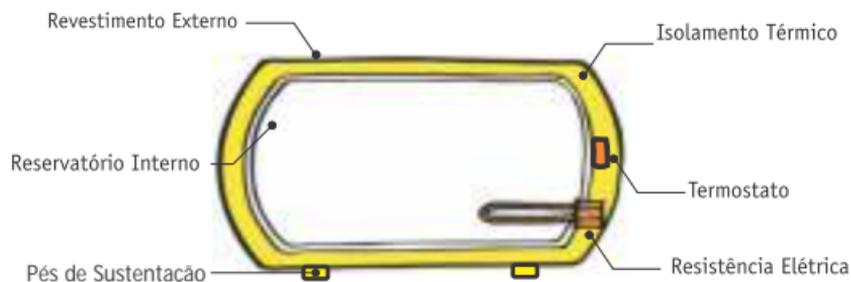
Como a necessidade de utilização de água quente nem sempre coincide com o período de incidência solar, torna-se necessário armazená-la para consumo futuro. O reservatório térmico, também chamado de RT, tem a função de armazenar e conservar a água quente na temperatura adequada.



Reservatório Térmico Horizontal Soletrol

A SOLETROL fabrica reservatórios térmicos do tipo pressurizados, também conhecidos por fechados. A instalação dos mesmos pode ser feita em desnível com a caixa d'água que o abastece ou em nível, desenvolvimento com patente exclusiva da SOLETROL.

## Composição Básica de um Reservatório Térmico (RT)



Componentes Básicos de um Reservatório Térmico



**Reservatório Interno:** fabricado em aço inox ou em material termoplástico, confere resistência mecânica para suportar a pressão do sistema. Por estar em contato direto com a água, o material do reservatório interno deve ter boa resistência à corrosão, principalmente onde a água apresenta condições agressivas. A tabela abaixo apresenta a pressão de trabalho dos reservatórios SOLETROL em função do material utilizado.

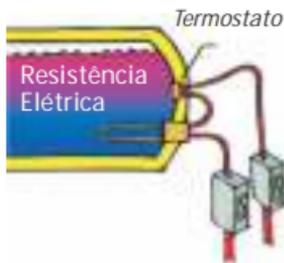
Material	Pressão de Trabalho
Termoplástico	0,5 m.c.a.
Aço Inox (Baixa Pressão)	5 m.c.a.
Aço Inox (Alta/Média Pressão)	Até 40 m.c.a.

Se os reservatórios térmicos fossem ligados diretamente na "água da rua", teriam que suportar pressões muito elevadas e, ainda assim, o sistema ficaria sem nenhuma reserva de água fria para abastecer o reservatório térmico em caso de uso. Conforme norma da ABNT é obrigatório o uso de uma caixa d'água para abastecer o reservatório térmico.

**Isolamento Térmico:** constituído em espuma rígida de poliuretano expandido sem CFC (ecologicamente correto) ou lã de vidro é responsável pela conservação da água quente e depende dele a real eficiência térmica do reservatório térmico. Quanto menor a condutibilidade térmica do isolante, melhor sua eficiência. Atualmente, o poliuretano expandido é o mais eficiente.

**Revestimento Externo:** fabricado em alumínio ou aço inox, é responsável pelo acabamento externo do RT e pela proteção do isolamento térmico contra umidade, chuvas e outras intempéries da natureza.

**Aquecimento Complementar:** composto por uma resistência elétrica e um termostato, garante a complementação do aquecimento nos dias em que o sol não seja suficiente para suprir toda demanda de água quente. O termostato possui um sensor que aciona automaticamente a resistência elétrica quando a temperatura da água estiver abaixo da temperatura desejada. Para se ter maior economia de energia no uso do complementar elétrico, pode-se instalar conjuntamente um Controlador Digital de Temperatura Soletrol ( CDT Max/CDTi) que tem as funções de timer, termostato, relógio e termômetro digital.



**CDT - Controlador Digital de Temperaturas:** possibilita interação do usuário com o Aquecedor Solar, tornando mais prático seu uso.

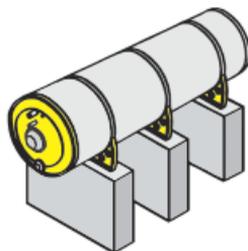


CDT Max Soletrol

**Pés de Fixação:** Confeccionados em aço com pintura epóxi ou em termoplástico, tem a finalidade de dar sustentação ao reservatório térmico sobre os apoios ou suportes em que o mesmo seja instalado. A SOLETROL oferece diversos modelos de pés de fixação de acordo com a necessidade da instalação, sendo a maioria em termoplástico ou em fibra sintética com alma de aço.

#### **Apoios do Reservatório Térmico:**

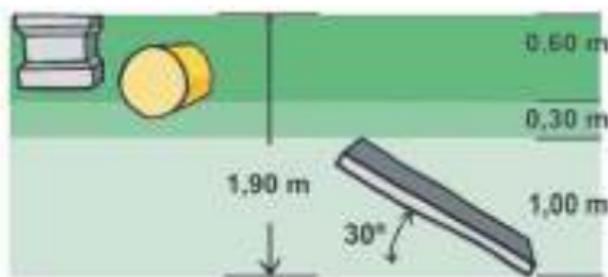
O reservatório térmico deve ter os seus pés apoiados sobre suportes de ferro, madeira ou paredes de alvenaria, que estejam estruturalmente aptas a suportar o seu peso próprio acrescido do volume de água. Estes apoios deverão estar rigorosamente no mesmo nível nos sentidos transversal e longitudinal e em alturas conforme indicado neste manual.



## Reservatório Térmico de Nível

Com este reservatório é possível instalá-lo ao lado da caixa d'água à mesma altura.

O RT de Nível possui um pescador, dispositivo com um braço e uma bóia que capta a água sempre da parte mais alta do reservatório. Isso é necessário, pois a água mais quente está sempre na parte superior do reservatório.



Alturas Mínimas com Reservatório de Nível

## Reservatório Térmico de Nível e Nível

O dispositivo implantado no reservatório de nível e nível permite que os coletores solares fiquem no mesmo nível que o tubo de retorno para os coletores sem que haja fluxo reverso durante a noite. Mais adiante sua instalação é apresentada de forma mais detalhada.



Alturas Mínimas com Reservatório de Nível e Nível

A mesma solução pode ser dada com o uso da VDN - Válvula de Desnível Negativo Soletrol.

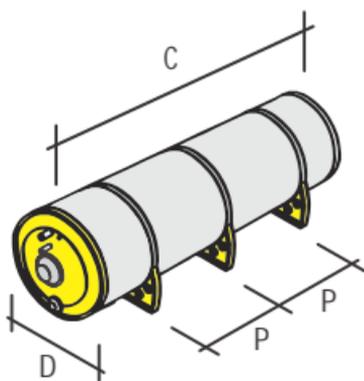


VDN Soletrol

## Dimensões Aproximadas de Reservatórios Térmicos

Capacidade litros	Diâmetro (D) mm	Comprimento (C) mm	Distância Pés (P) mm	Número Pés unidade
200	600	1060	610	2
300	600	1500	910	2
400	600	1910	665	3
500	600	2340	910	3
600	600	2770	700	4
800	800	2010	750	3
1.000	800	2830	770	4
2.000	1120	2940	900	3
3.000	1120	4120	915	4
4.000	1480	3330	830	4
5.000	1480	3980	900	4

Nem todos os sistemas possuem reservatórios térmicos. Nos casos de aquecimento de piscinas, a própria piscina serve de reservatório. Em alguns processos industriais, a água pode passar direto pelos coletores para um determinado equipamento, sem armazenamento. Nesses casos, quando não há energia solar, deve-se usar uma outra fonte de energia.

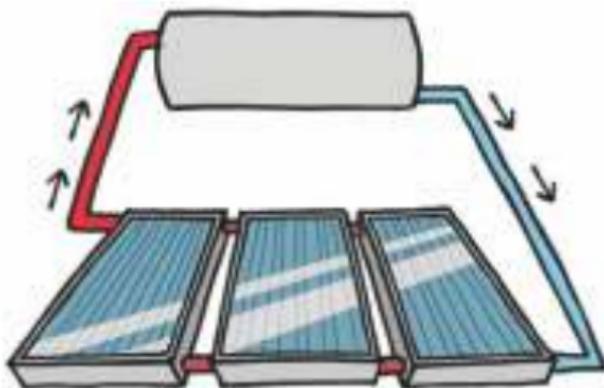


## Classificação dos Aquecedores Solares

Os aquecedores solares são classificados de acordo com:

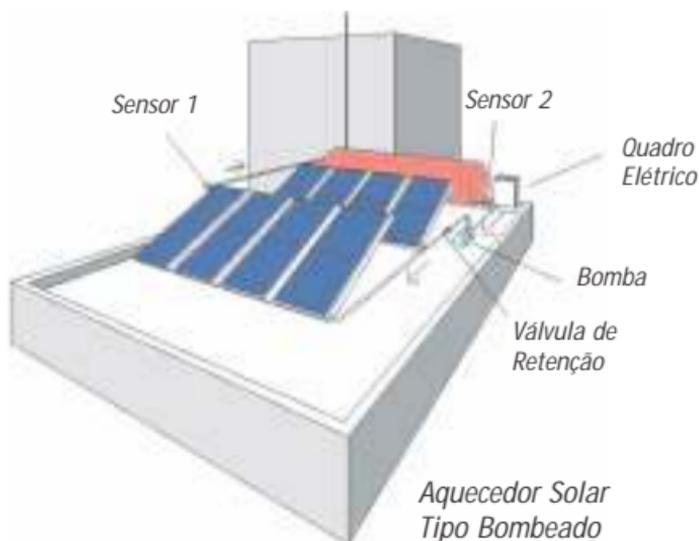
- . A forma como o fluxo da água nos coletores é realizado (termossifão ou bombeado)
- . A forma como o aquecimento é promovido (direto ou indireto).
- . A disposição física dos equipamentos (convencional, integrado e acoplado)

**Termossifão ou Circulação Natural:** o tipo de fluxo de água mais comum é o chamado termossifão ou circulação natural. Nesse sistema, a circulação da água é provocada pela diferença de densidade entre a água aquecida pelo coletor e a água mais fria no reservatório. Mais adiante explicado com mais detalhes a operação desses sistemas.



Aquecedor Solar Tipo Termossifão

**Bombeado ou Circulação Forçada:** quando a circulação natural não for possível ou quando tivermos sistemas de maior porte, devemos usar uma bomba hidráulica para realizar a circulação da água entre os coletores solares e o RT, complementando com um quadro de comando elétrico dotado de um controlador digital eletrônico de bombeamento.



**Aquecimento Direto e Indireto:** como apresentamos anteriormente, podemos também classificar os aquecedores solares de acordo com o fato de o aquecimento ser realizado diretamente na água a ser consumida ou não.

Imagine, por exemplo, uma indústria, onde se deseja aquecer uma mistura líquida corrosiva que não poderia entrar em contato com as tubulações de cobre do coletor. A solução seria então passar a água pelos coletores e usar um trocador de calor para transferir o calor para a mistura corrosiva.

Outro exemplo é quando se têm temperaturas muito baixas no inverno, como no sul do Brasil e em outros países. Nesse caso, ao invés de aquecer a água nos coletores, o fluido utilizado é uma mistura de água com propileno glicol, que possui um ponto de congelamento muito baixo. Isso significa que mesmo em temperaturas abaixo de  $0^{\circ}\text{C}$ , o fluido não irá congelar e nem romper os tubos dentro dos coletores solares.

Entretanto, essa mistura não pode ser consumida. A solução mais uma vez é colocar um trocador de calor para transmitir o calor para a água no reservatório. Esse sistema é chamado de circuito fechado ou indireto.

*O caso mais comum, onde a própria água usada no reservatório é aquecida nos coletores, é chamado de circuito aberto ou direto.*



### **Sistemas Convencionais, Integrados e Acoplados:**

*A última forma de classificação diz respeito à disposição física entre os coletores e o reservatório.*

#### **Sistemas Convencionais:**

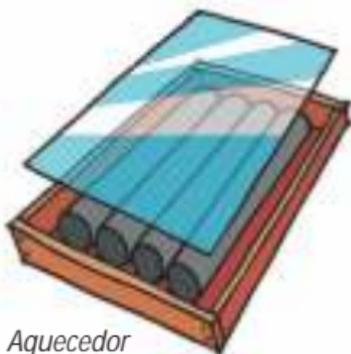
*Os sistemas nos quais os coletores estão separados e distantes, é chamado de sistema convencional.*



*Aquecedor Solar Convencional*

### *Sistemas Integrados:*

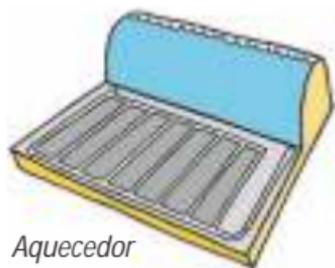
Os sistemas onde o coletor e o reservatório são a mesma peça, são chamados de sistemas integrados. Um tambor pintado de preto, por exemplo, é um sistema integrado, pois serve de coletor e reservatório ao mesmo tempo. Esses sistemas têm o problema de perder, durante a noite, uma grande parte do calor recolhido durante o dia.



Aquecedor  
Solar Integrado

### *Sistemas Acoplados ou Compactos:*

Um terceiro tipo é o chamado de sistema acoplado ou compacto. Nesse caso, apesar de separados, o coletor e o reservatório estão juntos num mesmo local, normalmente arranjados de forma compacta. A classificação dos sistemas pode parecer confusa para aqueles que a conhecem pela primeira vez, mas é uma forma importante de facilitar a comunicação e compreensão.



Aquecedor  
Solar Acoplado



Aquecedor Solar Compacto Solarmax

## Circulação da Água

O princípio de funcionamento de um aquecedor solar é bastante simples. É composto por dois itens básicos: o reservatório térmico e o coletor solar. A água fria circula entre o reservatório e os coletores, pelos tubos de cobre. Os coletores solares captam o calor do sol e o transferem, aquecendo a água que circula em seu interior. A água, já aquecida, retorna ao reservatório térmico onde ficará armazenada até o seu consumo. A circulação de água entre os coletores e o reservatório pode ser por circulação natural também chamada de Termossifão ou por circulação forçada com auxílio de uma bomba hidráulica.

## Circulação Natural ou Termossifão

A circulação de água ocorre devido à diferença de densidade (peso) entre a água fria e a quente. A água fria "empurra" a água quente, realizando a movimentação.

O exemplo abaixo mostra o aquecimento de uma das colunas fazendo com que o nível da água quente fique acima do nível da água fria e, como o aquecedor solar possui um circuito fechado, a água circula entre os coletores e o reservatório de forma contínua enquanto houver diferença de temperatura entre as colunas.



Exemplo de funcionamento por termossifão

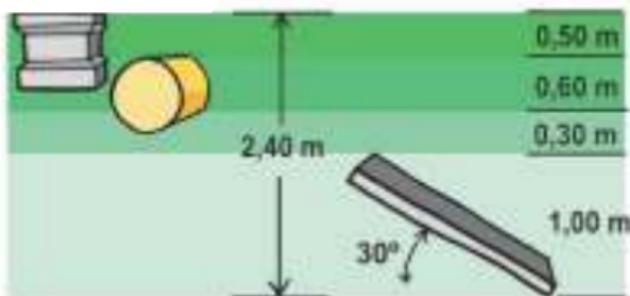
O aquecedor solar tipo termossifão é um sistema simples de pouca manutenção e muito confiável. Sua aplicação é indicada para instalações residenciais e pequenas instalações até 1.000 litros.

Sua vantagem é de não consumir energia para promover a circulação da água e dispensar manutenção, a qual está mais restrita à limpeza dos vidros.



*Aquecedor Solar Tipo Termossifão*

Para uma boa instalação por termossifão com reservatórios convencionais é necessário obedecer alguns critérios de alturas entre seus componentes como apresentado na figura abaixo.



*Alturas Mínimas para Termossifão Convencional*

Observe que para obter estas alturas entre os componentes, seria necessária uma altura final de 2,40m, o que na maioria dos casos nem sempre é possível. A solução, então, seria construir uma torre para adequar as alturas.

*Pensando nestes inconvenientes, a SOLETROL desenvolveu dois modelos exclusivos de reservatórios térmicos para diminuir a altura final do aquecedor solar. Esses equipamentos podem ser instalados em telhados com alturas inferiores ao adequado sem prejuízo para o funcionamento do aquecedor solar.*

*A SOLETROL possui tecnologias exclusivas que viabilizam a instalação de sistemas por circulação natural de forma mais prática para atender a baixa altura de telhados, como o RT de Nível, o RT de Nível e Nível e a VDN - Válvula de Desnível Negativo. Vide o capítulo de Reservatórios Térmicos.*

## *Circulação Forçada*

*A circulação ocorre através de uma motobomba hidráulica, colocada entre o reservatório térmico e os coletores. É um sistema indicado para médias e grandes instalações, sendo necessária uma manutenção periódica em função dos sistemas elétricos e do desgaste de peças pelo movimento constante.*



*Aquecedor Solar com Bomba Hidráulica*

*A vantagem desse sistema é a flexibilidade na localização dos coletores em relação ao reservatório térmico, pois a existência da bomba ou microbomba garante a circulação da água.*

Normalmente a motobomba é acionada por um controlador diferencial de temperatura.

No caso dos sistemas bombeados residenciais, a bomba normalmente é acionada quando a diferença de temperatura entre a saída do coletor e o o fundo do RT é de pelo menos 5 C, e é desacionada quando a diferença cai o para menos de 2 C. Essas diferenças são estabelecidas no CDT Max e ou CDTI (Controlador Digital de Temperatura), que pode ser regulado, conforme a necessidade.



CDT Max Soletrol



CDTI Max Soletrol



## Dimensionamento

### Capacidade do Reservatório Térmico

O volume de água quente é um dos pontos mais importantes no dimensionamento do aquecedor solar, pois um superdimensionamento pode acarretar em investimento muito alto e um dimensionamento precário pode não trazer benefícios e ainda acionar demasiadamente o sistema complementar de aquecimento.

Para calcular o volume de água quente é importante avaliar os seguintes itens:

- . Pontos de utilização de água quente (chuveiros, pias, cozinha, banheiras de hidromassagem etc);
- . Frequência de utilização (número de banhos por dia, utilização de banheiras etc);



. Nível de consumo e conforto desejados (tempo de banho, vazão, tipo de ducha etc)

. Norma Brasileira de Instalação Predial de Água Quente NBR 7198;

. Experiências bem sucedidas;

. Bom senso.

A tabela abaixo deve ser utilizada como referência para os cálculos de dimensionamento, com um bom nível de conforto e sem desperdícios:

Ponto de Consumo	Consumo Diário
Ducha Pequena	Aproximadamente 40 litros por Banho
Ducha Grande	Aproximadamente 80 litros por Banho
Lavatório	5 litros por Pessoa
Bidê	5 litros por Pessoa
Cozinha	20 litros por Pessoa
Lavanderia	200 litros por Utilização
Banheira Simples	100 litros por Utilização
Banheira Dupla	200 litros por Utilização

Normalmente é no banho que se gasta mais água quente e a definição da vazão nas duchas e chuveiros podem alterar significativamente o consumo de água. A tabela abaixo apresenta os níveis de vazão e conforto de duchas e chuveiros:

Vazão	Classificação	Descrição
3 l/min	Desconfortável	Chuveiros elétricos de baixa potência
3 a 4 l/min	Conforto reduzido	Chuveiros elétricos de média potência
4 a 5 l/min	Conforto razoável	Chuveiros elétricos de alta potência
5 a 6 l/min	Conforto bom	Padrão residencial médio
6 a 8 l/min	Conforto ótimo	Padrão residencial alto
8 a 10 l/min	Extremamente confortável	Padrão limite
> 10 l/min	Vazão exagerada	Desperdício de água

## Área de Coletores Solares

A área de coletores necessária está relacionada ao volume de água consumido e ao local da instalação.

A tabela abaixo oferece números orientativos que relacionam a área de coletores solares (média) necessária para o aquecimento de 100 litros de água nas condições ideais de instalação. Se as condições não forem ideais para o posicionamento dos coletores (ver próxima seção), a área pode ser aumentada para compensar os desvios, normalmente acrescentando-se até 35% de área de coletores.

Este dimensionamento da área total pode variar conforme a indicação do fabricante.

Cidade	Área de Coletores para cada 100 Litros de Consumo
Belo Horizonte	1,0 m <sup>2</sup>
Bauru	1,2 m <sup>2</sup>
Goiânia	1,0 m <sup>2</sup>
Manaus	0,9 m <sup>2</sup>
Natal	0,8 m <sup>2</sup>
Porto Alegre	1,6 m <sup>2</sup>
Rio de Janeiro	1,1 m <sup>2</sup>
São Paulo	1,6 m <sup>2</sup>

### Exemplos de Dimensionamento:

1) Casa com 5 moradores para substituição do chuveiro elétrico, água quente somente para banho:

Volume de consumo = 40 litros/pessoa x 5 = 200 l/dia



2) Casa com 4 moradores com ducha (6litros/min) e água quente nos lavatórios, cozinha e uma hidromassagem pequena:

Item	Consumo por Pessoa	Consumo Total
Banho	60	240
Cozinha	20	80
Lavatório	5	20
Banheira	100 (por uso)	100
TOTAL		440 litros

O volume do reservatório (RT) deve ser aproximadamente igual ao volume de consumo diário. Nos exemplos acima escolheríamos um reservatório de 200 litros para o primeiro exemplo e um reservatório de 400 ou 500 litros para o segundo exemplo.

Digamos que a família do exemplo 2 da seção anterior esteja em Bauru, estado de São Paulo. Já sabemos que o consumo diário é de 440 litros/dia. Então a área coletora necessária seria:

$$\text{ÁREA} = \frac{440}{100} \times 1,2 = 5,28 \text{m}^2$$

A solução seria usar de 5 a 6 m , dependendo das dimensões dos coletores disponíveis.

## Como Instalar

### Posicionando os Coletores Solares

Para um melhor resultado, recomenda-se instalar os coletores orientados para o norte geográfico e inclinados com um ângulo igual a latitude do local da instalação + 10°. Isso não quer dizer que o sistema simplesmente não funcionará se essas condições não forem obedecidas.

Quer dizer que o rendimento será menor, mas esse efeito pode ser compensado com o aumento da área de coletores.

No caso da inclinação é importante não confundir a inclinação em graus o com a declividade em percentual. Uma inclinação de 30 é bem diferente de uma declividade de 30%.

## Uso do Inclinômetro

Para facilitar a medição do ângulo, use um inclinômetro conforme o modelo sugerido ao lado.



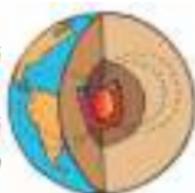
## Uso da Bússola

É importante lembrar que a orientação do norte magnético obtido pelas bússolas é diferente da orientação do norte geográfico ou norte verdadeiro. Essa diferença é chamada de declinação magnética.

### Utilizando a Bússola Corretamente

A terra possui um campo magnético com orientação Norte Sul semelhante a um ímã gigante, mas sua intensidade e direção variam em função da localização e altitude.

Por isso, ao utilizarmos uma bússola, ela estará indicando o Norte Magnético e não o Norte Geográfico. Este desvio, chamado Declinação Magnética, está apresentado na tabela a seguir para cada região do Brasil.



1. Posicione a bússola na horizontal e certifique-se que não haja influência de materiais metálicos, telefones celulares, carros etc.

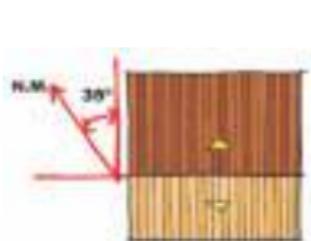
2. Gire a caixa da bússola de forma a posicionar o Norte da coroa (N) com a ponta vermelha da agulha. Este é o Norte Magnético.

3. Gire novamente a coroa, com o valor selecionado na tabela, no sentido horário. O Norte indicado pela caixa agora é o Norte Geográfico.

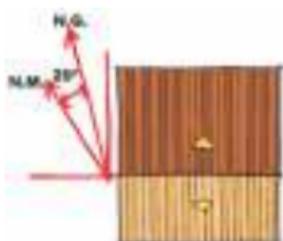
## Tabela de Declinação Magnética

Região	Declinação Magnética Média
Norte	-10°
Nordeste	-22°
Centro-Oeste	-16°
Sudeste	-20°
Sul	-14°

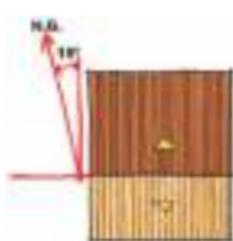
Veja o exemplo abaixo



A bússola indica o Norte Magnético à 35° do telhado da casa.



Como estamos na região Sudeste, o N.G. possui um desvio de 20° no sentido horário do N.M.

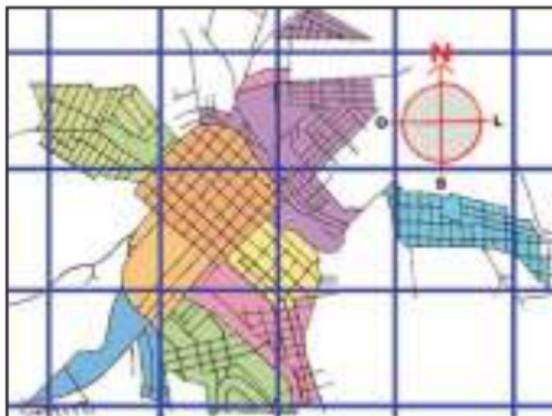


Desta forma o telhado possui uma orientação de 15° a leste do Norte Geográfico.

## Encontrando o Norte Geográfico em Mapas e Plantas

Os mapas e desenhos de arquitetura geralmente trazem a indicação do Norte Magnético ou Geográfico. Por isso, é importante avaliar qual é o Norte representado em planta. Se for o Norte Magnético, basta corrigir sua orientação com a tabela apresentada de declinação magnética.

Veja abaixo alguns exemplos de mapas:



Mapa de Situação de uma Cidade ou Região



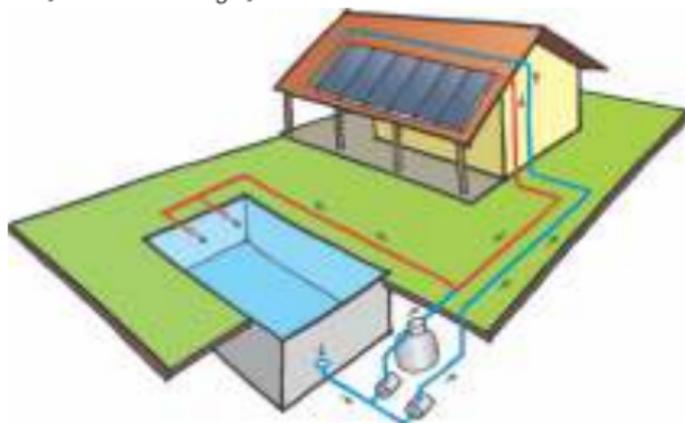
Mapa de Localização de um Lote Residencial

## Aquecimento Solar de Piscinas

Aquecer uma piscina, ou melhor, mantê-la aquecida, é uma tarefa que requer muita energia, seja ela solar, elétrica ou de algum combustível. Por isso, antes mesmo de pensar em aquecer, é preciso lembrar que uma capa térmica ajudará a economizar muito. Seu custo é pequeno em relação ao sistema.



Um sistema básico de aquecimento Solar para Piscina consiste de uma moto bomba independente para circulação da água nos Coletores, um Controlador Digital de Temperatura (CDT Max/CDTi), Coletores Solares e Tubulação de Interligação.



## Preparando a Residência para o Aquecedor Solar de Piscina

*O sistema pode ser instalado em piscinas e casas prontas, mas é muito mais fácil se ficar tudo previsto ainda na construção.*

*O primeiro passo é lembrar que será necessário um espaço extra na casa de máquinas para a instalação da moto bomba e do painel de controle. E, neste caso, não custa lembrar: uma casa de máquinas garante uma vida mais longa para os equipamentos, inclusive o filtro e a moto bomba de filtragem. O espaço deve ser compatível com os trabalhos de manutenção e instalação dos equipamentos. Também é necessário um ponto de força na casa de máquinas para ligação elétrica do sistema.*

*O segundo passo diz respeito às tubulações de ligação entre a moto bomba e os coletores. Como na maioria dos casos o sistema ficará no telhado, é bom deixar os tubos já embutidos. Serão necessários uma tubulação para alimentação dos Coletores Solares, uma para retorno dos Coletores para piscina e um eletroduto para o sensor de temperatura do CDT Max/CDTi.*

*A tabela a seguir mostra os diâmetros mais comuns de acordo com a área da superfície da piscina.*

Área da Piscina	Diâmetro Mínimo Tubulação
até 16 m <sup>2</sup>	22 mm (3/4")
16 – 32 m <sup>2</sup>	28 mm (1")
32 – 60 m <sup>2</sup>	35 mm (1 ¼")
60 – 72 m <sup>2</sup>	42 mm (1 ½")

*Existem formas de operar o sistema com tubulações de PVC, mas o mais garantido é fazer a instalação com tubulações que suportem água quente, como cobre, CPVC ou PPR.*

*Os coletores necessitam de uma área ensolarada e quanto mais direcionados para o norte geográfico, melhor.*

*A área de coletores varia de cerca de 0,7 a 1,3 vezes a área da piscina.*

*Essa variação decorre do uso ou não da piscina nos meses mais frios, como junho, e do local e condições da instalação.*

*Um eletroduto de ½" normalmente é suficiente para a passagem dos sensores.*

*Se a piscina ainda estiver por construir, o ideal é fazer todo o circuito hidráulico independente da filtragem. Assim, o melhor é ter saída e retorno na piscina independentes, exclusivos para o sistema solar.*

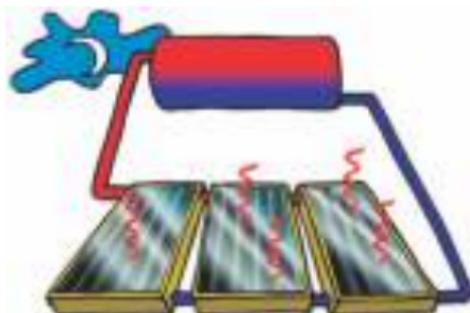
*Muitos projetistas preferem fazer o retorno da água morna, vinda dos coletores, na parte mais baixa, a cerca de 30 a 40 cm do fundo. Isso ajuda*

*a misturar a água na piscina, evitando que a parte de cima fique muito mais quente que a parte de baixo da piscina.*

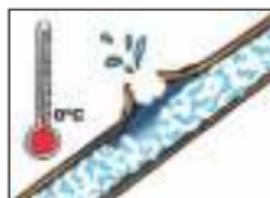
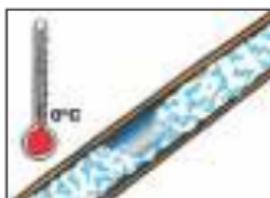
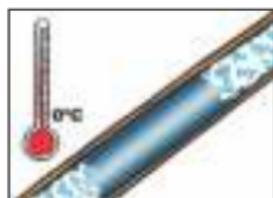
## Acessórios Importantes

### Válvula Anticongelamento - VAC

Em regiões frias como no sul do Brasil e algumas regiões do Estado de São Paulo, o inverno rigoroso pode danificar os coletores solares quando a água no seu interior se congela e causa o rompimento da tubulação



Esse fenômeno ocorre em noites frias e sem nuvens quando o coletor solar perde calor para o espaço fazendo com que a água no seu interior atinja temperaturas inferiores a zero.



Quando a temperatura da água dentro do coletor cai, ocorre formação de gelo em pontos diferentes.

À medida que os cristais de gelo crescem, eles comprimem a água e a parede do tubo.

Como a pressão é muito alta, o tubo se rompe danificando o coletor solar.

A SOLETROL desenvolveu modelos de Válvulas Anticongelamento usadas em aquecedores solares com aquecimento direto para evitar que os coletores sejam danificados nestas ocasiões



VAC - Convencional  
Joga fora a água gelada



VAB - Bombada  
Circula a água sem desperdícios



VAM - Joga fora a água gelada sem o uso de energia elétrica.



**SOLETROL**<sup>®</sup>  
AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA

*Esta válvula funciona com um sensor que detecta a temperatura da água no interior do coletor solar e permite que ela seja movimentada quando a temperatura atinge valores próximos de zero.*

*Desta forma a água no interior do reservatório (mais quente) desce até o coletor. Esse processo é intermitente enquanto houver risco de congelamento.*

## **Registro Misturador Solar**

### **Troca de Chuveiro Elétrico sem Quebra de Parede e Azulejos**

*Os Registros Misturadores Solares Soletrol foram desenvolvidos para possibilitar a substituição de chuveiros e torneiras elétricas por um aquecedor solar de água e a implantação da rede de água quente nos locais de banho e cozinha em residências prontas, sem quebrar paredes e azulejos não sendo necessária a construção de uma rede específica para água quente embutida na parede.*



*Registro Misturador Solar  
para Chuveiros*

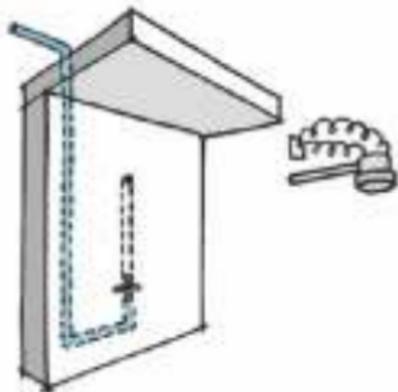


*Registro Misturador Solar  
para Cozinha*

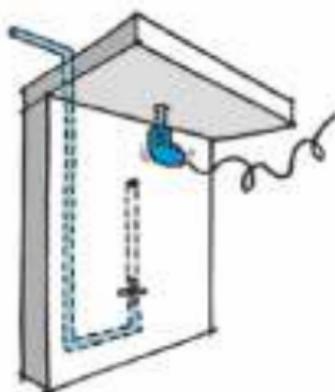


## Registro Misturador para Duchas

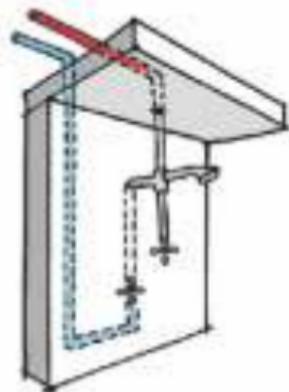
### Instalação Passo-a-Passo



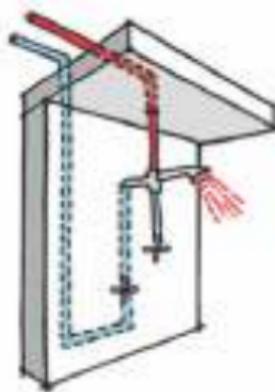
1. Desligar a energia que alimenta o chuveiro elétrico no disjuntor. Em seguida, desconectar os fios e desrosquear o chuveiro.



2. Com uma furadeira e uma broca adequada, se executa um furo na laje para passagem da hidráulica de água quente.



3. Rosquear o misturador solar Soletrol junto ao local do chuveiro e instalar com uma ducha ou chuveiro desligado.

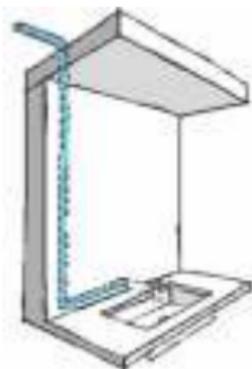


3. Agora o comando de abertura de água fria passa a ser o registro de pressão original do chuveiro elétrico e o comando de abertura da água quente a haste que equipa o misturador.

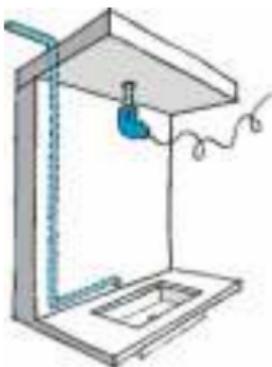


## Registro Misturador para Cozinha

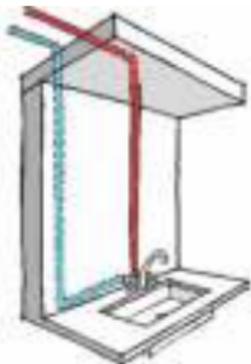
### Instalação Passo-a-Passo



*Retire a torneira da pia e instale o misturador para marcar o ponto a ser furado na laje com a ajuda.*



*Faça um furo no local indicado com broca de 19mm.*



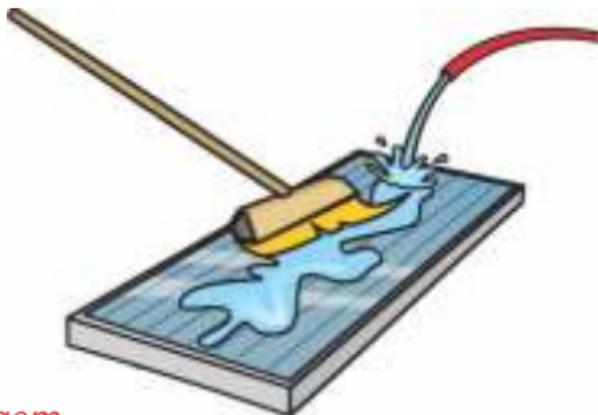
*Instale o tubo de cobre de 15mm por dentro do tubo de acabamento cromado e rosqueie o conector no misturador.*



## Manutenção Preventiva

### Lavagem dos Vidros

Os vidros do coletor solar devem ser lavados com água, vassoura de pelo macio e sabão neutro sempre que observar que os mesmos estejam com muita poeira ou fuligem. Este procedimento deve ser realizado pela manhã ou à tarde para evitar que os vidros quebrem por choque térmico e ao menos uma vez por ano em período que antecede o inverno.



### Drenagem

É conveniente a cada 6 meses efetuar uma drenagem da água do sistema para eliminar possíveis impurezas que possam acumular na parte inferior do reservatório térmico e dos coletores solares.

## Manutenção Corretiva

### Vidros Quebrados

Em caso de quebra de algum vidro, sua substituição é necessária. Para fazê-la, corte com uma lâmina o silicone que faz a vedação e solte as cantoneiras plásticas de uma lateral menor do coletor. Após recolocar o vidro, encaixe as cantoneiras de volta e vede novamente com borracha de silicone.

## Universidade do Sol



*A Universidade do Sol - Fundação "Augusto Mazzon" tem o objetivo de disseminar a tecnologia do aquecimento solar de água através da capacitação profissional, publicações específicas, treinamento, pesquisas, desenvolvimento da tecnologia e organização de eventos.*

*Venha Aprender com a Gente!*



UNIVERSIDADE DO SOL  
FUNDAÇÃO AUGUSTO MAZZON

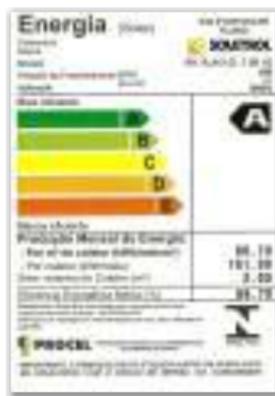
Fone/Fax 14 3841.1799  
[www.universidadedosol.org.br](http://www.universidadedosol.org.br)  
[cursos@universidadedosol.org.br](mailto:cursos@universidadedosol.org.br)



## Etiqueta INMETRO

Fique atento com as informações da etiqueta do INMETRO. Ao contrário do que muitos pensam, os dados da etiqueta não funcionam para o dimensionamento do sistema de aquecimento solar. Ela foi criada para que o consumidor possa comparar a eficiência de um determinado coletor com algum outro, seja ele do mesmo fabricante ou não. Por este motivo, para que fosse estabelecido uma forma de comparação direta, foram determinados uma série de parâmetros para os diversos testes de todos os coletores brasileiros. Entre as várias condições padrão, existe uma que diz respeito ao nível médio de radiação e que foi determinada como sendo a média para o mês de setembro em Belo Horizonte/MG. Fica claro que não existe como usarmos o valor de produção média de energia para um sistema a ser instalado em São Paulo ou Brasília por exemplo. Quando dois coletores forem comparados, é importante aferir os valores de eficiência energética percentual e as respectivas letras de classificação. Se for computado o valor absoluto da produção de energia, fica claro que a área dos coletores também deve ser levada em consideração pois os coletores maiores tendem a ter uma maior capacidade de produção de energia. Vale ainda salientar que no caso dos coletores solares, os testes são realizados sob regime de circulação ativa (bomba) em circuito aberto, não sendo portanto possível a extrapolação dos dados para funcionamento em termossifão, para o qual o laboratório que realiza testes para o INMETRO não possui ainda dados conclusivos. Por outro lado, a Soletrol é a única empresa nas Américas a possuir um Centro Tecnológico, onde seus produtos são testados antes de serem encaminhados aos testes do INMETRO.

Nesse Centro Tecnológico, a Soletrol é pioneira na realização de testes em sistemas instalados por termossifão, situação que ocorre desde a sua inauguração em 1998.



# Tabelas

## Introdução

A seguir são apresentadas diversas tabelas de conversões e medidas, em ordem alfabética, que são úteis no dia-a-dia dos profissionais da construção civil e também dos técnicos especializados em aquecimento solar.

## Índice das Tabelas

Conversão de Unidades - Comprimento.....	39
Energia.....	40
Fatores de Multiplicação de Unidades.....	41
Funções Trigonômétricas.....	42/43
Inclinação - Declividade.....	44
Polegadas - Milímetros.....	45
Potência.....	46
Pressão.....	47
Relações Trigonômétricas no Triângulo Retângulo.....	48
Tabelas de Funções Trigonômétricas Inversa.....	49/50
Tabelas de Latitude.....	51/52/53/54
Temperatura.....	55
Vazão Volumétrica.....	56
Volume.....	57

## Isométricas de Instalação

Isométrica de Instalação em Desnível.....	58
Isométrica de Instalação em Nível.....	59
Isométrica de Instalação em Nível e Nível.....	60
Faces dos telhados para coletores - Indicação de Instalação.....	61/62/63

## Conversão de Unidades Comprimento

Para ter	Multiplique	Por
polegada	pés	12
polegada	mm	0,003937
polegada	cm	0,393700
polegada	m	39,37008
pés	mm	0,003281
pés	cm	0,288084
pés	m	3,280840
pés	polegada	0,083333
mm	cm	100
mm	m	1000
mm	polegada	25,4
mm	pés	304,8
cm	mm	0,01
cm	m	100
cm	polegada	2,54
cm	pés	30,48
m	mm	0,001
m	cm	0,01
m	polegada	0,0254
m	pés	0,3048

Abreviações em inglês:

polegada = in;

pés= ft;

## Energia

Para ter	Multiplique	Por
kcal	kJ	0,2389
kcal	BTU	0,252
kcal	kWh	859,8
kWh	kJ	0,000278
kWh	BTU	0,000293
kWh	kcal	0,001163
kJ	BTU	1,055
kJ	kcal	4,1868
kJ	kWh	3,600
BTU	kcal	3,97
BTU	kWh	3,412
BTU	kJ	0,9479

BTU = British Thermal Unit



*Temp Shower*  
*Termômetro Digital para Duchas Soletrol*

## Fatores de Multiplicação de Unidades

Prefixo	Símbolo	Fator de Multiplicação
Giga	G	$10^9 = 1\ 000\ 000\ 000$
Mega	M	$10^6 = 1\ 000\ 000$
kilo	k	$10^3 = 1\ 000$
hecto	h	$10^2 = 100$
centi	c	$10^{-2} = 0,01$
mili	m	$10^{-3} = 0,001$
micro	μ	$10^{-6} = 0,000\ 001$
nano	n	$10^{-9} = 0,000\ 000\ 001$

### Exemplos:

$1\ mm = 0,001\ m$

$1\ kcal = 1.000\ cal$

$1\ GWh = 1.000.000.000\ Wh$



*Ducha Solar de Piscina Soletrol*

## Funções Trigonométricas

Ângulo (Graus)	Senó	Cosseno	Tangente
0	0,000	1,000	0,000
2	0,035	0,999	0,035
4	0,070	0,998	0,070
6	0,105	0,995	0,105
8	0,139	0,990	0,141
10	0,174	0,985	0,176
12	0,208	0,978	0,213
14	0,242	0,970	0,249
16	0,276	0,961	0,287
18	0,309	0,951	0,325
20	0,342	0,940	0,364
22	0,375	0,927	0,404
24	0,407	0,914	0,445
26	0,438	0,899	0,488
28	0,469	0,883	0,532
30	0,500	0,866	0,577
32	0,530	0,848	0,625
34	0,559	0,829	0,675
36	0,588	0,809	0,727
38	0,616	0,788	0,781
40	0,643	0,766	0,839
42	0,669	0,743	0,900
45	0,707	0,707	1,000



## Funções Trigonométricas

Ângulo (graus)	Senos	Cossenos	Tangente
46	0,719	0,695	1,036
48	0,743	0,669	1,111
50	0,766	0,643	1,192
52	0,788	0,616	1,280
54	0,809	0,588	1,376
56	0,829	0,559	1,483
58	0,848	0,530	1,600
60	0,866	0,500	1,732
62	0,883	0,469	1,881
64	0,899	0,438	2,050
66	0,914	0,407	2,246
68	0,927	0,375	2,475
70	0,940	0,342	2,748
72	0,951	0,309	3,078
74	0,961	0,276	3,487
76	0,970	0,242	4,011
78	0,978	0,208	4,705
80	0,985	0,174	5,671
82	0,990	0,139	7,116
84	0,995	0,105	9,515
86	0,998	0,070	14,301
88	0,999	0,035	28,639
90	1,000	0,000	-

## Inclinação - Declividade

Graus ↔ %		% ↔ Graus	
Graus	%	%	Graus
1	2	5	3
3	5	10	6
5	9	15	9
7	12	20	11
10	18	25	14
12	21	30	17
15	27	35	19
18	32	40	22
20	36	45	24
22	40	50	27
24	45	55	29
26	49	60	31
28	53	65	33
30	58	70	35
32	62	75	37
34	67	80	39
36	73	85	40
38	78	90	42
40	84	95	44
42	90	100	45
44	97	105	46
45	100	110	48

Coletor Solar Soletrol - Instalação Residencial



## Polegadas - Milímetros

Polegadas	Milímetros	Polegadas	Milímetros
1/64	0.3969	1 9/16	39.6875
1/32	0.7938	1 5/8	41.2750
1/16	1.5875	1 11/16	42.8625
3/32	2.3813	1 3/4	44.4500
1/8	3.1750	1 13/16	46.0375
5/32	3.9688	1 7/8	47.6250
3/16	4.7625	1 15/16	49.2125
7/32	5.5563	2	50.8000
1/4	6.3500	2 1/16	52.3875
9/32	7.1438	2 1/8	53.9750
5/16	7.9375	2 3/16	55.5625
11/32	8.7313	2 1/4	57.1500
3/8	9.5250	2 5/16	58.7375
13/32	10.3188	2 3/8	60.3250
7/16	11.1125	2 7/16	61.9125
15/32	11.9063	2 1/2	63.5000
1/2	12.7000	2 9/16	65.0875
9/16	14.2875	2 5/8	66.6750
5/8	15.8750	2 11/16	68.2625
11/16	17.4625	2 3/4	69.8500
3/4	19.0500	2 13/16	71.4375
13/16	20.6375	2 7/8	73.0250
7/8	22.2250	2 15/16	74.6125
15/16	23.8125	3	76.2000
1	25.4000	3 1/16	77.7875
1 1/16	26.9875	3 1/8	79.3750
1 1/8	28.5750	3 3/16	80.9625
1 3/16	30.1625	3 1/4	82.5500
1 1/4	31.7500	3 5/16	84.1375
1 5/16	33.3375	3 3/8	85.7250
1 3/8	34.9250	3 7/16	87.3125
1 7/16	36.5125	3 1/2	88.9000
1 1/2	38.1000	3 9/16	90.4875

## Potência

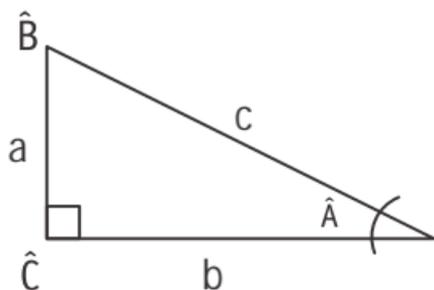
Para ter	Multiplique	Por
W	CV	735,5
W	HP	746,0
W	kcal/h	1,16278
W	BTU/h	0,29288
CV	HP	1,014
CV	kcal/h	0,00158
CV	BTU/h	0,000398
CV	W	0,001360
HP	kcal/h	0,001559
HP	BTU/h	0,000393
HP	W	0,00134
HP	CV	0,98592
kcal/h	BTU/h	0.2520
kcal/h	W	0,860
kcal/h	CV	632,91
kcal/h	HP	641,44
BTU/h	W	3,4144
BTU/h	CV	2512,6
BTU/h	HP	2547,2
BTU/h	kcal/h	3,9683



## Pressão

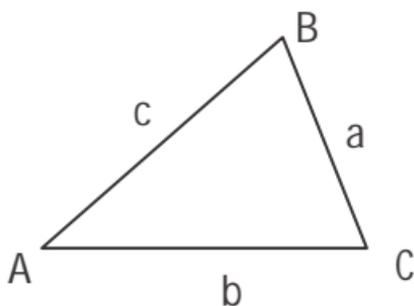
Para ter	Multiplique	Por
kPa	mca	9,807
kPa	kgf/cm <sup>2</sup>	98,07
kPa	bar	100
kPa	psi	6,895
mca	kgf/cm <sup>2</sup>	10
mca	bar	10,197
mca	psi	0,7031
mca	kPa	0,10197
kgf/cm <sup>2</sup>	bar	1,0197
kgf/cm <sup>2</sup>	psi	0,07031
kgf/cm <sup>2</sup>	kPa	0,010197
kgf/cm <sup>2</sup>	mca	0,1
bar	psi	0,06895
bar	kPa	0,01
bar	mca	0,09807
bar	kgf/cm <sup>2</sup>	0,9807
psi	kPa	0,145038
psi	mca	1,42233
psi	kgf/cm <sup>2</sup>	14,2233
psi	bar	14,5038

## Relações Trigonômétricas no Triângulo Retângulo



Função	Valor
Tangente $\hat{A}$	$a/b$
Senos $\hat{A}$	$a/c$
Cossenos $\hat{A}$	$b/c$
Teorema de Pitágoras	
$a^2 = b^2 + c^2$	

## Lei dos Senos e Cossenos para um Triângulo Qualquer



Lei dos Cossenos
$a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \hat{A}$
$b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos \hat{B}$
$c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos \hat{A}$
Lei dos Senos
$\frac{a}{\sin \hat{A}} = \frac{b}{\sin \hat{B}} = \frac{c}{\sin \hat{C}}$

## Tabela de Funções Trigonômicas Inversas

Valor	Arco Seno	Arco Cosseno	Arco Tangente
0	0,00	90,00	0,00
0,02	1,15	88,85	1,15
0,04	2,29	87,71	2,29
0,06	3,44	86,56	3,43
0,08	4,59	85,41	4,57
0,1	5,74	84,26	5,71
0,12	6,89	83,11	6,84
0,14	8,05	81,95	7,97
0,16	9,21	80,79	9,09
0,18	10,37	79,63	10,20
0,2	11,54	78,46	11,31
0,22	12,71	77,29	12,41
0,24	13,89	76,11	13,50
0,26	15,07	74,93	14,57
0,28	16,26	73,74	15,64
0,3	17,46	72,54	16,70
0,32	18,66	71,34	17,74
0,34	19,88	70,12	18,78
0,36	21,10	68,90	19,80
0,38	22,33	67,67	20,81
0,4	23,58	66,42	21,80
0,42	24,83	65,17	22,78
0,44	26,10	63,90	23,75
0,46	27,39	62,61	24,70
0,48	28,69	61,31	25,64

## Tabela de Funções Trigonômicas Inversas

Valor	Arco Seno	Arco Cosseno	Arco Tangente
0,5	30,00	60,00	26,57
0,52	31,33	58,67	27,47
0,54	32,68	57,32	28,37
0,56	34,06	55,94	29,25
0,58	35,45	54,55	30,11
0,6	36,87	53,13	30,96
0,62	38,32	51,68	31,80
0,64	39,79	50,21	32,62
0,66	41,30	48,70	33,42
0,68	42,84	47,16	34,22
0,7	44,43	45,57	34,99
0,72	46,05	43,95	35,75
0,74	47,73	42,27	36,50
0,76	49,46	40,54	37,23
0,78	51,26	38,74	37,95
0,8	53,13	36,87	38,66
0,82	55,08	34,92	39,35
0,84	57,14	32,86	40,03
0,86	59,32	30,68	40,70
0,88	61,64	28,36	41,35
0,9	64,16	25,84	41,99
0,92	66,93	23,07	42,61
0,94	70,05	19,95	43,23
0,96	73,74	16,26	43,83
0,98	78,52	11,48	44,42
1	90,00	0,00	45,00



## Tabela de Latitudes

Estado	Cidades	Latitude
Acre	Cruzeiro do Sul	7,64
	Rio Branco	9,98
	Tarauacá	8,15
Alagoas	Maceió	9,68
	Palmeiras dos Índios	9,99
	Porto das Pedras	9,16
Amapá	Macapá	0,04
	Oiapoque	3,83
	Lourenço	2,50
Amazonas	Barcelos	0,96
	Manaus	3,17
	Parintins	2,62
Bahia	Ilhéus	14,78
	Paulo Afonso	9,33
	Salvador	12,96
	Vitória da Conquista	14,86
Ceará	Fortaleza	3,73
	Juazeiro do Norte	7,20
	Sobral	3,66
Distrito Federal	Brasília	15,73
Espírito Santo	Alegre	20,76
	Aracruz	19,81
	Vitória	19,90
Goiás	Goiânia	16,70
	Posse	14,09
	Rio Verde	17,79

## Tabela de Latitudes

Estado	Cidades	Latitude
Minas Gerais	Belo Horizonte	19,90
	Diamantina	18,23
	Governador Valadares	18,85
	Juiz de Fora	21,98
Maranhão	Balsas	7,52
	Imperatriz	5,54
	São Luiz	2,55
Mato Grosso	Aragarças	15,89
	Cáceres	16,06
	Cuiabá	15,60
Mato Grosso do Sul	Campo Grande	20,48
	Corumbá	19,00
	Três Lagoas	20,79
Pará	Altamira	3,20
	Belém	1,45
	Santarém	2,43
Paraíba	Campina Grande	7,22
	João Pessoa	7,12
	Triunfo	7,84
Paraná	Curitiba	25,44
	Foz do Iguaçu	25,54
	Londrina	23,30
	Maringá	23,38
Pernambuco	Caruaru	8,27
	Petrolina	9,40
	Recife	8,06

## Tabela de Latitudes

Estado	Cidades	Latitude
Piauí	Bom Jesus	9,06
	Parnaíba	2,91
	Teresina	5,09
Rio de Janeiro	Campos	21,73
	Petrópolis	22,48
	Resende	22,47
	Rio de Janeiro	22,91
Rio Grande do Norte	Angicos	5,65
	Moçoró	5,19
	Natal	5,80
Rio Grande do Sul	Caxias do Sul	29,18
	Passo Fundo	28,26
	Porto Alegre	30,04
Roraima	Boa Vista	3,17 norte
	São Benedito	0,45
	Pajé	4,55 norte
Rondônia	Porto Velho	8,77
	Primavera de Rondônia	11,00
	Ji-Paraná	10,70
São Paulo	Bauru	22,33
	Campinas	22,90
	Presidente Prudente	22,13
	Ribeirão Preto	21,17
	São Manuel	22,73
	São Paulo	23,55
	Santos	23,95

## Tabela de Latitudes

Estado	Cidades	Latitude
Santa Catarina	Blumenau	26,92
	Chapecó	27,10
	Florianópolis	27,58
	São Joaquim	28,30
Sergipe	Aracaju	10,90
	Itabaianinha	11,27
	Propriá	10,13
Tocantins	Palmas	10,10
	Porto Nacional	10,71
	Taguatinga	12,41



Sistema Compacto - Solarmax 200 litros Soletrol

## Temperatura

$^{\circ}\text{C}$  = graus Celsius

$\text{K}$  = graus Kelvin

$^{\circ}\text{F}$  = graus Fahrenheit

$^{\circ}\text{C} = \text{K} - 273,15$	$\text{K} = ^{\circ}\text{C} + 273,15$
$^{\circ}\text{C} = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$	$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} (^{\circ}\text{C} - 32)$

$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{C}$
32,0	0,0	82,0	27,8	130,0	54,4
34,0	1,1	84,0	28,9	132,0	55,6
36,0	2,2	86,0	30,0	134,0	56,7
38,0	3,3	88,0	31,1	136,0	57,8
40,0	4,4	90,0	32,2	138,0	58,9
42,0	5,6	92,0	33,3	140,0	60,0
44,0	6,7	94,0	34,4	142,0	61,1
46,0	7,8	96,0	35,6	144,0	62,2
48,0	8,9	98,0	36,7	146,0	63,3
50,0	10,0	100,0	37,8	148,0	64,4
52,0	11,1	102,0	38,9	144,0	62,2
54,0	12,2	104,0	40,0	150,0	65,6
56,0	13,3	106,0	41,1	152,0	66,7
58,0	14,4	108,0	42,2	154,0	67,8
60,0	15,6	110,0	43,3	156,0	68,9
62,0	16,7	112,0	44,4	158,0	70,0
64,0	17,8	114,0	45,6	160,0	71,1
66,0	18,9	114,0	45,6	162,0	72,2
68,0	20,0	116,0	46,7	164,0	73,3
70,0	21,1	118,0	47,8	166,0	74,4
72,0	22,2	120,0	48,9	168,0	75,6
74,0	23,3	122,0	50,0	170,0	76,7
76,0	24,4	124,0	51,1	172,0	77,8
78,0	25,6	126,0	52,2	174,0	78,9
80,0	26,7	128,0	53,3	176,0	80,0

## Vazão Volumétrica

Para ter	Multiplique	Por
litros/s	$m^3/s$	1000
litros/s	$m^3/h$	0,27778
litros/s	litros/min	0,01667
litros/s	galões/min	0,06309
$m^3/s$	$m^3/h$	0,0002778
$m^3/s$	litros/min	0,0000167
$m^3/s$	galões/min	0,0000631
$m^3/s$	litros/s	0,001
$m^3/h$	litros/m	0,06
$m^3/h$	galões/min	0,22712
$m^3/h$	litros/s	3,6
$m^3/h$	$m^3/s$	3600
litros/m	galões/min	3,7854
litros/m	litros/s	60
litros/m	$m^3/s$	60000
litros/m	$m^3/h$	16,667
galões <sup>1</sup> /min	litros/s	15,85032
galões/min	$m^3/s$	15850,32
galões/min	$m^3/h$	4,40287
galões/min	litros/min	0,26417



## Volume

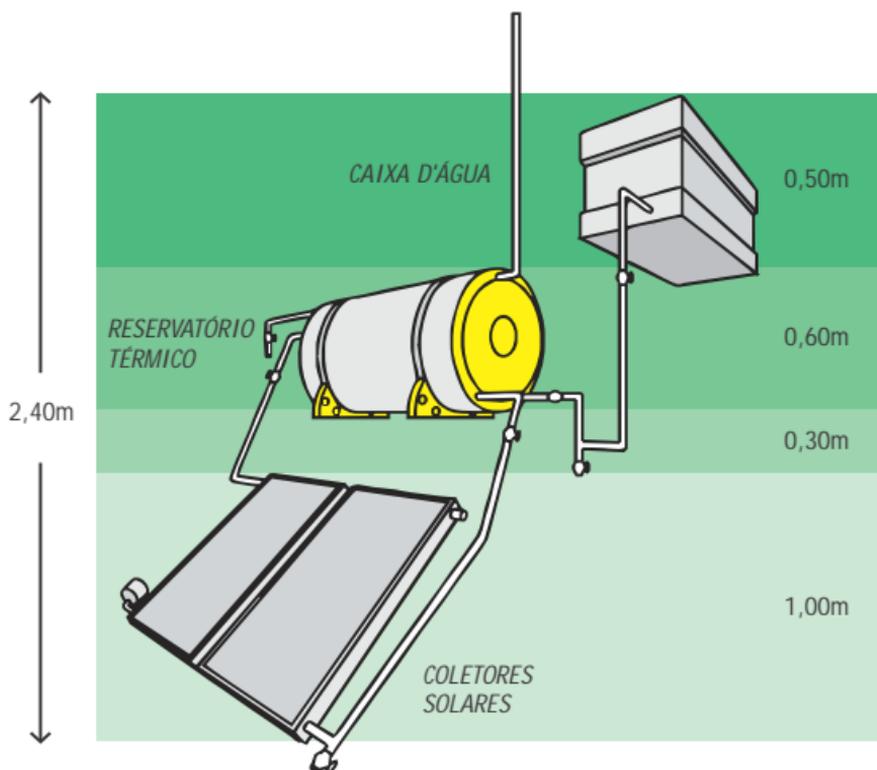
Para ter	Multiplique	Por
litros	$m^3$	1000
litros	cc	0,001
litros	galões	3,7854
$m^3$	cc	0,000001
$m^3$	galões	0,003785
$m^3$	litros	0,001
cc	galões	3785,41
cc	litros	1000
cc	$m^3$	1000000
galões	litros	0,2641721
galões	$m^3$	264,172
galões	cc	0,0002642



*Reservatório Térmico Soletrol para Grandes Volumes*

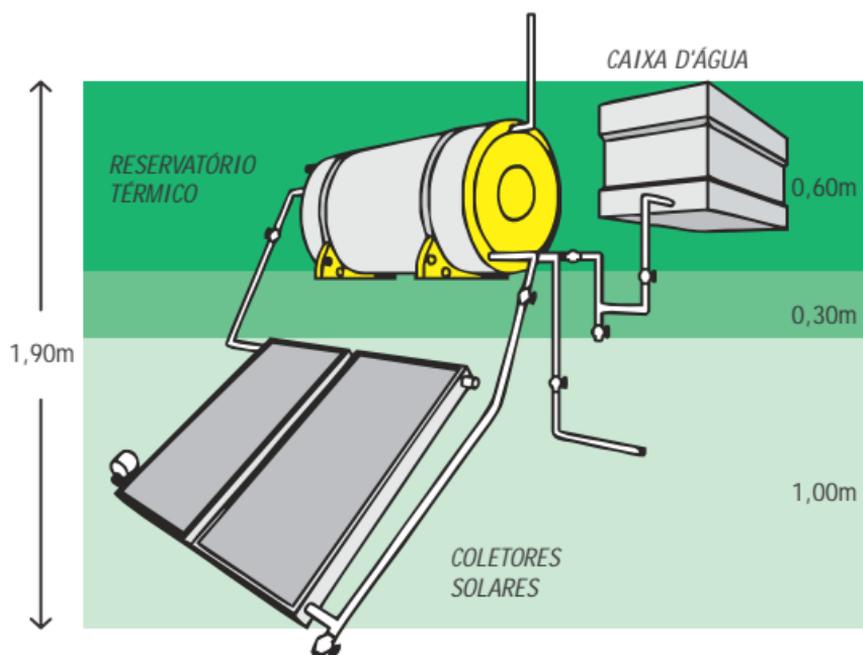
### Aquecedor Solar Soletrol com Reservatório Térmico em Desnível

Todos os modelos de reservatórios térmicos da Soletrol admitem a instalação em desnível, com exceção do reservatório em termoplástico, que obrigatoriamente deve ser em nível com a caixa d'água. Como já mencionado anteriormente, apenas a pressão de trabalho máxima deve ser respeitada além da distância máxima de 5 metros até os coletores solares. Note que nestas situações o comprimento e o desnível do telhado precisam estar adequados as medidas indicadas nos desenhos.



## Aquecedor Solar Soletrol com Reservatório Térmico de Nível

Os reservatórios térmicos Soletrol Max ou o Superboiler de nível da Soletrol, permitem a instalação em desnível ou em nível com a caixa d'água, o que pode possibilitar um ganho significativo nos desníveis totais necessários para a instalação do aquecedor solar. A distância até os coletores solares não deve ultrapassar os 5 metros.

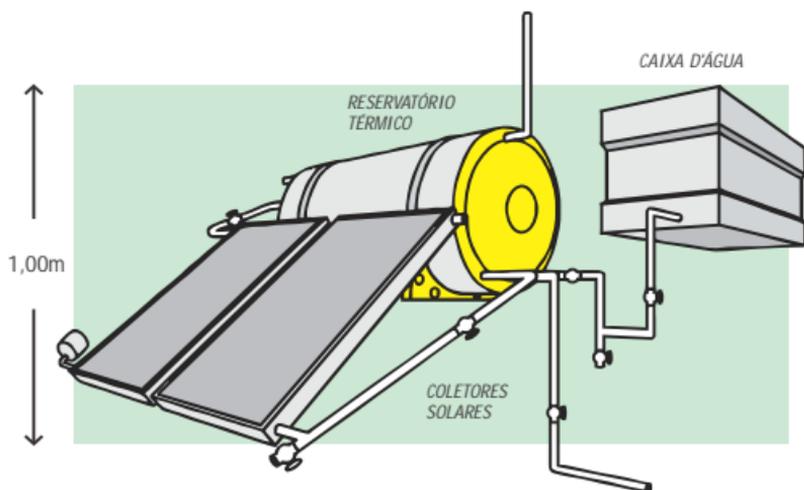


## Aquecedor Solar Soletrol com Reservatório Térmico de Nível e Nível

Os reservatórios térmicos Soletrol Max Nível e Nível, além da instalação em desnível ou em nível com a caixa d'água, permitem ainda a versátil possibilidade de instalação em nível com os coletores solares. Para este modelo de reservatório térmico, basta que a conexão de retorno esteja 15cm acima do topo dos coletores solares. Já a distância até os coletores solares é limitada em 3 metros.

### Importante

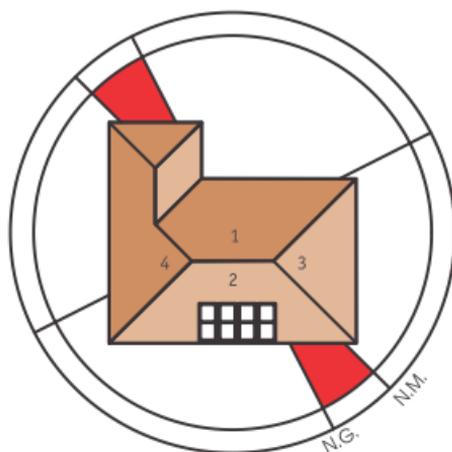
Caso o reservatório não seja do tipo nível e nível e a instalação requiera este tipo de recurso, a Soletrol disponibiliza a VDN - "Válvula de Desnível Negativo", um acessório opcional que viabiliza a instalação do reservatório térmico em nível com os coletores solares a exemplo do esquema abaixo.



## Face do Telhado para os Coletores

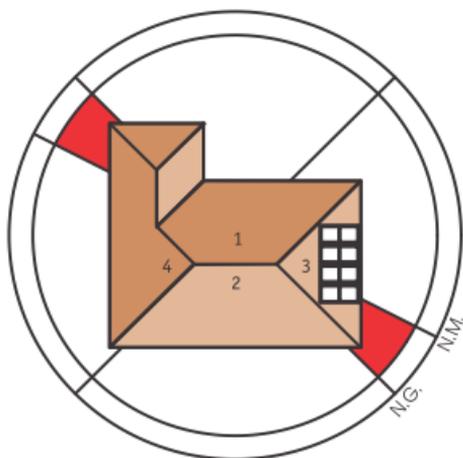
### Situação 1

No caso a instalação dos coletores deve ser no plano nº 02 do telhado, uma vez que o Norte Geográfico fica cerca de 20° (SP) à direita do Norte Magnético.



### Situação 2

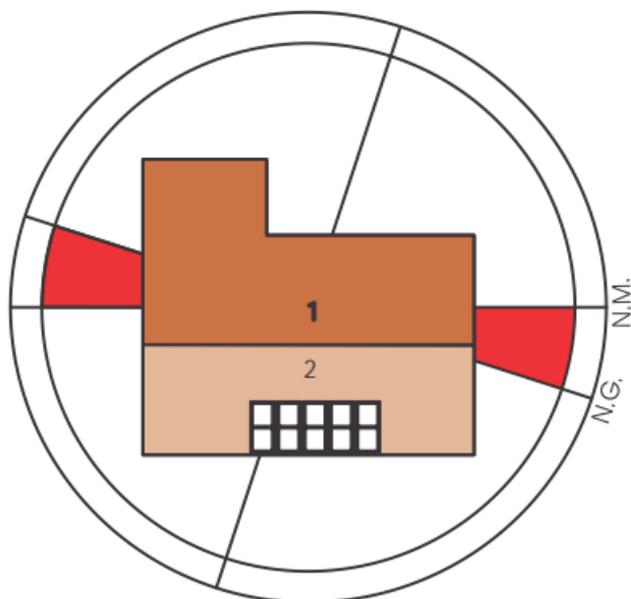
Os telhados 2 e 3 estão com o mesmo desvio (30°), portanto é melhor instalar os coletores no plano nº 03 que está orientado para o poente.



## Face do Telhado para os Coletores

### Situação 3

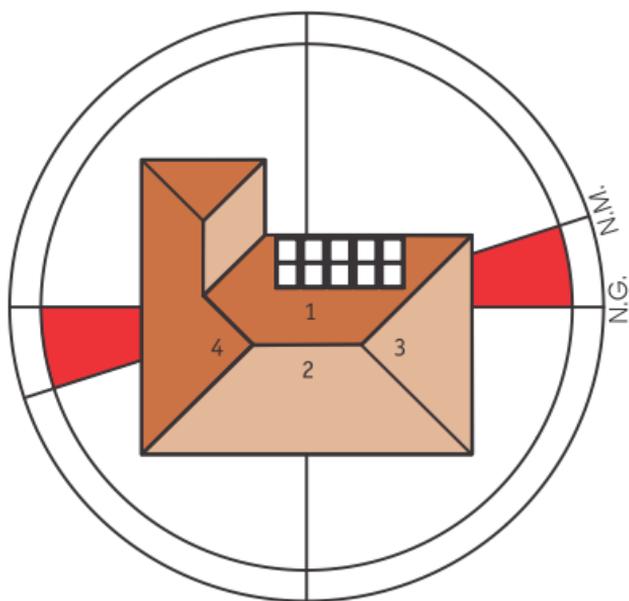
*Se o telhado for do tipo duas águas e o Norte Magnético estiver no sentido da cumeeira, é preferível instalar os coletores solares no nascente (plano nº 02). Neste caso, consulte o fabricante, pois dependendo das condições de instalação e da região onde o produto está sendo instalado, poderá ser necessário a instalação de mais coletores solares para compensar o desvio do Norte Geográfico.*



## Face do Telhado para os Coletores

### Situação 4

Agora, se o Norte Geográfico estiver no sentido da cumeeira, é preferível instalar os coletores no poente (plano nº 01). Neste caso, também consulte o fabricante, pois dependendo das condições de instalação e da região onde o produto está sendo instalado, também poderá ser necessário a instalação de mais coletores solares para compensar o desvio do Norte Geográfico.



### Importante

Não instalar os coletores solares com desvio de mais de 30° do Norte Geográfico sem consultar o seu representante.





Fábrica da Soletrol, Centro Tecnológico e Nacional de Treinamento "Praça do Sol", o único do mundo em aquecimento solar, que também abriga a Universidade do Sol.

O complexo está localizado na Rodovia Marechal Rondon, km274, em área própria de 50.000m, no centro rodoviário do Estado de São Paulo, na cidade de São Manuel.

Fundada em 1981, é a maior estrutura empresarial desse setor nas Américas e uma das maiores do mundo, fornecendo produtos para as mais diversas aplicações e proporcionando grande economia de energia e preservação ambiental em muitos países.

A Soletrol é líder absoluta em aquecimento solar do Brasil, há mais de 30 anos, conta com mais de 600 colaboradores diretos e indiretos e possui a maior linha de aquecedores solares e acessórios do mundo.



**SOLETROL**<sup>®</sup>  
AQUECEDORES SOLARES DE ÁGUA



Vendas Brasil

0800 112274

Fábrica: Rodovia Marechal Rondon, Km 274  
São Manuel - SP - CEP 18650-000

[www.soletrol.com.br](http://www.soletrol.com.br)