

Sistema de Aquecimento Solar de Água



Alexandre Bernardes Rosa

# Sistema de Aquecimento Solar de Água



**viena**

1ª Edição

Santa Cruz do Rio Pardo / S.P.

Editora Viena

2010

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Rosa, Alexandre Bernardes  
Sistema de aquecimento solar de água /  
Alexandre Bernardes Rosa. -- 1. ed. -- Santa  
Cruz do Rio Pardo, SP : Editora Viena, 2010. --  
(Coleção premium)

ISBN 978-85-371-0222-0

1. Aquecimento solar 2. Coletores solares  
3. Desenvolvimento sustentável 4. Energia termossolar  
5. Fontes energéticas renováveis 6. Meio ambiente  
I. Título. II. Série.

10-09583

CDD-621.472

Índices para catálogo sistemático:

1. Aquecedores solares : Tecnologia termossolar :  
Aspectos socioambientais 621.472

Copyright© 2010 - Viena Gráfica e Editora Ltda

Todos os direitos reservados pela VIENA GRÁFICA E EDITORA . LEI 9.610/98 e atualizações.

Nenhuma parte desta publicação poderá ser reproduzida ou transmitida, sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravações ou quaisquer outros.

Todas as marcas e imagens de hardware, software e outros, utilizados e/ou mencionados nesta obra, são propriedades de seus respectivos fabricantes e/ou criadores.

**Autor:** Alexandre Bernardes Rosa

**Revisão Ortográfica:** Graciele Alves de Mira

**Capa:** Luciana Mendonça

**Ilustrações:** Alexandre Bernardes Rosa

**Diagramador:** Rafael Uchida

**Revisão de Diagramação:** Camila Ceccatto da Silva, Karina de Oliveira

**Supervisão Editorial:** Karina de Oliveira

**ISBN:** 978-85-371-0222-0

1ª Edição - 03/2010 - SCR Pardo / SP

Impresso no Brasil

*Dedico este livro:*

*À minha mãe, pelo dom da vida e pelo apoio em todas as minhas decisões importantes na vida;*

*Ao meu pai, que está sempre me iluminando lá do céu, pelos exemplos de caráter;*

*À minha esposa, pelo amor dedicado e paciência por minhas noites em claro;*

*Ao meu irmão, pelos sempre valiosos conselhos e pelas orientações;*

*E aos meus avós, pelos exemplos de garra e coragem.*

**A.B.R.**



*Agradecimento*

*Agradeço imensamente a Deus por me permitir existir, por me permitir  
chamá-lo de Pai e pela oportunidade de poder escrever.*

*Agradeço à minha família, por me apoiar em todos os momentos, sempre  
acreditando em mim.*

*Agradeço à Editora Viena e à sua equipe, por acreditar no meu trabalho e  
pela oportunidade de publicá-lo.*

*Agradeço às empresas e instituições que acreditam e investem na educação  
e que contribuíram com conteúdo deste trabalho: Moretto Materiais para  
Construção e Procobre – Instituto Brasileiro do Cobre.*

*Agradeço a todos os mestres que passaram pela minha vida, que me  
encaminharam no saber e no ser.*

*E a todos que direta ou indiretamente colaboraram para essa obra.*

**A.B.R.**



# PREFÁCIO

O atual hábito de consumo desenfreado do mundo moderno tem sido o maior motivador pela busca de maior produção. Quanto mais um país produz, mais ele se desenvolve e cresce. Entretanto, esse desenvolvimento tem consequências devastadoras ao meio ambiente e, quanto mais desenvolvido o país, mais destruidor ele tem sido. Dentre inúmeros danos ambientais, muito se tem falado, principalmente, do aquecimento global, gerado pela energia consumida nas indústrias para alimentar os seus sistemas produtivos.

Assim, busca-se de maneira exaustiva por meios de crescimento sustentável, ou seja, o crescimento que possa ocorrer através da utilização de energias e recursos que possam ser repostos ou estejam disponíveis no meio ambiente. Desta forma, a energia solar aparece como uma grande aliada do crescimento sustentável, pois ela está disponível para o uso no meio ambiente, usemos ela ou não. E, a sua utilização para aquecimento de água reduz de maneira significativa o consumo de outras fontes de energia, que no Brasil, são extremamente malélicas ao meio ambiente.

Entretanto, há um déficit gritante de mão de obra qualificada para a aplicação dessa fonte de energia e, ainda que haja interesse em qualificação, há também o déficit literário que viabiliza essa qualificação.

Este livro vem preencher uma lacuna na literatura de aplicação dos sistemas de aquecimento solar de maneira efetivamente prática, pois a literatura disponível é apenas teórica, não atendendo à demanda de orientações práticas, ou é oriunda de fabricantes, sendo portanto focadas em seus produtos específicos.

Este livro é dedicado às orientações de aplicação dos sistemas de aquecimento solar residenciais, dirigido aos profissionais da construção civil, engenheiros e arquitetos, fabricantes e lojistas, estudantes e demais interessados em evoluir de maneira prática nos conhecimentos das aplicações da energia solar para aquecimento de água.

Inicialmente, nos capítulos 1,2 e 3, o livro aborda as ferramentas necessárias para a instalação dos sistemas de aquecimento solar de água e os diversos tipos de instalação. Esses dois temas são fundamentais para o alicerce do conhecimento a ser construído ao longo do livro.

No capítulo 4, há uma abordagem técnica, à luz da NBR 15.569: 2008, que trata do dimensionamento dos sistemas de aquecimento solar de água, com exemplo prático do cálculo de um sistema de aquecimento solar padrão que exemplifica a teoria do assunto.

Uma vez assimilados os conceitos de aplicações e dimensionamentos dos sistemas de aquecimento solar, nos capítulos 5, 6, 7 e 8, são apontados os detalhes da instalação propriamente dita dos sistemas de aquecimento solar, com uma abordagem muito simples e prática dessas instalações.

Finalizando, nos capítulos 9 e 10, o livro trata da manutenção do sistema de aquecimento solar já instalado e da entrega final dos serviços, com orientações importantes para a fidelização do cliente proprietário da obra.

Dessa forma, o livro atinge o seu objetivo inicial, de orientar de maneira prática e didática, todo o processo de instalação dos sistemas de aquecimento solar, proporcionando aos profissionais a qualificação que o mercado realmente almeja.

*Alexandre Bernardes Rosa*  
*Autor*

# SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS.....</b>	<b>13</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
1.1. O Mercado de Trabalho.....	18
1.2. O Profissional Atual .....	19
<b>2. FERRAMENTAS UTILIZADAS.....</b>	<b>23</b>
2.1. Chave de Grifo.....	25
2.2. Maçarico .....	26
2.3. Bússola .....	26
2.4. Serra.....	27
2.5. Materiais de Limpeza Hidráulicos .....	27
2.6. Nível de Mão .....	28
2.7. Pincel .....	28
2.8. Consumíveis .....	29
<b>3. O SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA .....</b>	<b>33</b>
3.1. Classificação dos Sistemas de Aquecimento Solar de Água.....	36
3.1.1. Classificação Quanto à Circulação de Água .....	36
3.1.2. Classificação Quanto ao Tipo de Aquecimento.....	36
3.2. Componentes dos Sistemas de Aquecimento Solar de Água.....	38
3.2.1. Coletores Solares .....	38
3.2.1.1. Tubulação ou Serpentina .....	39
3.2.1.2. Aletas .....	40
3.2.1.3. Caixa.....	41
3.2.1.4. Isolamento Térmico.....	41
3.2.1.5. Cobertura.....	41
3.2.2. Reservatório Térmico.....	42
3.2.2.1. Cilindro Interno.....	43
3.2.2.2. Isolamento Térmico.....	44
3.2.2.3. Capa de Proteção .....	44
3.2.2.4. Sistema de Aquecimento Auxiliar .....	44
<b>4. DIMENSIONAMENTO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA .....</b>	<b>47</b>
4.1. Levantamento do Consumo de Água Local .....	49
4.2. Dimensionamento do Volume de Água a Ser Armazenado (Volume do Reservatório) .....	52
4.3. Dimensionamento da Área Coletora Necessária (Quantidade de Coletores) .....	53
<b>5. INSTALAÇÃO.....</b>	<b>57</b>
5.1. Instalação dos Coletores .....	59

5.2.	Instalação do Reservatório Térmico .....	65
5.3.	Demais Orientações de Instalação .....	66
<b>6.</b>	<b>INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR EM</b>	
	<b>TERMOSSIFÃO.....</b>	<b>73</b>
<b>7.</b>	<b>INSTALAÇÃO DO SISTEMA DE AQUECIMENTO SOLAR</b>	
	<b>BOMBEADO.....</b>	<b>83</b>
<b>8.</b>	<b>SISTEMA DE AQUECIMENTO AUXILIAR.....</b>	<b>93</b>
8.1.	Aquecimento Elétrico por Meio de Resistência Interna ao Boiler .....	96
8.2.	Aquecimento Elétrico por Meio de Chuveiro Elétrico ou Eletrônico .....	99
8.3.	Aquecimento a Gás por Meio de Aquecedor de Passagem.....	100
<b>9.</b>	<b>MANUTENÇÃO.....</b>	<b>105</b>
9.1.	Lavagem dos Coletores Solares Manutenção.....	107
9.2.	Há Algum Tempo o Sol Não Aparece e o Sistema Não Tem Água Quente.....	108
9.3.	O Sistema de Aquecimento Solar Não Está Aquecendo de Maneira Adequada em Termossifão .....	109
9.4.	O Sistema de Aquecimento Solar Não Está Aquecendo de Maneira Adequada Bombeado.....	110
<b>10.</b>	<b>ENTREGA DA OBRA .....</b>	<b>115</b>
	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>121</b>
	<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>123</b>

# LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

<i>CDT</i>	<i>Controlador Diferencial de Temperatura.</i>
<i>COP-15</i>	<i>15ª Conferência das partes.</i>
<i>CPVC</i>	<i>Policloreto de Vinila Clorado.</i>
<i>GLP</i>	<i>Gás Líquido de Petróleo (ou gás de cozinha).</i>
<i>ICMS</i>	<i>Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços.</i>
<i>IPI</i>	<i>Impostos sobre Produtos Industrializados.</i>
<i>Kg</i>	<i>Kilograma.</i>
<i>m<sup>2</sup></i>	<i>Metro Quadrado.</i>
<i>Mca</i>	<i>Metros de Coluna d'água.</i>
<i>Mm</i>	<i>Milímetros.</i>
<i>ONU</i>	<i>Organização das Nações Unidas.</i>
<i>PEX</i>	<i>Polietileno Reticulado.</i>
<i>PPR</i>	<i>Polipropileno Copolímero Randon.</i>



CAPÍTULO



# INTRODUÇÃO

---

O MERCADO DE TRABALHO

•

O PROFISSIONAL ATUAL

---





# INTRODUÇÃO

# 1

## CAPÍTULO

O atual hábito de consumo desenfreado do mundo moderno tem sido o maior motivador pela busca de maior produção. Quanto mais um país produz, mais ele se desenvolve e cresce. Entretanto, esse desenvolvimento tem consequências devastadoras ao meio ambiente e, quanto mais desenvolvido o país, mais destruidor ele tem sido. Dentre inúmeros danos ambientais, muito se tem falado, principalmente, do aquecimento global, gerado pela energia consumida nas indústrias para alimentar os seus sistemas produtivos.

Porém, o Mundo começa a abrir os olhos para as questões ambientais, sendo que vários encontros entre os governantes dos maiores países já foram realizados, com o intuito de buscar alternativas para a conservação do planeta. Em dezembro de 2009, foi realizado em Copenhague, na Dinamarca, o COP-15 (15ª Conferência das partes), organizado pela ONU (Organização das Nações Unidas), para discutir ações de redução do aquecimento global no mundo, deixando claro que a questão ambiental é cada vez mais relevante em todos os países e responsabilidade de cada homem e cada mulher.

Nessa busca crescente por redução do aquecimento global, cresce, também, a necessidade da busca por fontes alternativas de energia, de preferência as renováveis. A ordem atual é o desenvolvimento sustentável, onde o crescimento dos países deve estar alicerçado em fontes de energias renováveis, que minimizam o prejuízo ao meio ambiente e a destruição do planeta.

Apesar dessa preocupação ambiental o Brasil ainda utiliza, em larga escala o chuveiro elétrico para o aquecimento de água, sendo que o consumo de energia elétrica para esse fim representa aproximadamente 6% do consumo brasileiro de energia elétrica. Esse fato ainda é agravado se analisado o horário dessa utilização de energia para aquecimento de água, que se concentra entre 18 e 21 horas, sobrecarregando as linhas de distribuição e, em alguns casos, ocasionando a interrupção temporária no fornecimento de energia elétrica, mais conhecido como “blackout” (ABREU, 2000).

Uma das mais viáveis alternativas de energia para o aquecimento de água é a utilização da energia solar. Ainda mais para o Brasil que é um país privilegiado, pois possui um dos maiores potenciais do mundo para a utilização da energia solar como fonte alternativa de energia. Em números, o Brasil recebe anualmente 62.000.000.000.000.000.000 joules, o que representa 25 mil vezes o consumo de energia no Brasil por ano (ABREU, 2000).

As vantagens da energia solar em relação às fontes convencionais de energia são inúmeras, pois ela é gratuita, não há necessidade de transportá-la, é quase eterna (estima-se que o sol emitirá radiação por apenas 5 bilhões de anos), e, principalmente, é ecológica. Cada metro quadrado de coletor solar de água instalado evita a queima de 55 kg de gás, 66 litros de diesel, 73 litros de gasolina ou 215 kg de lenha, preservando-se, assim, o meio ambiente. Evita, ainda, a inundação de 56 m<sup>2</sup> de terra produtiva ou repleta de animais e matas, para a geração de energia elétrica por meio das usinas hidroelétricas. (MESQUITA, 2000).

Os sistemas de aquecimento solar de água têm como aplicação a utilização da energia solar para o aquecimento de água de maneira direta, ou seja, o próprio sol aquece a água. As pessoas confundem muito o aquecimento solar de água e a geração de energia elétrica por meio da utilização da energia solar. Apesar de ambas utilizarem o sol como fonte de energia, os processos são bastante distintos. O sistema fotovoltaico, aquele que gera energia elétrica a partir da energia solar, é composto por placas, geralmente, composto por silício. Essas placas, ao receber a energia solar, despreendem elétrons que geram a energia elétrica. Normalmente essa energia fica armazenada em baterias, como as de carros, para posterior utilização. Já no sistema de aquecimento solar de água, a água circula por coletores que recebem o calor solar e é aquecida. Essa água fica armazenada em reservatórios, como se fossem garrafas térmicas, que mantêm a água aquecida para ser utilizada posteriormente, pois ela é aquecida em períodos de insolação, ou seja, de dia, e geralmente é consumida à noite, quando não há mais sol.

## 1.1. O MERCADO DE TRABALHO

---

O governo federal, percebendo as vantagens do sistema de aquecimento solar como fonte alternativa de energia, começou, há alguns anos, a incentivar à sua utilização. Além de propaganda nos meios de comunicação,

as empresas que atuam com aquecimento solar são isentas, temporariamente, dos impostos sobre produtos industrializados (IPI) e sobre circulação de mercadorias e serviços (ICMS). Mais recentemente, o governo federal está implementando a utilização de aquecedores solares de água em conjuntos habitacionais para população de baixa renda, no programa “minha casa, minha vida”.

No âmbito municipal, algumas cidades estão se mobilizando para incentivar, e em alguns casos até obrigar, a utilização da energia solar para aquecimento de água. Algumas cidades já possuem leis vigorando e outras estão bem adiantadas nesse sentido. Podemos citar como referência as cidades de Vitória, Belo Horizonte, Porto Alegre, São Paulo, Diadema, Piracicaba, entre tantas outras.

No âmbito estadual, alguns estados também se mobilizaram, com leis já vigorando ou em estágio avançado, com é o caso de São Paulo, Rio de Janeiro, Ceará, entre outros.

Além de todos os benefícios obtidos com a aplicação da energia solar, nas questões ambientais, ainda há benefícios também muito nobres, como a dinamização da comercialização de aquecedores e o aumento da necessidade de mão de obra especializada para a comercialização e instalação desses equipamentos. Entretanto, o mercado atual não está preparado para esse aumento de demanda e necessita identificar rapidamente profissionais capacitados para atuar, surgindo uma grande oportunidade para a inserção de novos profissionais no mercado de trabalho.

## 1.2. O PROFISSIONAL ATUAL

---

Porém, nem só de profissionais com conhecimento técnico o mercado é carente, mas, principalmente, de profissionais que saibam atuar com profissionalismo, e isso envolve, além do conhecimento técnico, uma postura profissional.

O bom profissional é aquele que tem a consciência de que ele é a extensão da empresa que representa, ou seja, ele é a imagem da empresa perante o cliente. O cliente não se relaciona com uma instituição, mas com uma pessoa de carne e osso, um profissional. Assim sendo, o profissional deve ter muito

cuidado quando estiver realizando suas atividades profissionais, seja na presença do cliente, seja em sua ausência. O profissional ético deve realizar o seu trabalho com muito capricho e respeito, independente da presença ou não do cliente.

Nesse sentido, é necessário preocupar-se com o aspecto visual, pois somos a representação física da empresa, a imagem que o cliente tem de nós é a impressão que ele tem da empresa. Portanto, temos a obrigação de causar uma boa impressão ao cliente. Devemos, portanto, manter o asseio pessoal (barba feita e cabelo aparado), tomar cuidado com o hálito (manter a boca sempre limpa), nos vestir adequadamente (não utilizar bermudas, chinelos, roupas rasgadas, etc.)

Devemos, ainda cuidar dos aspectos comportamentais como utilizar sempre as palavrinhas “mágicas” (bom dia, boa tarde, com licença, desculpe-me, senhor, senhora, obrigado, por favor, etc.), evitar o uso de gírias e, principalmente, palavrões, evitar excesso de intimidade com o cliente (chamá-lo por apelidos, contar piadas, etc.), comentar sobre a obra ou a casa do cliente, não fumar no local de trabalho, não sujar o ambiente de trabalho, entre tantos cuidados.

O profissional é responsável por garantir a fidelidade do cliente, mas também, gerar a perda do mesmo e, assim, deve sempre estar atento às suas atitudes e a sua postura. Na dúvida, coloque-se sempre no lugar do outro e imagine que, se você fosse o cliente, como se sentiria em relação à sua atitude. Devemos sempre lembrar de não fazer com os outros o que não gostaríamos que fizessem conosco, como ensinaram nossas mães em nossa infância.