

AQUECEDOR SOLAR COM MATERIAL RECICLÁVEL: UM DESAFIO A SER VENCIDO

Ramon CORREIA NOGUEIRA; Elenilton TEODORO DOMINGUES

Centro Federal de Educação Tecnológica de Sergipe, Rua Jenolina Alves de Souza, 206 Bairro Luiz Loiola, CEP 49400-000 Lagarto/SE, 9973-5802, e-mail: ramon.c.nogueira@bol.com.br

Centro Federal de Educação Tecnológica de Sergipe, e-mail: elenilton@superig.com.br

RESUMO

Até há pouco tempo, sabia-se que o sol é uma fonte inesgotável de energia, mas o custo da tecnologia para transformar raios solares em eletricidade, ou/e água quente, era inacessível para a maioria das famílias brasileiras. Houve então a necessidade de desenvolver uma tecnologia simples e barata de construção de um sistema de aquecimento solar de água, adequado a casas no campo ou na cidade. Um sistema ainda que se paga em poucos meses, só pela economia na conta de luz. E o melhor: sendo possível construí-lo no modo “faça você mesmo” com materiais recicláveis que são encontrados facilmente. O Brasil perde um valor de oito bilhões de reais por ano por não reciclar o lixo urbano. São 245 mil toneladas de resíduos produzidos diariamente, com um índice de reaproveitamento de apenas 8%. Esse projeto é uma forma de recuperar dinheiro e de defender o meio ambiente buscando difundir esta forma mais ecológica de produção de energia. 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.

Palavras-chave: Energia Solar, Fontes Renováveis, Aquecedor Solar

1. INTRODUÇÃO

Das energias não convencionais disponíveis, as tecnologicamente mais avançadas são a energia solar e a energia eólica. Porém, aspectos técnicos e econômicos muitas vezes inviabilizam suas utilizações para geração de energia elétrica. Entretanto, a falta de informação por parte dos consumidores, a falta de uma análise quantitativa qualificada e de uma política de incentivo adequada são os maiores obstáculos para a utilização das energias alternativas. Além disso, esses fatores contribuem fortemente para criar a concepção falsa e generalizada de inviabilidade econômica de todos os tipos e subtipos de novas energias. A energia solar para aquecimento de água é um exemplo dessa generalização. O Brasil, e principalmente o nordeste do país, é rico nesse tipo de energia que, além de ser, em muitos casos, viável economicamente, apresenta externalidades para a indústria de energia elétrica, com relação à sobrecarga nos horários de picos de demanda. As colocações do Prof. Antônio Dias Leite (1997) deixam bem claro esse ponto: “A utilização da energia solar para aquecimento de água já pode ser introduzida sem problemas técnicos em residências e outros ambientes.” (Leite, 1997 - p. 353). E mais adiante, na mesma página, ele completa: “No caso do Brasil, o aquecimento por via solar direta teria papel relevante, porque poderia substituir, em parte, a inconveniente carga representada pelos chuveiros elétricos, cujo consumo é estimado em mais de 2% do consumo total nacional. É matéria que merece atenção especial pela substancial redução da demanda de energia elétrica e, portanto, redução de investimentos em geração maiores do que os representados pela instalação dos aquecedores solar.” Acrescenta-se aqui que, nenhum outro tipo de fonte energética, convencional ou alternativa, tem essas propriedades, pois, a Energia Solar é a única que apresenta características suficientemente distributivas para esse uso. A ABRAVA (Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento) afirma em suas publicações que mais de 6% de todo o consumo nacional de energia elétrica, três vezes mais que as estimativas referenciadas pelo Professor Dias Leite, é utilizado para alimentar chuveiros elétricos. O contraste de percentuais deixa dúvida quanto à exatidão numérica, porém, deixa clara a relevância do impacto. Há de se destacar aqui o fato de que o crescimento urbano ainda é elevado e que esse crescimento implica num aumento da participação do consumo de energia elétrica residencial e comercial, o que aumenta a participação, no consumo total nacional, do consumo de água aquecida através de eletricidade. Como consequência, eleva a urgência da implementação de uma política do uso de energia solar para esse fim. Com tal política implementada e com a utilização em larga escala da energia solar para aquecimento de água, a evolução dos preços de tais equipamentos só tenderiam a declinar. Devido à procura do homem pela maior utilização de recursos renováveis em suas construções, a busca pelo uso de coletores solares para aquecimento de água tem crescido. As aplicações desta tecnologia simples, de baixo custo e de fácil manutenção se fazem associadas a decisões de arquitetura no tocante a posicionamento de telhados, um adequado posicionamento dos coletores e reservatórios, a escolha de equipamentos que tenham boa qualidade, para garantia de qualidade e longevidade do sistema. O projeto Aquecedor Solar com Material Reciclado, visa levar a tecnologia de aproveitamento da energia solar para várias camadas da população. Principalmente a de baixa renda, que se beneficiaria de imediato com a redução do consumo de eletricidade pelo chuveiro elétrico.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Existem diversas formas de utilização da energia solar, entre elas destacamos: a energia solar fototérmica, onde o ponto principal de interesse é a quantidade de energia que um determinado corpo é capaz de absorver, sob a forma de calor, a partir da radiação solar incidente no mesmo. A utilização dessa forma de energia implica saber captá-la e armazená-la. Os equipamentos mais difundidos com o objetivo específico de se utilizar a energia solar fototérmica são conhecidos como coletores solares ou painéis solares. Os coletores solares são aquecedores de fluidos, como no nosso caso, água. São classificados em coletores concentradores e coletores planos em função da existência ou não de dispositivos de concentração da radiação solar. O fluido aquecido deve ser mantido em reservatórios termicamente isolados até o seu uso final, é muito utilizado para gerar água aquecida para banho, ar quente para secagem de grãos, gases para acionamento de turbinas e outros aquecimentos. E a outra é a energia solar fotovoltaica, que é obtida através da conversão direta da luz em eletricidade. O efeito fotovoltaico, relatado por Edmond Becquerel, em 1839, é o aparecimento de uma diferença de potencial nos extremos de uma estrutura de material semicondutor, produzida pela absorção da luz. A célula fotovoltaica é a unidade fundamental do processo de conversão.

Inicialmente o desenvolvimento da tecnologia apoiou-se na busca, por empresas do setor de telecomunicações, de fontes de energia para sistemas instalados em localidades remotas. O segundo agente impulsionador foi a "corrida espacial". A célula solar era, e continua sendo, o meio mais adequado para fornecer a quantidade de energia necessária para longos períodos de permanência no espaço. Outro uso espacial que impulsionou o desenvolvimento das células solares foi a necessidade de energia para satélites. No atual processo de diminuição dos recursos energéticos, ou melhor, por eles não serem mais suficientes para a terra, começou a se firmar como tecnologia limpa e funcional. Porém, antigamente, para tornar economicamente viável essa forma de conversão de energia, seria necessária a redução em até 100 vezes o custo de produção das células solares em relação ao daquelas células usadas em explorações espaciais. Modificou-se, também, o perfil das empresas envolvidas no setor. Nos Estados Unidos, as empresas de petróleo resolveram diversificar seus investimentos, englobando a produção de energia a partir da radiação solar. Portanto, essa tecnologia também pode ser utilizada para o aquecimento de água, só que através da energia elétrica, além de ser mais cara do que a primeira relatada. As duas formas de obtenção de energia solar giram em torno da radiação solar, que trata-se da quantidade de energia emitida pelo sol para a terra. O Sol fornece em média, para a atmosfera terrestre, $1,5 \times 10^{18}$ kWh de energia. Trata-se de um valor considerável, correspondendo a 10000 vezes o consumo mundial de energia neste período. Este fato indica que, além de ser responsável pela manutenção da vida na Terra, a radiação solar constitui-se numa incrível fonte energética, havendo um enorme potencial de utilização por meio de sistemas de captação e conversão em outra forma de energia, como é o caso de convertê-la para a energia térmica e aquecer a água. O nosso planeta, em seu movimento anual em torno do Sol, descreve em trajetória elíptica um plano que é inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ com relação ao plano equatorial. Esta inclinação é responsável pela variação da elevação do Sol no horizonte em relação à mesma hora, ao longo dos dias, dando origem às estações do ano e dificultando os cálculos da posição do Sol para uma determinada data. A posição angular do Sol, ao meio dia solar, em relação ao plano do Equador é chamada de Declinação Solar (d). Este ângulo varia de acordo com o dia do ano, dentro dos seguintes limites:

$$-23,45^\circ \leq d \leq 23,45^\circ$$

A soma da declinação com a latitude local determina a trajetória do movimento aparente do Sol para um determinado dia em uma dada localidade na Terra. A radiação solar que atinge o topo da atmosfera terrestre provém da região da fotosfera solar que é uma camada tênue com aproximadamente 300 km de espessura e temperatura superficial da ordem de 5800K. Porém, esta radiação não se apresenta como um modelo de regularidade, pois há a influência das camadas externas do Sol, com pontos quentes e frios e erupções que afetam esse valor. Apesar disto, pode-se definir um valor médio para o nível de radiação solar incidente normalmente sobre uma superfície situada no topo da atmosfera. Dados recentes da Organização Mundial de Metrologia indicam um valor médio de 1367 W/m² para a radiação extraterrestre sendo que esse valor varia de acordo com o ponto onde se realiza a medição.

Para o projeto, segue-se uma série simples de 4 passos de concepção, associadas a informações de fontes fidedignas para os cálculos necessários:

- 1- Cálculo de água quente
- 2- Cálculo do número de placas de coletores
- 3- Cálculo e localização da superfície de telhado virada a Norte mínima útil
- 4- Escolha dos materiais para o coletor e reservatório.

Para dimensionarmos o número de coletores e o volume do reservatório de água quente a serem utilizados num determinado projeto precisamos de saber inicialmente o número de usuários e o tipo de atividade envolvendo água quente. Esse cálculo nos dará a quantidade de água quente necessária por dia. A partir daí é só escolher um reservatório que atenda a estas especificações.

Abaixo selecionamos alguns dos consumos médios, retirados da Norma NB-128 da ABNT e do Manual de prédios eficientes em energia elétrica, do IBAM/PROCEL, que se complementam:

Tabela I - Consumo Diário de Água Quente por Dia
(Fonte: ABNT – NB 128)

Alojamento Provisório de Obra	24	Litros por indivíduo
Casa Popular ou rural	36	Litros por indivíduo
Residência	45	Litros por indivíduo
Apartamento	60	Litros por indivíduo
Quartel	45	Litros por indivíduo
Escola (Internato)	45	Litros por indivíduo
Hotel (sem incluir cozinha e lavanderia)	36	Litros por indivíduo
Hospital	125	Litros por leito
Restaurante e Similares	12	Litros por refeição
Lavanderia	15	Litros por Kg de roupa seca

Tabela II - Consumo médio de água aquecida em ambientes residenciais
(fonte IBAM/PROCEL – Manual de Prédios eficientes em energia elétrica)

Chuveiro	50	Litros por banho
Banheira para uma pessoa	100	Litros por banho
Banheira para duas pessoas	200	Litros por banho
Torneira de água quente	50	Litros por dia
Máquina de lavar pratos	150	Litros por dia
Máquina de lavar roupa	150	Litros por dia

O funcionamento do sistema de aquecimento solar depende fundamentalmente da qualidade das placas coletoras e do correto dimensionamento de seu número. Se elas forem de má qualidade, podem acabar permitindo que o ar quente aprisionado escape, o vidro poderá trincar pela diferença brusca de temperatura entre períodos de intensa insolação e chuvas repentinas, tão comuns a nosso clima e outros problemas que conduzirão a perda de aquecimento da água.

- **Latitude do local** – quanto mais próximo ao Equador, mais energia incidente disponível, menor a área necessária de coletor;

- **Inexistência de sombras projetadas sobre as placas** (árvores, construções vizinhas, caixa d'água superior, casa de elevadores, etc..), principalmente no inverno.

- **Orientação do coletor** - a trajetória virtual do Sol de Leste a Oeste permite que o coletor orientado a Norte receba potencialmente Sol o dia inteiro, reduzindo a área de coleta, ou o número de placas; valores até 15° NE ou 15° NO não afetando significativamente a eficiência do sistema;

- **Inclinação do coletor** - o ideal é colocá-lo perpendicular à altura solar média do inverno ao meio dia, ou seja, a latitude do local + 15° (a latitude da cidade de Lagarto é de 10° 55' 07") sendo uma boa estimativa para aquecimento de água com foco no período de inverno.

Principais idéias e informações básicas:

- Energia térmica (ou interna) é a soma de toda a energia das moléculas de um objeto.
- A energia térmica de um corpo de ar ou gás é devida à energia cinética molecular (a energia das moléculas em ação).
- A energia térmica de um objeto sólido ou líquido consiste de energia potencial intermolecular (energia devido à força entre átomos ou moléculas) assim como energia cinética molecular.
- Em geral, quanto maior um objeto (isto é, quanto mais moléculas ele contém), mais energia

térmica ele possui. Isso porque cada molécula contribui com sua energia à soma total.

- Calor é a energia térmica que é transferida de um objeto a outro devido à diferença de temperatura. Por esse motivo, dizemos que calor é a energia que flui de um objeto de temperatura mais alta a um com temperatura mais baixa.

- Temperatura é uma medida de energia cinética média das moléculas individuais que constituem um objeto. Se dois objetos têm a mesma temperatura, então a energia cinética molecular é a mesma.

- Nesta atividade, a energia radiante do sol passa pela lâmina transparente do painel do aquecedor solar de água em forma de luz visível e é absorvida pela água na tubulação na forma de calor. Isso aumenta a energia térmica das moléculas de água, assim como a temperatura da água.

- A água aquecida radia energia de calor. Muita dessa energia está na forma de radiação infravermelha, que não pode voltar pela lâmina transparente do painel. Em vez disso, a lâmina do painel absorve a radiação infravermelha e a irradia de volta para dentro do painel. Isso ajuda a manter a energia do sol concentrada no painel. Energia radiante na forma de luz visível entra pelo painel, mas a radiação infravermelha na forma de calor não consegue escapar. Esse mecanismo é chamado de efeito estufa.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O aquecedor solar que está sendo montado pelo grupo é o mais simples possível, utilizando todos os passos de um aquecedor realmente eficiente de água através da energia solar. Ele se constitui basicamente de uma placa de madeira, sobre a qual estende-se um cano negro, que se liga a duas extremidades de um reservatório isolado termicamente do meio ambiente. Nesta etapa da pesquisa, os coletores devem estar necessariamente em sua posição ideal, aproveitando plenamente a trajetória virtual do Sol, ou seja, a Norte, em nosso hemisfério, ou a Sul no hemisfério Norte (que ainda contempla parte do território brasileiro), apenas as diversas inclinações em função de variações de latitude sendo apresentadas. Os materiais utilizados para a montagem do protótipo são:

- Cano de PVC;
- Latinhas vazias de refrigerante pintadas de preto;
- Placa suporte de madeira de 2,10 X 0,80 metros;
- Reservatório de vinte litros;
- Isopor para a isolamento térmica do reservatório;
- Termômetro para medidas.

O coletor solar é o componente que merece especial atenção, por ser o mesmo responsável direto, para o bom desempenho de um sistema de aquecimento solar. Nosso coletor solar diferencia-se dos demais, no que tange aos materiais utilizados na sua construção e rendimento térmico. Com intuito de baixar custos, utilizamos nas colunas de absorção térmica, tubos e conexões de PVC, menos eficiente do que os tubos de cobre ou alumínio aplicados nos coletores convencionais, como também, com o mesmo intuito, estamos empregando latinhas de refrigerante e/ou cerveja para o revestimento desta tubulação PVC. As latinhas que estão sendo usadas substituem a caixa metálica e o painel de absorção térmica empregados nos coletores convencionais. Essas latinhas colocadas em fileiras adequadamente espaçadas ficam sobrepostas a uma caixa de madeira com isopor para que o calor não seja desprendido do coletor e transmitido para o próprio telhado da casa onde foi instalado ou para o ambiente. O calor absorvido pelas latinhas, pintadas em preto fosco, é retido em seu interior e transferido para a água através das colunas de PVC. As latinhas sendo recobertas por uma camada de vidro, têm como função proteger o interior do coletor das interferências externas, principalmente dos ventos e oscilações da temperatura, dando origem a um ambiente próprio. O 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. A água aquecida fica armazenada num

reservatório termicamente isolado que evita perda de calor para o ambiente. Apesar de simples, contém detalhes indispensáveis na sua confecção e no seu funcionamento. O dimensionamento do coletor solar em relação ao reservatório é importantíssimo. Para limitarmos a temperatura a níveis que mantenham a rigidez do PVC (temperatura máxima de 55°C), sem causar o amolecimento dos mesmos, e por consequência comprometer a estrutura do coletor solar na parte superior, causando vazamentos. Como foi citado no referencial teórico, o ângulo de inclinação ao qual a placa é exposta influencia na quantidade de energia captada e, portanto na temperatura a qual a água aquecerá. A cidade onde estão sendo feitas as medidas e onde está sendo montado o aquecedor é Lagarto/SE. Para o cálculo do ângulo de inclinação estamos utilizando o valor da sua latitude de 10°, o que somado a quinze graus resultou em 25°. Com esse ângulo de inclinação o painel deverá ter o aproveitamento máximo da energia solar devido à maior incidência de radiação. Algumas medições de temperatura e verificação das condições climáticas foram feitas durante uma semana. Os resultados estão no gráfico abaixo:

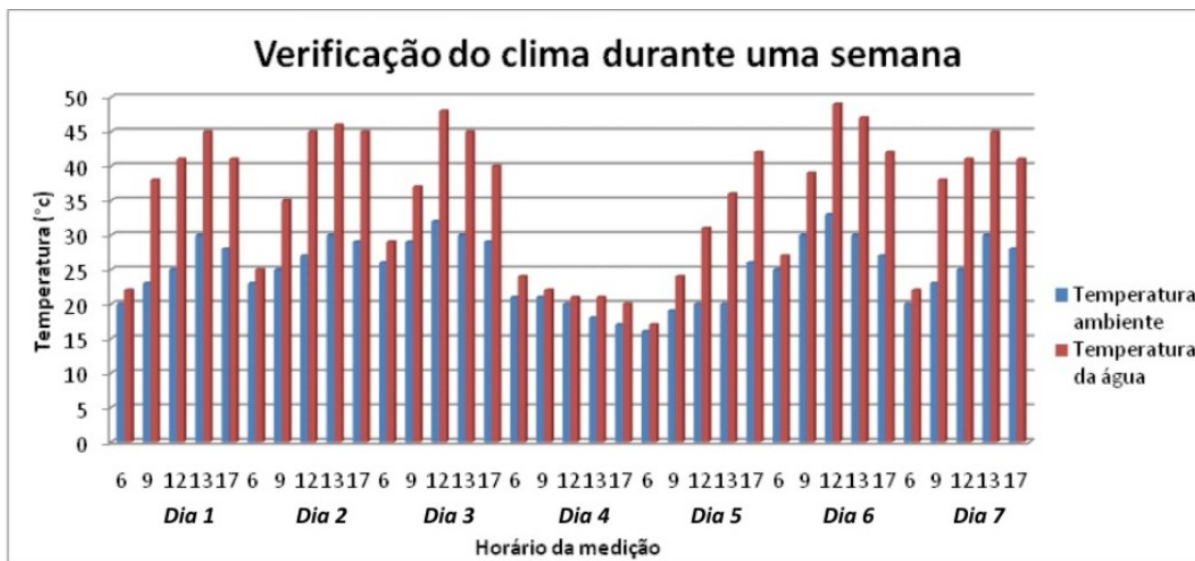


Figura I: Gráfico das medições de temperatura e verificação do clima durante uma semana

As medidas foram feitas sempre no mesmo horário em todos os dias: às 6h, 9h, 12h, 13h e 17h. Percebe-se certa linearidade na temperatura da água em todos os dias observados, quando analisamos a faixa de horário entre 12h e 17h. Havendo não conformidade apenas no quarto dia devido ser um dia de chuva. O que tornou a verificação do clima mais abrangente, pois pôde mostrar sua eficiência quando não há incidência direta da luz solar. Todos os outros dias foram dias ensolarados. A partir desse gráfico notamos que a temperatura da água supera em alto grau e em todas as situações a temperatura ambiente, o que é muito importante sendo necessário para nossa pesquisa.

4. ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

A pesquisa apresentada encontra-se em fase de elaboração do coletor solar. Com esse estudo, pretende-se obter resultados que possibilitem a implantação de um sistema de captação de energia solar facilitado, altamente viável e eficiente objetivando acabar com o maior foco de desperdício de energia, o chuveiro elétrico, substituindo um sistema de aquecimento por resistência elétrica por uma forma de energia mais limpa e abundante como é a solar. Uma maior utilização desse equipamento pode contribuir de várias formas para a preservação do meio ambiente.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Concluímos que com um material de fácil acesso e de baixo custo, podemos construir experimentos de grande importância. Neste primeiro momento, percebeu-se que é totalmente viável a implementação de um sistema de aquecimento de água por energia solar em uma residência. Mesmo que os testes tenham indicado que em dias chuvosos ou sem presença plena de raios solares o aquecimento é quase nulo, poder-se-ia contornar esse pequeno problema facilmente através da implementação de um sistema auxiliar que permitisse a ativação manual do chuveiro elétrico quando houvesse necessidade, pois não é necessário adquirir outro tipo de chuveiro ou algo do gênero para poder utilizar o aquecedor solar evitando assim gastos supérfluos e desnecessários. Ou também poderíamos utilizar um sensor de temperatura dentro do reservatório de água que, ao constatar que a temperatura da água não está em um valor aceitável, ligaria um sistema elétrico ou a gás de aquecimento. Isso poderia ser utilizado para a noite e para dias sem ou com pouco sol. Ainda assim a economia feita seria muito grande em relação a aquecedores de água somente a gás ou a eletricidade. Além de realizar-se uma economia financeira para a família, a alternativa energética representa um aumento da utilização de tecnologias limpas e a diminuição dos gastos com tecnologias finitas e que poluem o meio ambiente. Observando o que foi apresentado podemos concluir que se pode usar a energia solar para aquecer a água, num baixo custo. A principal despesa, que tentamos reduzir ao máximo, seria com os gastos na construção e manutenção do sistema total (coletor e reservatório), pois a energia solar é da natureza e não tem nenhum custo. O processo de convecção também não apresenta nenhum custo, pois é um processo espontâneo característico de todo fluído. A maior importância do experimento é de mostrar a facilidade de aquecimento de água pelo processo de convecção da água. É importante ressaltar que o trabalho ajudou muito o grupo na busca por material sobre o assunto e abriu os olhos de todos para o consumo excessivo de energia nos banhos e aquecimentos de água, quando tudo pode ser feito com uma tecnologia limpa, barata e viável como a solar.

REFERÊNCIAS

- ABRAVA - Associação Brasileira de Refrigeração, Ar Condicionado, Ventilação e Aquecimento. **Manual Técnico Básico de Aquecimento Solar ABRAVA**. São Paulo, 1996.
- CAMPELLO DE SOUZA, Fernando. **Decisões Racionais em Situações de Incerteza**. Recife, Tese Professor Titular - UFPE, 1993.
- CAMPELLO DE SOUZA, Fernando. **Introdução do Aquecimento Solar na Matriz Energética**. Recife, Projeto de Pesquisa CNPq, 1997.
- FIDELES DA SILVA, Neilton. **Conservação de Energia Elétrica no Setor Residencial: Um Fator de Qualidade**. Rio Grande do Norte, Revista da ETFRN, Ano 13 Vol. 2, Setembro 1997.
- LEITE, Antônio Dias. **A Energia do Brasil**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 1997.
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. **Balanco Energético Nacional – BEM**. Edição 1997.
- RIBEIRO FILHO, Ary Pinto. **Prováveis características estratégicas básicas da indústria de energia elétrica no novo cenário institucional: o caso do sistema interligado do norte – nordeste brasileiro**. Recife, Tese de Mestrado em Administração – UFPE, 1997
- WALLEY, Peter e CAMPELLO DE SOUZA, Fernando. **Uncertainty and Indeterminacy in Assessing the Economic Viability of Energy Options: A Case Study of Solar Heating Systems in Brazil**. Energy Systems and Policy, Volume 14, pp. 281-304, Taylor & Francis, 1990.
- YAKOWITZ, Sidney J. . **Computational Probability and Simulation**. Addison - Wesley Publishing Company Massachusetts, USA. (pp.41 - 44)
- <<http://inventabrasilnet.t5.com.br/asbc.htm>> Acesso em: 20 jul 2007.
- <<http://www.dwa.eng.br/aquecimento.html>> Acesso em: 08 ago 2007.
- <<http://www.cefetsp.br/edu/sinergia/andre2.html>> Acesso em: 08 ago 2007.
- <<http://www.aondevamos.eng.br/textos/texto04.htm>> Acesso em: 22 ago 2007.
- <<http://www.soletrol.com.br/ecologia/>> Acesso em: 28 ago 2007.

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.