

# INTERAÇÃO DE PAINÉIS SOLARES TÉRMICOS

## INTEGRATION OF PANELS THERMAL SOLAR

---

Silênia Priscila Lemes, Mestranda (UNIPAMPA)  
Gabriela Sá Brito, Eng. (UNIPAMPA)  
Rogério Cattelan Antochaves de Lima, Dr. (UFSC)  
Almir Barros da S. Santos Neto, Dr. (UFSM)  
Gihad Mohamad, Dr (UFSM)  
André Lübeck, Me. (UNIPAMPA)

### Palavras Chave

Sustentabilidade; Construção Civil; Energia Solar Térmica; Méio Ambiente

### Key Words

*Sustainable; Construction Civil; Energy Solar Thermal; Environment*

### RESUMO

O presente trabalho apresenta o conceito sustentabilidade na construção civil, onde a indústria da construção, principalmente o setor de edificações, apresenta uma elevada interligação com ambiente, sociedade e economia. A energia assume um papel importante no mundo, onde a maioria da nossa energia procede de combustíveis fósseis, essas reservas são limitadas e, a exploração dos mesmos se torna insustentáveis. Com o aumento do consumo de energia nos últimos tempos, principalmente em países desenvolvidos, em grande parte no setor doméstico, tem aumentado a dependência dos combustíveis fósseis, crescendo assim a necessidade de se apostar em energias alternativas, uma das alternativas é a da energia solar térmica. Portanto, este trabalho tem como principal objetivo o atual panorama da energia solar térmica para aquecimento de águas, além de relatar os tipos de sistemas solares para aquecimento de água, identificando suas funções e funcionamentos. Sendo os mais utilizados para energia solar térmica os coletores abertos, fechados e com tubos evacuados.

### ABSTRACT

This paper presents the concept sustainability in construction, where the construction industry, particularly the building sector, has a high interconnection with environment, society and economy. Energy plays an important role in the world, where most of our energy comes from fossil fuels, these reserves are limited and their exploitation becomes unsustainable. With the increase in energy consumption in recent years, especially in developed countries, largely in the domestic sector has increased dependence on fossil fuels, thus increasing the need to invest in alternative energy, one of the alternatives is solar energy Thermal. Therefore, this work has as main objective the current situation of the solar energy for water heating, and report the types of solar systems for heating water, identifying its functions and runs. Being the most used for solar thermal collectors open, closed and evacuated tubes.

## 1. INTRODUÇÃO

Construção sustentável é um sistema construtivo que promove alterações conscientes no entorno, de forma a atender as necessidades de edificações, habitação e uso do homem moderno, preservando o meio ambiente e os recursos naturais, garantindo qualidade de vida para as gerações atuais e futuras (ARAÚJO, 2016).

Ao lado do vento, que gera a chamada energia eólica, o sol pode ser considerado uma das mais limpas fontes de energia. A partir desses recursos naturais, é possível produzir energia sem a queima de combustíveis fósseis (energia termelétrica) ou a construção de barragens (energia hidrelétrica), que em geral, geram impactos negativos sobre o meio ambiente (FERRO, 2010).

Segundo Vulcano (2008) apud Madeira (2010), Portugal por ser um dos países europeus com maior número de horas de sol por ano, possui um enorme potencial para o aproveitamento de energias renováveis, principalmente a energia solar térmica. O consumo de energia para aquecimento de água no setor doméstico, não só em Portugal, mas em todo o mundo, representa uma grande parcela dos gastos de energia primária, sendo então essenciais que sejam criadas condições que permitam o desenvolvimento e a disseminação da energia solar (CASTANHEIRA, 2002).

A energia solar térmica é um dos métodos para aquecimento da água, aonde vem se desenvolvendo no mundo todo, por ser limpa e renovável, pois não polui o ambiente e não acaba, além, de se tornar econômico ao longo do prazo.

De acordo com Isoldi et al. (2009), estas tecnologias podem encarar-se como uma inovação na arquitetura e na construção, visto sugerirem uma ruptura com a utilização indiscriminada da natureza, dos recursos e fontes naturais.

No Brasil, o emprego de sistemas de aquecimento solar para água é relativamente baixo, em razão dos altos custos de instalação. A utilização de chuveiros elétricos como fonte de aquecimento de água, acaba por sobrecarregar a rede elétrica nos horários de pico. Devido a dificuldades para construção de novas hidroelétricas e termelétricas, entre outras fontes de energias não renováveis, é importante investir no processo de produção de energia gerada através da radiação solar (MUND, 2014).

Ferro (2010), relata que o Brasil pode ser considerado uma futura potência na geração de energia térmica solar, pois, além das condições naturais propícias – alta insolação nas cinco regiões nacionais, o país é dotado das matérias primas utilizadas na fabricação dos equipamentos necessários para produção desse tipo de energia como: cobre, alumínio, aço inoxidável, vidro e termoplásticos.

Para Mund (2014), investir em energias renováveis seria uma das maneiras de expandir a produção de energia

limpa, fazendo com que novas empresas deste meio possam se instalar no país, oportunizando novas possibilidades de empregos e pesquisas de desenvolvimento científico, alavancando o processo da transformação e captação da energia solar no país.

Portanto, este trabalho tem por finalidade gerar alternativas para edificações energeticamente mais eficientes, utilizando de energias renováveis e sistemas para redução no consumo de energia e climatização do ambiente.

## 2. TECNOLOGIA

A energia solar térmica proveniente do sol, sendo utilizada para aquecer fluidos, é captada por coletores, que são dispositivos concebidos especificamente para colher calor, ou seja, absorver luz do sol de maneira a produzir energia térmica, e ao mesmo tempo em calor aproximadamente 40% a 60% da matéria prima recebida (NEOSOLAR, 2016).

Para certas aplicações, como o aquecimento de água, essa forma de energia é considerada muito eficiente, pois pode ser coletada, armazenada, e utilizada com uma relação de custo benefício altíssima quando comparada a outras fontes de energia. Além do mais, a energia solar térmica é limpa e renovável, o que a torna desejável e sustentável (AZEVEDO, 2010).

O sistema de aquecimento pode variar em aberto ou fechado, mas todos chegam num denominador comum, o aquecimento da água. O sistema mais utilizado é o sistema fechado (mais utilizado no aquecimento para chuveiros, etc.), ou seja, placas coletoras absorvem o calor proveniente do sol e por convecção o calor é passado para as tubulações. Daí a água que passa pela tubulação também fica aquecida e é mandada para um reservatório, que funciona como uma espécie de garrafa térmica mantendo a temperatura da água constante (aquecida até a ordem de 60 graus). Assim, a água fica aquecida até o consumo (AZEVEDO, 2010 apud KOMECO, 2009).

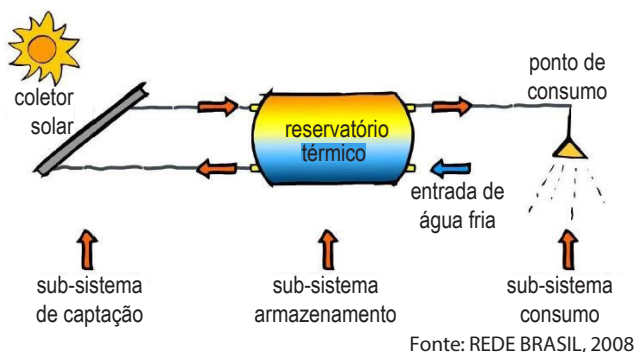
Um sistema de aquecimento solar de água, pode ser dividido basicamente em três subsistemas básicos (REDE BRASIL, 2008):

- **Captação:** composto basicamente pelos coletores solares onde circula a água a ser aquecida, as tubulações de ligação entre coletores e o reservatório térmico e, no caso de instalações maiores, a bomba hidráulica.
- **Acumulação:** seu componente principal o reservatório térmico, além de uma fonte de complementar energia, como eletricidade e gás, que garantirá o aquecimento auxiliar em períodos chuvosos, de baixa insolação ou quando ocorrer um aumento eventual do consumo de água quente.

- Consumo: compreende toda a distribuição hidráulica entre o reservatório térmico e os pontos de consumo, inclusive o anel de recirculação, quando necessário. É também conhecido como o circuito secundário da instalação.

A Figura 1 mostra um esquema básico de aquecimento solar de água.

Figura 01: Esquema de um sistema de aquecimento solar residencial  
Fonte: REDE BRASIL, 2008



Sendo que este sistema de aquecimento da água, consta de coletores solares, reservatório de água quente e tubulação de distribuição de água quente aos pontos de consumo.

De acordo com Green (2011), além de sua utilização como água quente, o uso da energia solar térmica tem proliferado para o aquecimento de piscinas residenciais, em países onde a legislação impede a utilização de outras energias para este fim.

## 2.1 Coletores solares

Os coletores são um dos mais importantes elementos do sistema de aquecimento solar. Os mesmos, promovem o aquecimento de um fluido, como água, ar ou fluido térmico, através da conversão da radiação eletromagnética proveniente do sol em energia térmica (REDE BRASIL, 2008).

As placas (coletores) deverão ser direcionadas para o norte a fim de obter melhor exposição ao sol. A inclinação do coletor solar depende da orientação solar, conforme a Tabela 1.

Segundo Ecycle (2016), a energia solar é captada por placas coletoras, que são constituídas por um conjunto de tubos no interior dos quais circula a água e que ficam reunidos no interior de uma caixa coberta por vidros. Os tubos e o interior da caixa são pintados de preto para maior absorção das radiações solares.

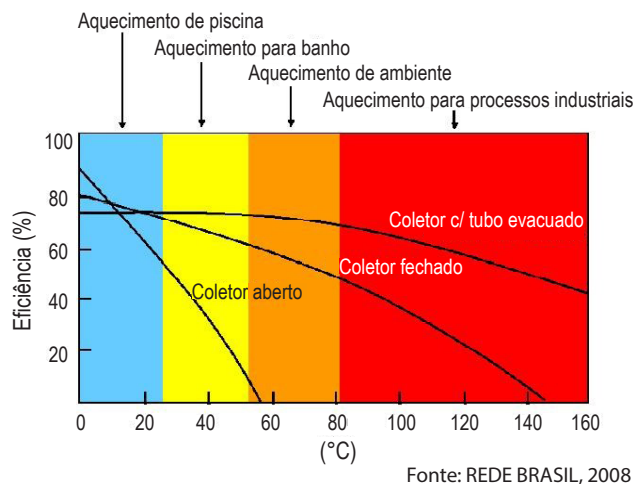
A escolha de um tipo de coletor solar depende basicamente da temperatura de operação requerida em determinada aplicação prática. Os tipos de coletores mais utilizados são, coletores aberto, coletores fechado e coletores com tubo evacuado (ECYCLE, 2016). A Figura 2 exemplifica a correlação entre os tipos de coletores solares e suas respectivas temperaturas de operação.

Tabela 01: Inclinação dos coletores solares em relação à horizontal

Cidades	$\alpha$ (Recomendado)
Natal	20°
Fortaleza	20°
Maceió	20°
Salvador	25°
Florianópolis	35°
Brasília	25°
Belo Horizonte	30°
Rio de Janeiro	30°
São Paulo	33°
Curitiba	35°
Porto Alegre	40°

Fonte: RINNAI, 2016.

Figura 02: Correlação entre os tipos de coletores e temperatura de operação



### 2.1.1 Coletor aberto

Os coletores abertos, chamados também de coletores sem cobertura, permitem a incidência dos raios do sol diretamente na placa absorvedora. Por não possuir cobertura não retém a radiação emitida pela placa absorvedora e produz aquecimento a temperaturas menores que outros tipos coletores, o que os torna mais adequados para aplicações que exigem temperaturas mais baixas, como por exemplo, o aquecimento de piscinas, que chegam a temperaturas aproximadas de 26°C a 30°C (CHEN, 2011). A Figura 3, demonstra um exemplo de coletor solar aberto. Esses coletores não possuem cobertura transparente nem isolamento térmico.

Para baixas temperaturas, o coletor solar aberto, apresenta um bom desempenho o qual decresce para

temperaturas mais elevadas. Os mesmos são fabricados de polipropileno, onde são resistentes ao cloro e outros produtos químicos (REDE BRASIL, 2008).

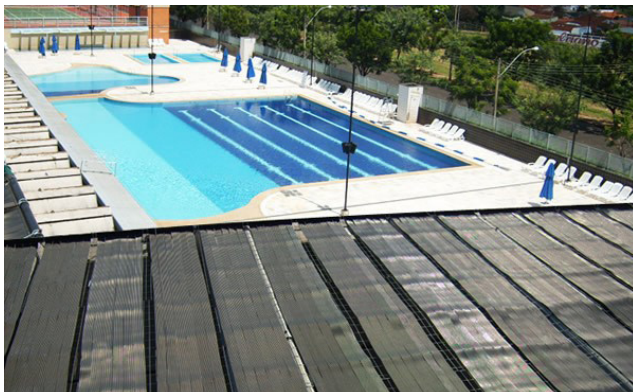
Figura 03: Coletor solar aberto



Fonte: REDE BRASIL, 2008

A Figura 4, ilustra coletores solares do tipo aberto, para aquecer piscina, instalados no SESC, na sede de Araraquara – SP.

Figura 04: Coletores do SESC



Fonte: HELIOTEK, 2016

### 2.1.2 Coletor fechado

Conforme Chen (2011), nos coletores fechados, o fluxo da radiação incidente (irradiação) é uniforme para toda a sua superfície coletora. São equipamentos destinados a aquecer a água a temperaturas compatíveis ao uso sanitário e outras aplicações. A Figura 5 ilustra um exemplo de coletor solar fechado.

É o mais comum e destina-se a produção de água quente a temperaturas inferiores a 100°C. O uso dessa tecnologia ocorre principalmente em residências, mas há demanda significativa e aplicações em outros setores como edifícios públicos e comerciais, hospitais, restaurantes entre outros (MUND, 2014).

Nesse tipo de sistema é possível alterar a potência do sistema realizando apenas a troca dos aquecedores, permitindo adequação da potência instalada ao longo da vida útil do sistema e das necessidades de seus usuários. Além

disso, é possível trabalhar com diversos aquecedores para aquecimento de água de um mesmo reservatório, o que pode garantir potências mais elevadas e maior segurança quanto ao fornecimento de água quente (CHEN, 2011).

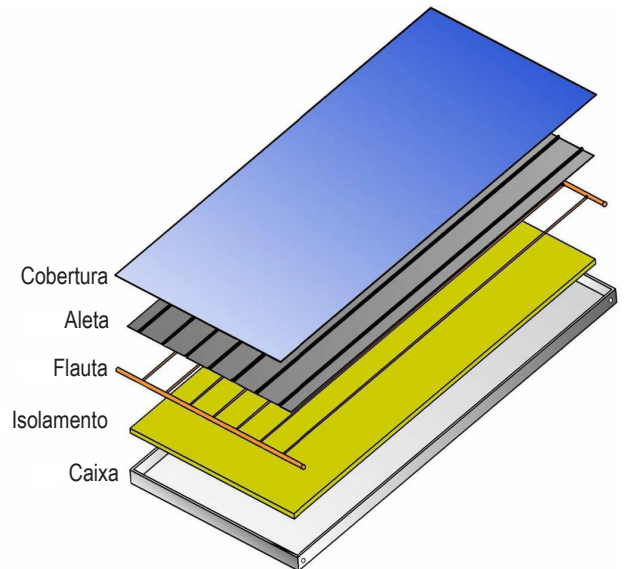
Figura 05: Coletor solar fechado



Fonte: QUALISOL, 2016

O coletor fechado é constituído por diversos elementos responsáveis pelo melhor aproveitamento possível da radiação solar, conforme ilustrado na Figura 6 e detalhado a seguir (REDE BRASIL, 2008):

Figura 06: Coletor solar fechado



Fonte: DASOL, 2016

- Cobertura: geralmente de vidro, policarbonato ou acrílico que permite a passagem da radiação solar e minimiza as perdas de calor por convecção e radiação para o meio ambiente.
- Placa absorvedora (aletas): responsável pela absorção e transferência da energia solar para o fluido de trabalho. As aletas metálicas, em alumínio ou cobre,



são pintadas de preto fosco ou recebem tratamento especial para melhorar a absorção da energia solar.

- Tubos (flautas/calhas superiores e inferiores): tubos interconectados através dos quais o fluido escoar no interior do coletor. Normalmente, a tubulação é feita de cobre devido à sua alta condutividade térmica e resistência à corrosão.
- Isolamento térmico: tem por objetivo, minimizar as perdas de calor para o meio. Fica em contato direto com a caixa externa, revestindo-a. Os materiais isolantes mais utilizados na indústria nacional são: lã de vidro ou de rocha e espuma de poliuretano.
- Caixas: geralmente fabricadas em perfil de alumínio, chapa dobrada ou material plástico e que suporta todo o conjunto.
- Vedação: importante para manter o sistema isento da umidade externa.

A Figura 7, ilustra coletores solar fechado para banho, do edifício do Hotel Quality da cidade de Jundai – SP.

Figura 07: Coletores fechados no Hotel Quality



Fonte: HELIOTEK, 2016

### 2.1.3 Coletor com tubo Evacuado

Este tipo de coletor consiste geralmente em tubos de vidro transparentes cujo interior contém tubos metálicos (absorvedores) (ENERGIAS RENOVÁVEIS, 2016).

Segundo Chen (2014), temperaturas mais elevadas podem ser obtidas através da redução da perda térmica no coletor solar. Diversas técnicas podem ser aplicadas tais como: redução das perdas ópticas com coberturas específicas para essa finalidade, melhor absorção através de coletores de absorção seletiva e, redução das perdas por convecção no interior dos coletores através da criação de vácuo entre o absorvedor e a cobertura. Esta alternativa caracteriza o coletor a vácuo, cujo exemplo é apresentado na Figura 8.

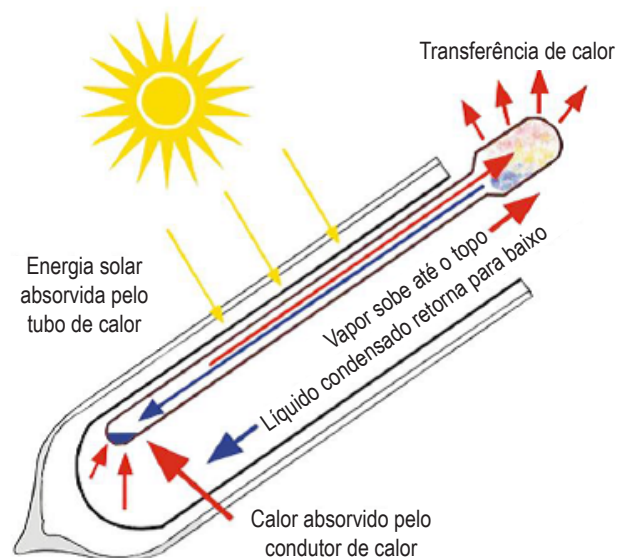
Figura 08: Coletor com tubo evacuado



Fonte: CHEN, 2011.

O coletor solar a vácuo possui uma capacidade de aquecimento superior em relação aos coletores convencionais, principalmente em lugares onde a incidência de radiação solares não sejam muito constantes, áreas com incidência de vento e em períodos nublados (RINNAI, 2016). Conforme o autor, isto se deve principalmente por causa de seu conceito construtivo, como mostra a Figura 9 e detalhado a seguir.

Figura 09: Conceito construtivo do tubo solar a vácuo



Fonte: ULTRASOLAR, 2016

A medida que a água é aquecida, pela diferença de densidade, essa água desloca-se para cima, e a água mais fria desce pelo tubo em um fluxo contínuo enquanto houver incidência de radiação solar.

## 2.2 Reservatório de água quente

A produção de água quente pode ser armazenada em reservatórios térmico, permitindo sua disponibilização em função da real necessidade dos usuários.

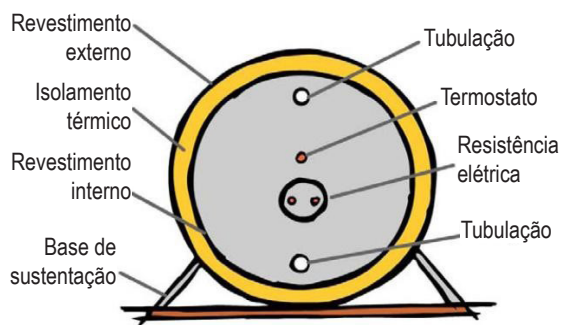
Conforme Mund (2014), para manter a água aquecida, o reservatório térmico deve contar com um baixo coeficiente de troca térmica com o ambiente, utiliza materiais que sejam resistentes à corrosão, que tenham uma boa rigidez estrutural e suportem temperaturas entre 60°C e 80°C, faixa normalmente utilizada nos sistemas domésticos.

Os diferentes tipos de materiais utilizados nos reservatórios são normalmente estabelecidos em função das características da água utilizada nos sistemas de aquecimento, porém são geralmente confeccionados em aço inoxidável ou aço vitrificado com revestimento em epóxi (CHEN, 2011).

Para garantir um bom isolamento térmico, o tanque metálico é normalmente recoberto por um bom material isolante (lã de vidro e poliuretano), com coeficientes de condução térmica na ordem de 0,03 a 0,04 W/mK. Um encapsulamento de aço galvanizado ou alumínio garante um bom acabamento e certa rigidez ao sistema (MUND, 2014).

As partes constituintes do reservatório térmico são mostradas na Figura 10 e assim detalhadas (REDE BRASIL, 2008):

Figura 10: Ilustração do reservatório térmico em corte



Fonte: REDE BRASIL, 2008.

- Corpo interno: fica em contato direto com a água aquecida e, por isso, deve ser fabricado com materiais resistentes à corrosão, tais como cobre e aço inoxidável nos reservatórios fechados. Nos reservatórios abertos, utiliza-se também, o polipropileno.
- Isolamento térmico: minimiza as perdas de calor para o meio. É colocado sobre a superfície externa do corpo interno, sendo a lã de vidro e a espuma de poliuretano os materiais mais utilizados.

- Proteção externa: tem a função de proteger o isolante de intempéries, tais como: umidade, danos no transporte ou instalação. Essa proteção é normalmente de alumínio, aço galvanizado ou aço carbono pintado. Não se recomenda o uso de lona plástica.
- Sistema auxiliar de aquecimento: é um sistema de aquecimento que tem como objetivo complementar o aquecimento solar de modo a garantir o fornecimento de água quente, seja em períodos de baixa insolação ou mesmo quando ocorrer consumo excessivo. Usualmente, o sistema de aquecimento auxiliar elétrico é constituído por uma ou mais resistências elétricas blindadas, colocadas no reservatório térmico em contato com a água armazenada. O acionamento dessas resistências pode ser controlado automaticamente por meio de um termostato, ou manualmente, pelo próprio usuário.
- Tubulações: servem para alimentação e para a distribuição de água quente aos pontos de consumo.

## 3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os recursos energéticos são utilizados pelo homem para satisfazer algumas de suas necessidades básicas em forma de calor e trabalho. Com o crescimento da população mundial a utilização de energia elétrica e de combustíveis fósseis, estão cada vez maiores. Com isso, alternativas energéticas vêm despertando interesse no mundo todo. Dentre estas, a energia solar térmica para aquecimento de água, principalmente devido à sua importância social, econômica, ambiental e tecnológica.

Ao longo deste artigo, foram apresentados os principais conceitos de energia solar térmica, relatando os tipos e funções de sistemas solares (painéis solares) para aquecimento de água.

Apesar do seu elevado custo inicial, este sistema de aquecimento de água se torna viável pois, em pouco tempo cobre o seu custo inicial. Além, de ser proveniente de uma fonte de energia limpa, sendo assim, preservando o meio ambiente e reduzindo a exploração insustentável de recursos naturais.

Esta tecnologia permite a união perfeita de economia, conforto e respeito ao meio ambiente.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. A.. **A moderna construção sustentável**. Disponível em: <<http://www.idhea.com.br/pdf/moderna.pdf>> Acesso em 30 jun. 2016.

AZEVEDO, R. M. **Energia e Meio Ambiente: Uma alternativa sustentável – Energia solar térmica**. Relatório

final de iniciação científica. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca. Rio de Janeiro, 2010.

CASTANHEIRA, L. F. C. **O planejamento energético urbano e o desenvolvimento sustentável.** Dissertação (mestrado) em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores. Faculdade de Engenharia de Universidade do Porto. Porto, 2002.

CHEN, B. **Manual técnico para projeto e construção de sistemas de aquecimento solar & gás natural.** Sistemas de Aquecimento de Água para Edifícios através da associação Solar & Gás Natural. Março, 2011.

DASOL. **Departamento Nacional de Energia Solar Térmica – Princípio de funcionamento.** Disponível em: <<http://www.dasolabrava.org.br/informacoes/principio-de-funcionamento/>> Acesso em 06 de julho de 2016.

ECYCLE. **Aquecimento solar de água: entenda variações e funcionalidades dos tipos de sistema.** Disponível em: <<http://www.ecycle.com.br/component/content/article/69-energia/3510.html>> Acesso em 07 de julho de 2016.

ENERGIAS RENOVÁVEIS. **Tecnologias: Coletores Solares Térmicos.** Disponível em : <[http://energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID\\_conteudo=41&ID\\_area=8&ID\\_sub\\_area=26](http://energiasrenovaveis.com/DetailheConceitos.asp?ID_conteudo=41&ID_area=8&ID_sub_area=26)> Acesso em 06 de julho de 2016.

FERRO, R. **Residências consomem 72% de energia solar gerada no país. 2010.** Disponível em: <<http://cb-csnoticias.blogspot.com.br/2010/07/residencias-conso-mem-72-de-energia.html>> Acesso em 30 jun. 2016.

GREEN, E. **Energia Solar Térmica.** Março de 2011. Disponível em: <<http://vazuerra.blogspot.com.br/2011/03/energia-solar-termica.html>> Acesso em 07 de julho de 2016.

HELIOTEK. Casas – **Projetos Residenciais e Comerciais.** Disponível em: <<http://www.heliotek.com.br/Cases/Projetos-Residenciais-e-Comerciais/>> Acesso em 06 de julho de 2016.

ISOLDI, R.; SATTTLER, M. A.; GUTIERREZ, E.. **Tecnologias inovadoras visando a sustentabilidade: um estudo sobre inovação, técnica, tecnologia e sustentabilidade em arquitetura e construção.** Universidade Federal de Pelotas, 2009. Disponível em < <http://www2.ufpel.edu.br/faurb/prograu/documentos/artigo3-sustentabilidade.pdf>> Acesso em 04 de jul. 2016.

MADEIRA, A. S. G. **Integração de painéis solares térmicos soluções de pós-construção.** Dissertação (mestrado) – Faculdade de Ciência e Tecnologia, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa 2010.

MUND, L. F. **Análise da viabilidade técnica e econômica de coletores solares para aquecimento de água em residências.** Trabalho de conclusão de curso (Bacharel) em Engenharia Mecânica – Faculdade Horizontina. Horizontina, 2014.

NEOSOLAR. **Energia Solar – Porta São Francisco.** Disponível em: <<http://www.portalsaofrancisco.com.br/alfa/energia-solar/energia-solar.php>> Acesso em 06 de julho de 2016.

QUALISOL. **Energia Solar – Aquecimento Solar Plano.** Disponível no <<http://www.qualisol.eng.br/#!aquecedor-solar-plano/c1hbt>> Acesso em 06 de julho de 2016.

REDE BRASIL. **Noções iniciais sobre aquecimento solar.** Rede Brasil de Capacitação em Aquecimento Solar

RINNAI. **Manual do Usuário – Coletor Solar com Tubo a Vácuo.** Disponível em: <<http://www.rinnai.com.br/uploads/manual/117.pdf>> Acesso em 06 de julho de 2016.

RINNAI. Sistema de Aquecimento Solar (SAS) – **Manual de Instalações.** Disponível em: <<http://www.rinnai.com.br/uploads/manual/158.pdf>> Acesso em 07 de julho de 2016.

ULTRASOLAR. **Manual do usuário – Coletor solar com tubo a vácuo.** Disponível em: <<http://www.novacell.com.br/imagens/catalogos/Manual-VIVA03.pdf>> Acesso em 06 de julho de 2016.