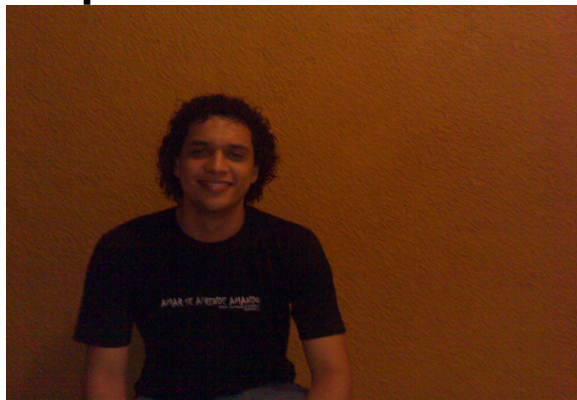




**Instituto de Física “Gleb Wataghin” – UNICAMP  
F 609 – Instrumentação para Ensino  
Primeiro semestre de 2008**

## **Relatório Parcial Aquecedor baixo custo**



Aluno: André Tarcílio França Batista RA: 042001  
Orientador: Prof. Dra. Elizabeth Barolli  
Coordenador da disciplina: Prof. Dr. José Joaquín Lunazzi

Junho de 2008

## Índice

<b>1.Resumo do Projeto . . . . .</b>	<b>.3</b>
<b>1.1Descrição . . . . .</b>	<b>.3</b>
<b>1.2Importância . . . . .</b>	<b>.3</b>
<b>1.3Originalidade . . . . .</b>	<b>.3</b>
<b>1.4Lista de Materiais . . . . .</b>	<b>.4</b>
<b>2.Sobre a montagem . . . . .</b>	<b>.4</b>
<b>2.1Montagem . . . . .</b>	<b>.4</b>
<b>2.2Dificuldades . . . . .</b>	<b>.5</b>
<b>3.Descrição . . . . .</b>	<b>.5</b>
<b>3.1Pintura . . . . .</b>	<b>.5</b>
<b>3.2Transmissão de Calor por condução . . . . .</b>	<b>.6</b>
<b>3.3Um pequeno efeito estufa. . . . .</b>	<b>.6</b>
<b>3.4Inclinação do Coletor. . . . .</b>	<b>.6</b>
<b>3.5Simplificando. . . . .</b>	<b>.7</b>
<b>3.6Outro modelo brevemente discutido. . . . .</b>	<b>.7</b>
<b>4.Instalação e coleta de dados. . . . .</b>	<b>.8</b>
<b>5.Conclusão. . . . .</b>	<b>.10</b>

## **1. Resumo do Projeto**

### **1.1 Descrição**

No mundo a forma de produção de energia elétrica, está sendo colocada em cheque, mesmo

em países cuja matriz energética vem de energias renováveis, como é o caso do Brasil. Acontece que a construção de hidrelétricas requer a inundação de grandes áreas que poderiam estar sendo utilizadas, por exemplo, com agricultura, para aumentar a oferta de alimentação. Cabe lembrar que em nosso país, 29.3% da população está abaixo da linha da pobreza, isto é, com uma renda mensal menor do que 80 reais per capita, segundo estudo da FGV.

Nas residências, o chuveiro é um dos principais responsáveis pela demanda de energia elétrica. A redução desse gasto não é trivial de ser realizada, até porque implica sobretudo numa mudança cultural dos usuários da energia elétrica. Ou seja, combater o desperdício e reduzir o consumo têm se mostrado uma meta difícil de ser alcançada, mesmo com campanhas freqüentes. Segundo estudos da Cemig (Companhia de Energia de Minas Gerais), cerca de 15% de toda a energia elétrica produzida no Brasil é destinada ao aquecimento de água.

Assim, a busca de soluções que implicariam numa redução dos impactos ambientais causados pelas construções de barragens é mais do que urgente. Dentre essas soluções, uma que tem se mostrado bastante viável é o aquecedor solar. No caso de uma residência, por exemplo, os gastos com energia elétrica poderiam ser diminuídos em até 40%.

Nossa intenção com este projeto é produzir um aquecedor solar usando materiais de baixo custo. Essa escolha se justifica não só pelo fato de que a construção de um coletor solar por parte de estudantes da educação básica, tem a potencialidade de problematizar a questão energética no âmbito do que hoje denominamos desenvolvimento sustentável, mas também pelo fato de contribuir para a discussão de vários conceitos da Física Térmica – condução, irradiação e convecção do calor, condutividade térmica dos materiais, dilatação térmica, entre outros – bem como permitir o desenvolvimento de habilidades, tais como, observação, medição, controle de variáveis, cuidados experimentais etc.

### **1.2 Importância didática**

Um aquecedor de fácil fabricação pode ser feito na escola com crianças, jovens e adolescentes e ser utilizado em suas próprias casas, contribuindo para uma abordagem interdisciplinar em acordo com os princípios CTSA.

### **1.3 Originalidade**

Um projeto parecido foi financiado pela CELESC (Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.) e desenvolvido pelo Sr. José Alcino Alano.

No instituto a Tatiana Góes Peixoto Stradulis, fez uma montagem de um coletor solar que difere muito desse, o dela envolvia materiais que eram mais caros tais como vidro e isopor, sendo o último sensível ao tempo o que dificultaria uma utilidade prática e produção em série. Nesse projeto usamos as caixas Tetra Pak e garrafas PET que virariam lixo diminuindo o custo e tornando o projeto mais ecológico. A ênfase também difere, pois nesse a idéia é propor aos alunos do Ensino Básico fazer seu próprio aquecedor, tendo em vista uma parceria com uma escola aqui de Campinas. Nesse também mediremos quanto de água podemos aquecer por dia e a quantos graus o sistema é capaz de chegar.

O projeto da Tatiana Góes Peixoto Stradulis, foi também estudado por Marco Marton e usando a montagem dela ele mostrou como pode-se aquecer água através da

convecção, o qual não será o foco desse experimento.

Na unicamp também tem um professor da engenharia que desenvolve um projeto semelhante com aquecedor, mais informações na bibliografia 6.

### **1.4 Lista de Materiais**

Garrafas Pet  
Caixa de Leite Tetra Pak  
Tinta Preta Fosca  
Fita Isolante  
Cano ½ PVC  
Durepox  
Cola para PVC  
Serrinha  
Termômetro

## **2. Sobre a montagem**

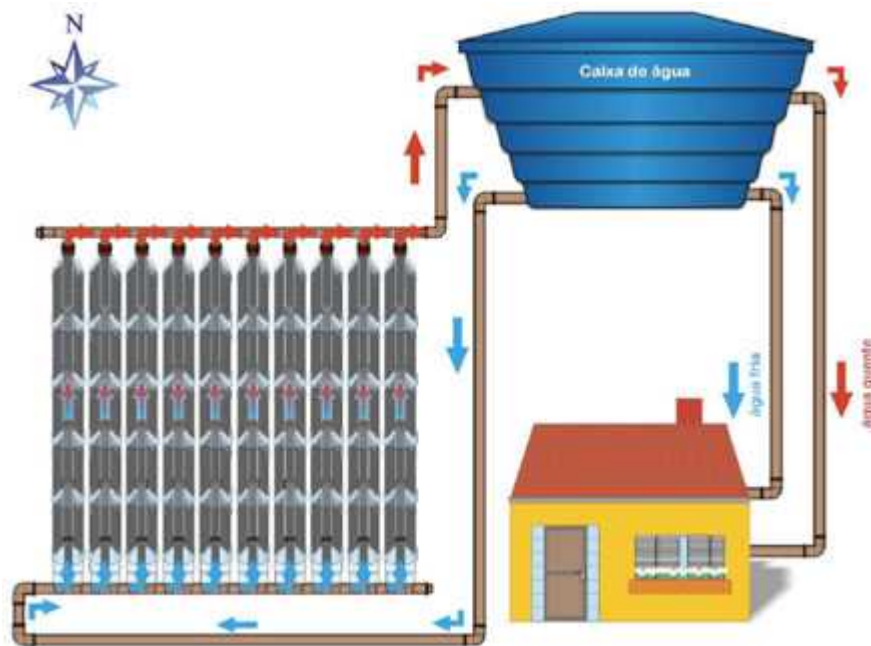
### **2.1 Montagem**

O projeto esta sendo desenvolvido basicamente em 2 etapas, a etapa de montagem e a etapa de coleta de dados e analise da montagem. A primeira etapa já foi superada onde seguimos os seguintes procedimentos:

1. Foram Cortados o fundo das 20 garrafas PET.
2. Foram cortados as caixas de leite Tetra Pak de modo a deixa-la em forma de folha, e em seguida pintamos a parte metálica de preto.
3. Foram Cortados outras 5 garrafas PET restantes de modo que no fundo seja cortado apenas o suficiente para passar o cano PVC de ½.
4. Foram encaixados o cano as cinco garrafas de modo a medir em que tamanho o cano deve ser cortado .A partir disso cortamos cinco garrafas de mesmo tamanho.
5. Em seguida essa cinco barras restantes foram pintadas de preto.
6. Depois da tinta seca, encaixamos a primeira garrafa no cano e em seguida é colocado a caixa Tetra Pak de modo que o lado preto seja o lado que receberá sol. Assim para as cinco garrafas que irão compor essa coluna, e em seguidas para as outras quatro barras.
7. Assim encaixamos as emendas de cano PVC ½.

A segunda parte do projeto que é a estrutura para coleta de dados foi da seguinte maneira:

1. Compra de um reservatório
2. Instalação do aquecedor no reservatório conforme a figura:  
Foram usados nos procedimentos instrumentos simples como lixa, serra e faca.  
Para coleta de dados esta sendo utilizado um termômetro.



## 2.2 Dificuldades encontradas

Na montagem do aquecedor tivemos como principal dificuldade a vedação das garrafas PET para que o conjunto formasse uma pequena estufa, e para isso utilizamos durepox nas partes inferiores e superiores das colunas de 5 garrafas. Também encontrei dificuldades ao cortar a garrafa que ficaria com o furo suficiente pra que o PVC passe, e para isso foi utilizado uma faca quente, pois o fundo da garrafa PET é muito duro e a faca quente proporcionou um corte fácil e preciso.

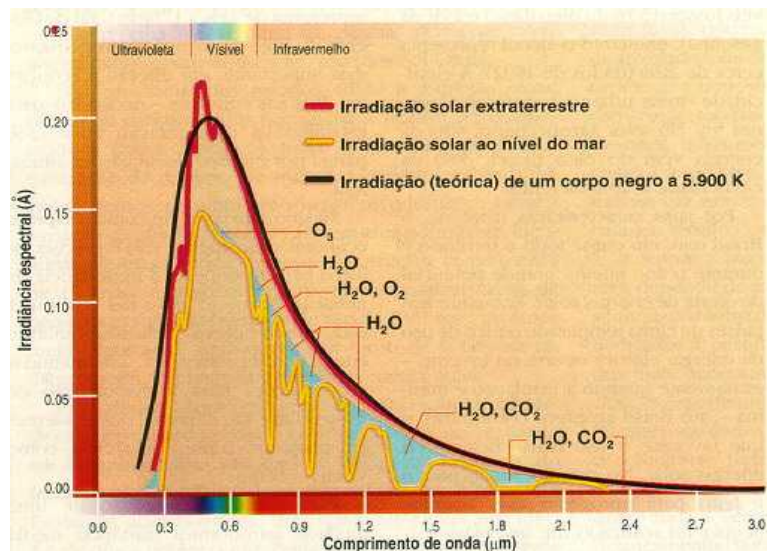
Na montagem para coleta de dados a principal dificuldade é colocar a caixa acima do nível da montagem, pois tive que fazer a montagem onde moro. A solução encontrada foi comprar tijolos e fazer quatro colunas para sustentação da caixa d'água.

## 3. Descrição

### 3.1 Pintura

A luz possui energia ( $E=hf$ , sendo  $h$  a constante de Plank e  $f$  a freqüência do fóton observado), e é essa energia que será utilizada para o funcionamento do aquecedor.

A radiação solar que chega até o solo é composta em maior densidade pelos comprimentos de onda visíveis (como mostrado pela figura), logo, para que tenhamos maior absorção dessa luz que chega é necessário que usemos o preto já que um objeto preto absorve todos os comprimentos de onda da região visível do espectro, ou seja, apresenta menor grau de luminosidade.



A tinta fosca é escolhida para que tenhamos máximo aproveitamento na absorção da luz, pois a tinta fosca é sem brilho, ou seja, ela evita ao máximo a reflexão de luz em qualquer ângulo. A luz ao incidir no material faz vibrar as suas cargas constituintes, e essa vibração(energia cinética) se incorpora à energia térmica do material irradiado.

### 3.2 Transmissão do calor por condução

A transmissão de calor do aquecedor para a água se dá por condução, isto é, a parte externa é aquecida pela irradiação solar e esse aquecimento é transmitido para a água por irradiação, microscopicamente dizendo, as moléculas em contato com a radiação solar adquirem energia cinética extra. Na interação entre as moléculas, esse aumento da energia cinética altera a energia potencial de interação entre as moléculas vizinhas, pois ao vibrar mais intensamente as moléculas se afastam mais da posição de equilíbrio. Essas interações são interpretadas como choques entre as moléculas, que se propagam por toda a extensão do objeto, resultando no aquecimento da água, a qual não estava em contato direto com o sol. É também através desse modo que uma panela transmite o calor da chama do fogão para o seu interior.

### 3.3 Um pequeno efeito estufa

O efeito ocorre quando a radiação é absorvida por gases, como consequência disso o calor fica retido. Nesse aquecedor essa propriedade é usada e contribui muito para melhorar a eficiência do aquecedor, pois a camada de ar quente que fica ali retido dentro da garrafa PET junto com o cano além de contribuir para aquecer o cano, também funciona como isolante de efeitos que poderiam esfriar o cano e conseqüentemente a água tais como a chuva e o vento. Esse efeito é o mesmo ao de um carro quando o deixamos parado na rua durante o dia e quando voltamos o interior do carro está muito quente.

### 3.4 Inclinação do coletor

A inclinação do coletor deve ser a latitude somada de 10 graus, pois o ideal é colocá-lo perpendicular à altura solar média do inverno ao meio dia. Assim temos o máximo de absorção de irradiação durante o dia. Esse aumento dado ao ângulo da latitude permite ainda um aproveitamento melhor da radiação incidente em virtude da

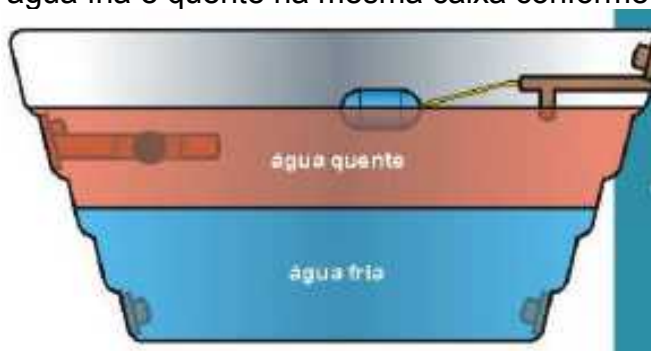
variação anual da declinação solar.

### **3.5 Simplificando**

A luz entra no coletor atravessando a garrafa PET, é absorvida pela superfície preta da caixa de leite, pelo cano PVC e pelo ar dali de dentro, esse calor é transferido por condução para água, a água de acordo com seu aquecimento por convecção irá subir retornando a caixa d'água, onde iremos tomar medidas de sua temperatura e da capacidade diária de aquecimento.

### **3.6 Outro modelo brevemente discutido**

Outro modelo a ser discutido é o da caixa térmica já que essa representa um alto custo para a montagem de um coletor solar e extremamente necessária para a conservação da água quente. O modelo de aquecedor produzido aqui não utilizou caixa térmica, armazenou a água fria e quente na mesma caixa conforme a figura.



O que foi notado é que num possível banho a noite a água já não estaria numa temperatura em que possibilite a mistura da água fria com a água quente, logo, para um melhor rendimento seria necessária a caixa térmica porém o custo de uma convencional seria de aproximadamente de 350 reais para uma de 200 litros do fabricante X.

Quando me veio essa questão pensei em fazer um reservatório de geladeira velha cujo custo gira em torno de 30 reais e fazendo algumas adaptações fáceis para armazenar água o custo desse reservatório chegaria a no máximo 80 reais e com capacidade em torno de 300 litros, porém não foi proposto fazer esse trabalho aqui, mas pretendo realiza-lo mais tarde num aquecedor que estou projetando para minha residência.

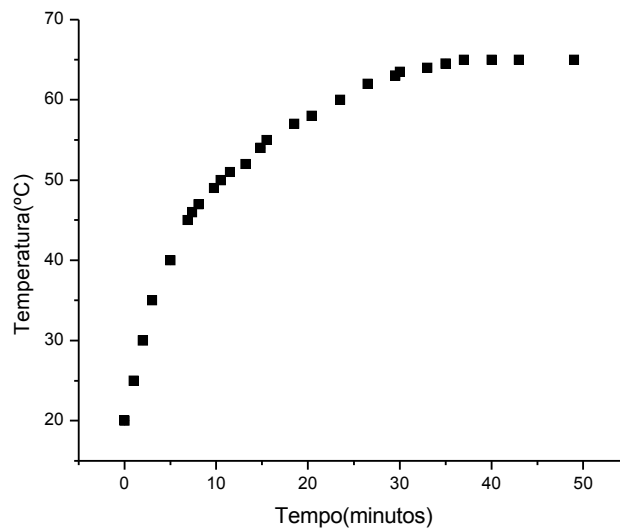
### **4. Instalação e Coleta de dados**

O coletor solar foi instalado na pensão onde moro aqui em campinas recebendo sol durante o dia todo a seguir a foto da montagem:



A montagem teve inclinação de  $32^{\circ}50' \pm 25''$ , pois a latitude do local é de  $22^{\circ}48'59.78'' \pm 0.005''$ , segundo o Google Earth, acrescentando  $10^{\circ}$  conforme dissemos no item inclinação.

Em seguida tomamos dados da variação da temperatura do ar no interior da garrafa em função do tempo para saber com qual taxa o aquecedor é aquecido pela radiação solar e obtivemos o seguinte gráfico:



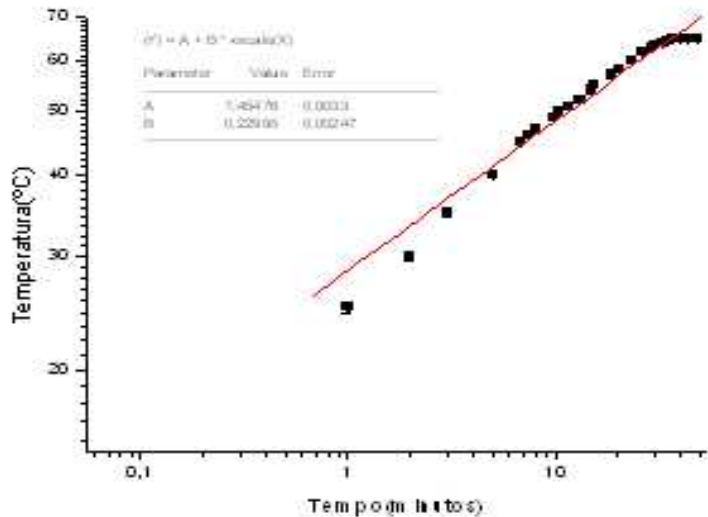
(temperatura ambiente de  $20^{\circ}$  no período das 9h as 10h da manhã)

O observado foi que a taxa de crescimento começa alta girando em torno de



5°C/min depois a partir dos 3 minutos essa taxa foi para 2,5°C/min e assim essa taxa foi sendo “freitada”, pela saturação da capacidade do aquecedor, chegando ao ponto de em torno dos 35min a taxa tendesse a zero.

Notamos um gráfico exponencial, então foi feito um gráfico logXlog para que fosse obtida uma reta e o que obtivemos foi:



Assim obtivemos uma reta do tipo  $Y=A+BX$  com  $A=1,45\pm 0,003$  e  $B=0,22\pm 0,002$  o que nos leva a obter a seguinte equação para o aquecimento do conjunto  $T(^{\circ}C)=(1,65^x)+28$  mostrando assim uma função exponencial.

Depois medimos as seguintes características do aparato:

Área: 0,49m<sup>2</sup>

Capacidade de aquecimento: 3L/h a 50°C

Potencia: 51,1W/m<sup>2</sup>

A potencia foi medida utilizando a seguinte formula:

$Q=mc\Delta T$  (sendo Q a quantidade de calor obtida em calorias, c o calor específico da água e  $\Delta T$  a variação de temperatura)

assim foi obtido:

Q=900Kcal para a água aquecida em um dia, assim achamos:

P=104,6W ou 213,6W/m<sup>2</sup> ou 2,1KWh/m<sup>2</sup>dia, considerando a iluminação solar durante o dia de 10h.

O gasto nesse coletor foi de 40 reais, temos então um custo de 1,33 reais por capacidade(litros) em um dia, considerando que toda água não tenha perdas com o ambiente quando armazenada.

Se tomarmos um aquecedor convencional, tomando os mesmos critérios utilizados aqui, fazendo sua caracterização, aquecedor da marca X(líder no mercado), chegamos aos seguintes dados:

Área: 1m<sup>2</sup>

Q=3000Kcal para a água aquecida em um dia, assim achamos:

P=350W ou 350W/m<sup>2</sup> ou 3,5KWh/m<sup>2</sup>dia

Temos um custo de 4,10 reais por capacidade(litros) de produção em um dia.

Segundo dados da CPFL o custo de um banho de 15 minutos gira em torno de 50 centavos. Assim a economia de energia em um mês chega a 15 reais por pessoa para quem usa os aquecedores solares.

## 5. Conclusão

O aquecedor produzido aqui tem potencia/m<sup>2</sup>dia inferior ao convencional de mercado. O convencional utiliza equipamentos superiores que tem grande influencia na capacidade de absorção da radiação solar e na transmissão de calor para a água, pois utilizam metais como cobre ou alumínio tanto nos canos como no material que faz o fundo do coletor além de um material de isolamento feito com materiais termoplásticos. Porém a principal idéia do coletor de baixo, além de demonstrar um custo beneficio melhor (custo por capacidade de produção em um dia), é que ele é de fácil fabricação podendo ser utilizado tanto em escolas para ensinar conceitos como os abordados nesse trabalho e de fácil aplicação como em qualquer residencia seja baixa renda seja de alta possibilitando a todos a economia de energia e conseqüente colaboração com a sociedade.

## 6. Bibliografia

1. <http://josealcinoalano.vilabol.uol.com.br/manual.htm>



**ATENÇÃO:** Acessem [www.pr.gov.br/meioambiente/pdf/solar.pdf](http://www.pr.gov.br/meioambiente/pdf/solar.pdf) e terão um manual deste projeto, elaborado e disponibilizado a todos pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná.

Nossos agradecimentos, não só por investirem na divulgação e implantação do Aquecedor Solar com Descartáveis no Paraná, mas sim, pela grandeza e sensibilidade de terem a visão de que, os problemas Sócio-Ambientais não tem fronteiras e que dizem respeito a todos.

Um agradecimento especial também à CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A., que através da Responsabilidade Social firmamos uma parceria, viabilizando o Aquecedor Solar para toda Santa Catarina.

Esperamos através dos textos, diagramas e fotos, repassarmos dentro das nossas limitações, todas as informações necessárias á construção e instalação do aquecedor . Contamos com a criatividade e boa vontade de

todos, na aplicação e em melhorias no projeto, e que cada um adapte-o as suas necessidades. Sucesso !!

## Sumário

### 1- Apresentação

1.1-Histórico

1.2-Finalidade

1.3-“Cuidados especiais”

### 2- Como funciona um Aquecedor Solar

2.1-Circulação por termo sifão

2.2-Circulação forçada

### 3- Produzindo os componentes do conjunto

3.1-Passo a passo na construção do coletor solar

3.2-Caixa d’água ou reservatório

3.3-Isolamento térmico da caixa ou reservatório

### 4- Tópicos referentes à instalação do conjunto

4.1-Dimensionar o projeto conforme o consumo e região do país

4.2-Suportes de fixação para o coletor e da caixa ou reservatório

4.3-Isolamento térmico dos dutos de cima do coletor, até a caixa ou reservatório  
Distância entre a caixa ou reservatório 4.4-

4.5-Misturador de água quente/fria, simples mas prático

4.6-Instalação do controle eletrônico de temperatura ao chuveiro

4.7-Tempo necessário de exposição solar com eficiência térmica

### 5- Considerações finais e fotos dos equipamentos de corte

# 1-Apresentação

## 1.1-Histórico

Somos conscientes das facilidades e conforto que toda essa gama de embalagens nos proporciona, mas é visível o impacto ambiental que causam quando descartadas de maneira errada e irresponsável. Com o propósito de dar um destino útil às embalagens pet , caixas tetra pak, bandejas de isopor, sacolas plásticas, etc., surgiu-nos a idéia de aplicá-las num aquecedor solar alternativo, em sintonia com nossa preocupação na adoção, sempre que possível, por sistemas ecologicamente corretos.

Em conseqüência dos resultados obtidos, com um projeto extremamente simples e barato, sentimos que poderíamos dar um destino coletivo, à implantação do mesmo.

## 1.2-Finalidade

Economizar energia elétrica, beneficiar o meio ambiente com uma reciclagem direta sem qualquer processo industrial nos descartáveis, nosso projeto tem também como objetivo, conscientizar a todos de que todas essas embalagens (pós-consumo) podem ter aplicação útil no lado social. O registro junto ao INPI (Instituto Nacional de Propriedade Industrial) se fez necessário para garantir a finalidade social e, que se Deus quiser, juntos conseguiremos proporcionar uma melhor qualidade de vida ao maior número possível de pessoas, com um pouco mais de conforto e dignidade. Nosso propósito, jamais foi o de extrair dividendos na comercialização do mesmo, mas sim, quem sabe, gerar renda e empregos em cooperativas de catadores, instituições, etc. Através dos contatos pessoais e do grande número de e-mails que recebemos, são claras as preocupações das pessoas, tanto com o meio ambiente quanto aos problemas sociais que muito nos afligem, porém dispostas a se envolverem não só com o nosso projeto, e sim, com tudo que contribua com o consumo sustentável e inclusão social. Talvez pela simplicidade do projeto, o mesmo vem sendo implantado por ongs, universidades, empresas, clubes de serviços, em várias instituições e habitações de famílias com baixa renda. Convocamos aqueles que não queiram instalar o nosso projeto e que tenham melhor poder aquisitivo, a instalarem outro tipo de Aquecedor Solar. Há excelentes sistemas no mercado.

Desfrutem dessa energia gratuita e integrem-se também aos que vêem o planeta como um todo, adotando como filosofia a preservação do meio ambiente. Esse ecossistema frágil que não deve ser agredido, sob pena de respostas nada frágeis.

Não é possível que sejamos tão imediatistas e irresponsáveis, ao extremo de comprometermos os destinos não só dessa, mas principalmente das futuras gerações.

Recomendamos o excelente livro “Mundo Sustentável”, do jornalista André Trigueiro, recém lançado em todo Brasil. O mesmo contém uma série de projetos e informações, com soluções interessantes, para diversos problemas Sócio-Ambientais.

## 1.3- “Cuidados especiais”

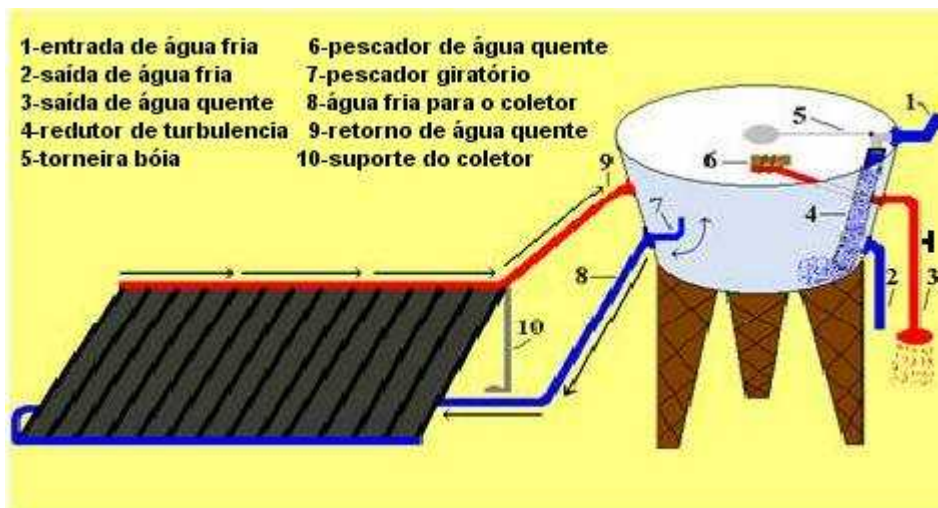
Observação importante se faz necessária no cuidado que devemos ter no manuseio com as garrafas pet, caixas tetra pak, enfim, com o lixo como regra. As precauções são quanto à procedência das embalagens, com o propósito de evitarmos o contágio de doenças extremamente graves, um exemplo o contato com a urina de ratos, que causa a leptospirose. Em caso de dúvidas informe-se junto à vigilância sanitária, secretaria de saúde de seu município ou com pessoas qualificadas sobre os cuidados que devemos ter.

## 2-Como funciona um Aquecedor Solar

### 2.1-Circulação por termo sifão

O princípio de funcionamento por termo sifão é o que melhor se adapta á sistemas simples, como ao nosso projeto. Desde que, tenhamos a possibilidade de instalarmos o coletor solar com a barra superior do coletor, ligada ao retorno de água quente (9), sempre abaixo do nível inferior (fundo) da caixa ou reservatório, como indica o diagrama nº1, sendo o ideal 30cm o mínimo e no máximo 3m essa diferença.

Diagrama nº 1



Essa diferença de altura é necessária para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade entre a água quente e a fria, sendo que à medida que a água esquenta nas colunas do coletor, ela sobe para a parte superior da caixa ou reservatório, pressionada pela água fria, que por ser mais pesada flui para a parte inferior do coletor empurrando a água quente para a parte de cima da caixa ou reservatório. Esse processo permanece enquanto houver radiação solar. Efeito idêntico aos aquecedores convencionais do mercado com sistema termo sifão, diferenciando-se apenas nos materiais aplicados na sua fabricação.

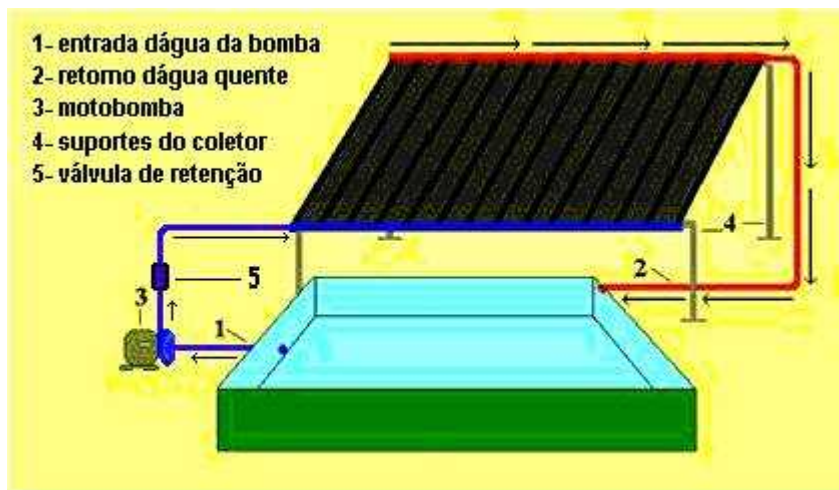
### 2.2-Circulação forçada

Sistema em que o coletor fica mais alto do que a caixa ou reservatório, um exemplo é o aquecimento de piscinas. Esse sistema é dotado de um termosensor, responsável pelo acionamento de uma motobomba. Ou seja, assim que o coletor solar estiver produzindo água quente e atinja a uma temperatura pré-estabelecida, o termosensor aciona a motobomba efetuando a troca de água quente pela fria no coletor e desligando a motobomba, até que o aumento da temperatura acione novamente o termosensor.

Esse ciclo repete-se enquanto tiver radiação solar suficiente para o aquecimento.

Faz-se necessário a instalação de uma válvula de retenção (5), para que nos horários sem radiação solar sobre o coletor, evite o ciclo inverso, já que a água do coletor está fria e mais pesada do que a água da piscina, caixa ou reservatório, senão o coletor funcionará como um dissipador de calor, o que esfriará toda água quente armazenada ou sendo aquecida por aquecimento elétrico complementar, quando disponível no sistema.

Diagrama nº 2



### 3- Produzindo os componentes do conjunto

#### 3.1-Passo a passo na construção do coletor solar

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. As garrafas pet e as caixas tetra pak, substituem a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais. O calor absorvido pelas caixas tetra pak, pintadas em preto fosco, é retido no interior das garrafas e transferido para a água através das colunas de PVC, também pintadas em preto. A caixa metálica com vidro ou as garrafas

pet, tem como função proteger o interior do coletor das interferências externas, principalmente dos ventos e oscilações da temperatura, dando origem a um ambiente próprio. Apesar de simples, contém detalhes indispensáveis na sua confecção e no seu funcionamento.

O dimensionamento do coletor solar em relação à caixa d'água ou acumulador, 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 conseqüência comprometer a estrutura do coletor solar na parte superior, causando vazamentos. No capítulo 4, item 4.1-Dimensionar o projeto conforme o consumo e região do país, encontrarão as informações de como dimensionar o projeto.

Obs.: Cuidado também com a caixa d'água ou reservatório, se os mesmos forem de materiais com limites de temperatura .

### 3.1.1-Escolha das garrafas pet, como e qual tamanho cortá-las

Três são os tipos de garrafas que utilizamos na construção do mesmo, dando preferência às garrafas transparentes (cristal) lisas (retas), cinturadas de Coca e de Pepsi. Estamos testando algumas garrafas verdes, que aplicamos num coletor solar e com os resultados alcançados semelhantes às do tipo cristal. Como a cor verde absorve calor, supostamente causará a degradação da garrafa mais rapidamente, comprometendo a sua transparência. Mas queremos deixar claro que não temos a confirmação de tal degradação, já que as utilizamos a pouco tempo. Como informação, o primeiro coletor solar que instalamos em nossa residência, foi feito com garrafas lisas (retas) tipo cristal, e completou em Abril de 2006 três anos e meio. Nota-se que as mesmas apresentam dilatações entre as garrafas, prejudicando a vedação entre elas, o que não ocorreu com o outro coletor feito á três anos, com garrafas cinturadas (Coca, Pepsi, Sukita).

Para facilitar o corte das garrafas, sugerimos um gabarito simples, ou seja, corte 2 pedaços de tubos em PVC de 100mm: 1 com 29cm e o outro com 31cm . Em seguida faça um corte longitudinal nos 2 tubos, possibilitando a introdução da garrafa no mesmo, definindo o tamanho da garrafa a ser cortada. Sugestão : cortem com estilete.

O tubo de 29cm servirá de medida para o corte das garrafas lisas e as de Pepsi e o tubo de 31cm, apenas para o corte das garrafas de Coca. Fotos abaixo :

Obs.: Mesmo as garrafas de Pepsi e de Coca apresentam tamanhos diferentes por região, em razão das matrizes onde são sopradas.

Sugestões: após o consumo do refrigerante, lavem a garrafa e deixe escorrer a água. Leve à geladeira por 2min sem a tampa e ao retirar da geladeira, tampe-a rapidamente.

O ar frio no interior da garrafa voltando à temperatura ambiente, causará o aumento do volume, pressurizando a mesma e eliminando o risco de auto-amassar-se quando guardada em lugar frio, até a sua aplicação no coletor solar.

Caso tenham poucas garrafas e entre elas algumas amassadas, poderão aproveitá-las. Adicionem 100ml de água fria, tampe-a e aqueça-a no microondas por 45 segundos. Ao retirar-la do forno, gire a mesma na horizontal por uns 10 segundos, deixe-a em pé e só depois com cuidado desenrosque a tampa lentamente para liberar o vapor. Joguem a água fora e deixe a garrafa esfriar sem a tampa. Mas fica a pergunta, porque não usar água quente? - Porque a garrafa sem a pressão do vapor como sustentação, ao receber a água quente deforma-se ainda mais.

Obs.: Nessa operação protejam-se com óculos de proteção, luvas, avental, e em local longe o suficiente de outras pessoas, especialmente crianças.

As caixas tetra pak têm em sua composição, 5% de alumínio, 20% de polietileno e 75% de celulose, o que dificulta sua coleta como apenas papel, exigindo portanto equipamentos especiais na separação desses três materiais. São poucas as empresas especializadas em tal processamento, o que desestimula os catadores, apesar de campanhas do principal fabricante (Revista Superinteressante Julho/2004, página 79).

A aplicação delas em nosso projeto oferece excelentes resultados, pois a combinação dos três materiais evita que se deformem na temperatura a que serão submetidas, dentro das garrafas, ao contrário se optássemos por papel comum. Vale lembrar que, quando vazias as caixas devem ser abertas na parte de cima, lavadas e deixadas a escorrer a água, caso contrário, teremos a formação de microorganismos e forte mau cheiro. Para guarda-las, devem ser planificadas, ou seja, achatadas, para tanto basta descolar as orelhas laterais em seus quatro cantos e apertar no corpo da embalagem, deixando-a pronta para os cortes e dobras, diminuindo assim o volume e ocupando menos espaço na estocagem.

Devido à umidade nas caixinhas, é normal a formação de condensação (umidade) no interior das garrafas, nas primeiras horas de exposição ao sol do coletor solar.

Com o propósito de simplificar o corte nas caixas tetra pak, adotamos um único tamanho para os diversos tipos de garrafas, ou seja com 22,5cm de comprimento (Fig.1), e com mais 1 corte de 7cm na parte de baixo da caixa (Fig.2), que servirá de encaixe do gargalo da próxima garrafa. Devemos dobra-la aproveitando os vincos das laterais da mesma (Fig.3), e com mais duas dobras em diagonal na parte de cima (Fig.4), se amolda à curvatura superior interna da garrafa, dando também sustentação à caixa, mantendo-a reta e encostada no tubo de PVC. Façam todos os cortes e dobras antes da pintura.

Devemos pintá-la com tinta esmalte sintético preto fosco, secagem rápida para exteriores e interiores, usada para ferro, madeira, etc. Mas evitem a compra em spray, torna a pintura muito mais cara. Dêem preferência a latas de 1kg, utilizem na aplicação da tinta um rolo de pintura ou pincel. Para um melhor aproveitamento da tinta, espalhem as caixas devidamente planificadas lado a lado, pintando várias de uma só vez.

Obs.: Não usem tinta com brilho, pois comprometerá o desempenho do coletor, uma vez que os raios solares serão em parte refletidos.

### 3.1.3- Corte, pintura dos tubos, e montagem do coletor

Os tubos das colunas do coletor solar, devem ser cortados de acordo com os tipos de garrafas disponíveis. Vejam abaixo à medida que melhor se enquadra:

100cm- para colunas com 5 garrafas cinturadas (Pepsi,Sukita)

105cm- para colunas com 5 garrafas de Coca

Para as garrafas retas, como há muitos modelos, sugerimos que selecionem e encontrem a medida necessária.

O motivo de aplicarmos no máximo 5 garrafas por coluna, visa não dificultar a instalação do coletor solar em relação à altura da caixa d'água ou reservatório, conforme abordado no item 2.1- Circulação por termo sifão, pois aqui no sul do país exige-se uma maior inclinação em razão da



latitude local. Citamos como exemplo Tubarão/SC, cidade onde moramos a latitude é 28°28' S, enquanto que em Fortaleza, a latitude é 3°43' S.

Voltaremos ao assunto no item 4-Tópicos referentes à instalação do conjunto.

Antes de pintarmos os tubos das colunas com a mesma tinta aplicada nas caixas, devemos isolar com fita crepe de 19mm as 2 extremidades, onde depois de pintados e a tinta seca, retira-se a fita para o devido encaixe nas conexões tipo te.

Os tubos de 20mm(1/2) de distanciamento entre colunas, devem ser cortados com 8,5cm e sem pintura. Medida padrão a todos coletores, não importando os tipos de garrafas.

Mas, caso queiram fazer os barramentos superior e inferior mais reforçados do coletor solar e com melhor circulação, apliquem conexões do tipo te com redução de 25mm(3/4) para 20mm(1/2), e os distanciadores entre colunas com tubos de 25mm(3/4) cortados com 8cm.

A montagem é muito simples, se seguirmos a ordem na colocação dos componentes, e tendo o cuidado de usarmos o adesivo, somente nos tubos e conexões da parte superior do coletor onde circula a água quente. Na parte inferior devemos apenas encaixá-los com a ajuda de um martelo de borracha, tornando a manutenção, se necessário, simplesmente desencaixando a barra inferior sem comprometer o tamanho das colunas, pois caso fossem coladas teriam de ser cortadas, e com a perda de todas as conexões e dos tubos de distanciamento.

Evitem dores de cabeça, a qualidade de todos os materiais aplicados no projeto é fundamental. Fiquem atentos, algumas formas de economizar podem custar caro.

Ao iniciarmos a montagem do coletor solar, devemos proceder à colagem das três peças da Fig. 1, repetindo a operação no número de colunas do coletor solar. Colem um conjuntinho ao outro até formar 5 colunas. Em seguida insiram as garrafas e as caixas tetra pak (fig.2) nas 5 colunas, não esquecendo de fechar a última garrafa de cada coluna, cortando outra garrafa, mas na parte de cima, do lado da tampa. A seguir, com o barramento inferior previamente montado (Fig.4), é só encaixar e fechar esse módulo.

Recomendamos que para regiões muito frias, devemos preencher a parte de baixo, entre a garrafa e a caixa tetra pak (Fig.3), com algum tipo de isotérmico que não absorva umidade (exemplos: rótulos plásticos, sacolas plásticas).

A razão de optarmos por módulos de 5 colunas, é quanto ao manejo, torna-o extremamente fácil carregá-lo até o local de instalação.

Devemos montar um coletor solar com no máximo com 25 colunas, ou sejam 5 módulos. Este cuidado é para evitarmos tenções nos barramentos, trincando alguma conexão e a possível acumulação de bolhas de ar no barramento superior, o que compromete a circulação da água no coletor solar.

A 1ª garrafa de cada coluna deve ser vedada, com tiras de borracha (ex.: câmaras de ar) ou fita auto-fusão, pois evita a fuga de calor do interior da coluna e impede que o vento gire as garrafas, tirando as caixas tetra pak da posição voltada para o Sol, comprometendo o rendimento do coletor solar.

Para uma melhor visualização, montaremos a seguir, passo a passo com fotos,

2 colunas de um coletor solar:

## 3.2- Caixa d'água ou reservatório

A própria caixa d'água existente no local, pode ser aproveitada no fornecimento de água quente e fria, desde que a mesma tenha a capacidade igual ao dobro da água a ser aquecida. Tomaremos como exemplo uma família com 4 pessoas, onde o consumo médio diário é de mais ou menos 250 litros de água quente. O recomendável é que a caixa seja de 500L, já que usaremos como reservatório e fornecimento de água quente, a metade superior da caixa no sistema de aquecimento solar, e a metade inferior o fornecimento de água fria.

**Atenção:** este sistema em que a caixa d'água fornece água quente e fria, devemos utiliza-lo somente em locais em que o abastecimento de reposição é confiável.

Motivo: observe que o misturador alternativo (pág. 18) está conectado acima do retorno de água quente, portanto se a água consumida não for repostada faltará água quente para o consumo, mas não no(s) coletor(es) solar(es). Com referência a saída para consumo de água fria não há um limitador de consumo, o que oferece riscos de superaquecimento no(s) coletor(es). Portanto, em caso de dúvidas quanto á reposição de abastecimento, adote uma caixa d'água para água quente com o volume acima da quantia a ser aquecida.

Ex.: Para aquecer 200 litros, utilize uma caixa de 250 a 300 litros. O excedente é água fria que será utilizada, principalmente no verão, no misturador alternativo.

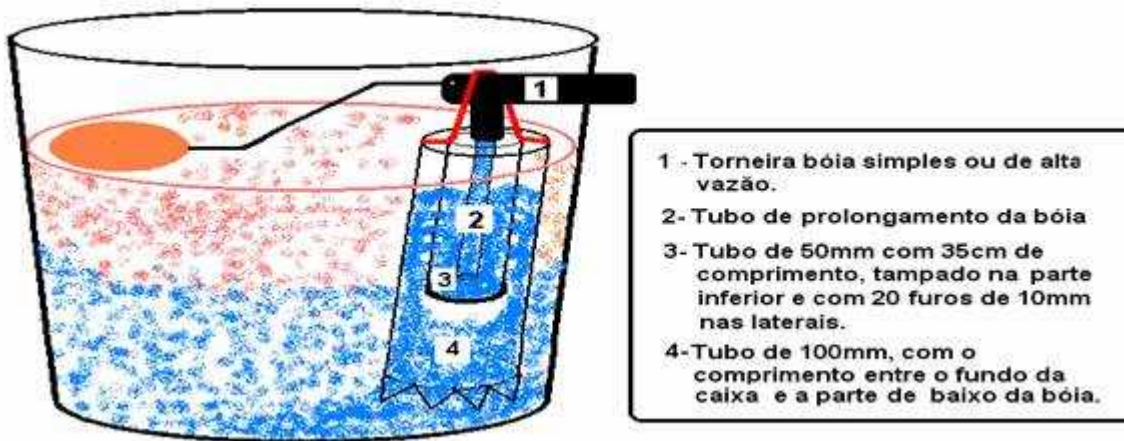
Nos casos em que a pressão da água no abastecimento de reposição é muito forte, não esqueçam de instalar o redutor de turbulência, citado no Diagrama nº1, item 4, à saída da torneira bóia. Ele tem como função, direcionar a água fria de reposição ao fundo da caixa d'água, sem causar turbulência, evitando a mistura da água quente com a fria. Através do diagrama nº3, iremos descrever o seu funcionamento. O item 2, é apenas um pedaço de tubo com diâmetro variável, pois depende da torneira bóia a ser utilizada e que tem a função de direcionar a água até 5cm do fundo do 2º tubo, item 3, de 50mm. Esse tubo tem a parte inferior fechada e com 20 furos de 10mm ao redor do mesmo. Mas atenção, as furações devem ser feitas apenas no corpo central do tubo, deixando sem furos, 3cm na extremidade superior e 5cm na parte inferior (tampado).

Item 4, tubo de 100mm que serve de condutor para a água sem turbulência.

Porque reduz a turbulência ?

O jato d'água liberado pela bóia através do item 2, é dirigido até o fundo do item 3, causando um turbilhonamento no interior do mesmo, retornando para cima, mas liberando a água pelo os furos laterais. Essa água liberada do item 3, já atenuada, é dirigida ao fundo da caixa, através do tubo de 100mm, item 4, devidamente recortado em forma de dente de serra (dentes em média de 20mm), apoiado no fundo da caixa e encostado à parte de baixo da bóia.

Diagrama nº 3:



- 1 - Torneira bóia simples ou de alta vazão.
- 2- Tubo de prolongamento da bóia
- 3- Tubo de 50mm com 35cm de comprimento, tampado na parte inferior e com 20 furos de 10mm nas laterais.
- 4- Tubo de 100mm, com o comprimento entre o fundo da caixa e a parte de baixo da bóia.

Se possível, instalem os pontos de consumo próximos à caixa ou reservatório, o que diminuirá o desperdício de água na tubulação, até que chegue a água quente no local.

Sendo a caixa ou reservatório responsável por acumular a água quente, faz-se necessário um bom isolamento térmico. Nos acumuladores convencionais de mercado, usam-se isotérmicos de alta eficiência. Tais acumuladores, em sua maioria dispõem de aquecimento complementar com energia elétrica ou a gás, para os dias encobertos ou chuvosos, controlados por termostatos que acionam este recurso sempre que a água fique com a temperatura abaixo do pré-estabelecido pelo usuário.

O nosso projeto por ter a característica de torná-lo viável economicamente a todos, não dispõe desse aparato, sendo os mesmos substituídos por chuveiro elétrico com controle eletrônico de temperatura, ou chuveiro elétrico comum com o recurso de um controlador com ajuste eletrônico de temperatura, conectado em série à entrada de energia elétrica do chuveiro. Comum no mercado, eles facilitam a regulação da temperatura ideal de banho, sem a necessidade de variar o fluxo de água no registro.

Mais um detalhe importante, gasta-se energia elétrica somente na água consumida.

O aproveitamento de materiais disponíveis basicamente em todas as regiões, será de extrema importância. Aplicamos nosso projeto, em nossa residência, uma caixa plástica de 250 litros somente como reservatório de água quente, mas isso não indica que caixas de outros materiais sejam dispensadas. Porém tenham muito cuidado, não usem recipientes que continham produtos químicos, pesticidas, inseticidas, etc., pois mesmo que bem lavados continuarão contaminados e oferecendo riscos em potencial à saúde. Portanto evitem transtornos, tendo a certeza da origem dos mesmos.

### 3.3- Isolamento térmico da caixa ou reservatório

Quanto ao isolamento térmico, há inúmeras opções. Dentre tantas destacamos o isopor encontrado em diversas embalagens de supermercados, dessas que vem com frios (ex.com queijo, presunto, etc.), em eletrodomésticos/eletrônicos e também as bolsas plásticas, papéis, como sendo uma alternativa para quem reside no meio urbano. Em outras regiões temos também ótimos isotérmicos, ou sejam: serragem, cascas de trigo, cascas de arroz, grama seca, etc.. Mas sem umidade.

Podemos encher caixas tetra pak de 1L com esses isolantes, fechando-as novamente, resultando

cada uma num bloco isotérmico. Para fixarem esses blocos na caixa ou reservatório usem cola ou fita adesiva, enfim do modo que você achar melhor, tomando o cuidado de preencherem os espaços entre as caixinhas, quando fixadas em recipientes redondos ou de cantos arredondados, com sacolas plásticas, papéis, etc..

Vale alertar que se a caixa ou reservatório ficar ao ar livre, deverá a mesma ter uma proteção (lona plástica) contra a umidade, ou caso contrário, esse tipo de isolamento térmico será danificado. Ele é mais recomendado, quando possível, embaixo do telhado.

Como a reposição de água fria é feita no fundo da caixa ou reservatório, não é necessário o isolamento térmico desse local. Outro tipo de isolamento térmico simples e eficaz, porém mais caro, é colocarmos uma caixa d'água dentro de um compartimento feito de madeira, tijolos, ou mesmo dentro de uma outra caixa maior, com folga suficiente nas laterais de no mínimo 6cm, para o devido preenchimento com qualquer um dos isolantes acima citados, nesse caso procurem colocar os isotérmicos dentro de sacolas de supermercado ou sacos plásticos, pois facilitará caso necessitem retirar o isolamento para uma possível manutenção. Apliquem o isolamento térmico, somente após ter feito todos os furos e ligações necessárias à instalação do conjunto e não devemos esquecer que é também obrigatório o isolamento da tampa da caixa.

## 4-Tópicos referentes à instalação do conjunto

### 4.1- Dimensionar o sistema conforme o consumo e região do país

Ao botar em prática o projeto em outubro de 2002, construímos um coletor solar com 100 garrafas pet, 100 caixas tetra pak de 1 litro, dispostas em 25 colunas com 4 garrafas cada, totalizando uma área útil de absorção térmica de  $1,80 \text{ m}^2$ . Usamos uma caixa plástica de 250 litros na função de reservatório, revestida com isopor de 20 mm. Vale ressaltar que essa espessura de isolamento térmico, não é suficiente para manter ou armazenar a água quente em regiões frias por muito tempo.

Como foi instalado praticamente no verão, e com uma exposição solar em torno de 6 horas, aquece a água na parte superior da caixa até  $52 \text{ }^\circ\text{C}$ , sendo necessário misturar com água fria. Mas ao chegar o inverno aqui em Tubarão, a temperatura da água fria na caixa que no verão fica em torno de  $22 \text{ a } 25^\circ\text{C}$ , no inverno gira entre  $13 \text{ a } 16^\circ\text{C}$ . Em consequência dessas diferenças entre as estações do ano e a redução da radiação solar no inverno, a eficiência térmica caiu dos  $52 \text{ }^\circ\text{C}$  no verão para no máximo  $38 \text{ }^\circ\text{C}$  no inverno e

com uma quantia muito pequena de água nessa temperatura.

Corrigimos o problema da falta de água quente, construindo mais um coletor com as mesmas dimensões do primeiro. Mesmo no inverno, lógico em dias ensolarados, os dois coletores suprem a demanda de água quente, em nosso consumo normal de 4 pessoas, se consumida até às 20h.

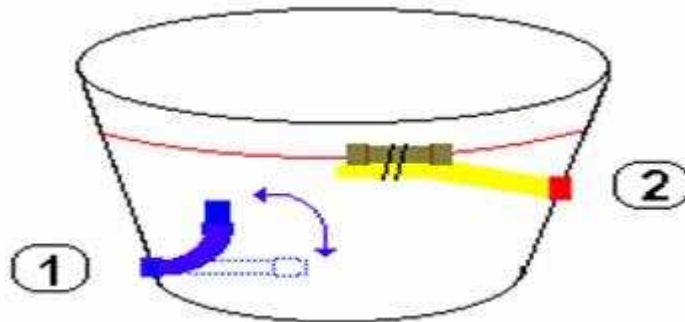
Para simplificar o dimensionamento, sugerimos que instalem uma garrafa para cada litro de água a ser aquecida. Ex.: para aquecermos 200 litros d'água utilizaremos 200 garrafas e 200 caixas tetra pak, o suficiente para uma família de 4 pessoas e com banhos que não ultrapassem 8 minutos.

- 1) O item 7-pescador de água fria, do Diagrama nº1, é uma alternativa interessante, que tem como função variar o volume de água a ser aquecida. Nada mais é do que uma curva de PVC com um pedaço de tubo, acoplados ao flange que leva a água fria até coletor solar. Com esse recurso, o volume de água abaixo do nível escolhido não será aquecido, dando-nos a opção de escolhermos a quantia e a temperatura que desejarmos. Opção ótima num protótipo como

laboratório em experiências escolares.

- 2) O item 6-pescador de água quente, do Diagrama nº1, deve ser feito com uma mangueira de borracha, dessas usadas em máquinas de lavar louças, ou com eletroduto flexível amarelo. Sua função é a de acompanhar a variação do nível da água, coletando sempre da parte mais quente. Fixe uma ponta ao flange da saída para consumo e a outra ponta a uma bóia, com o tamanho suficiente para manter o pescador em cima do nível superior. Para evitarmos problemas no coletor solar com a falta d'água de reposição, devemos limitar a descida do pescador de água quente, sempre acima do nível de retorno da água quente do coletor solar.

Com este simples desenho, procuramos dar uma idéia de como funcionam ambos os pescadores.



Diante ao exposto, sugerimos que cada um encontre o dimensionamento mais próximo às necessidades de consumo em cada habitação, pois cada projeto requer a observação de diversos fatores.

Exemplos : 1) Posição do coletor solar em relação ao norte geográfico

2) Inclinação do coletor solar em relação à latitude

3) Região e local a ser instalado

4) Procurem instalar uma torneira bóia de alta vazão, já que a mesma repõe a água consumida rapidamente.

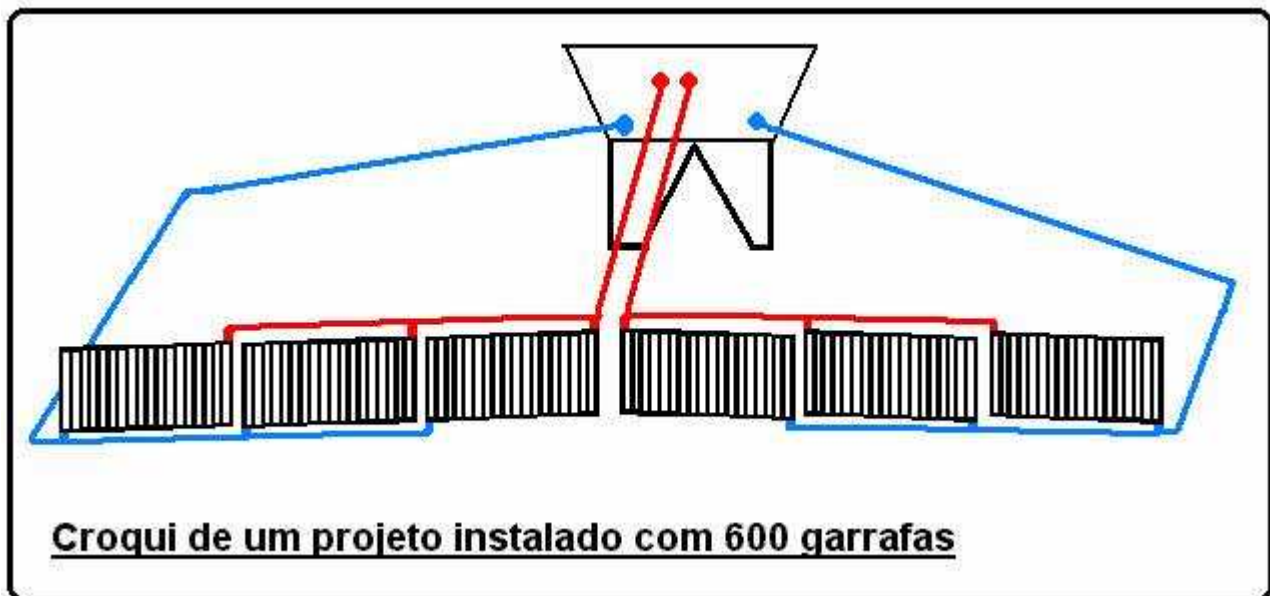
Obs.: Para encontrarem a latitude que você precisa ou mora, acessem o site:

[www.aondefica.com/lat\\_3\\_.asp](http://www.aondefica.com/lat_3_.asp)

Sobre os furos a serem feitos na caixa, sugerimos como simples referências, os percentuais relativos a uma caixa, para água quente e fria :



Este simples diagrama demonstra as ligações dos coletores e os desníveis.



#### 4.2- Suporte de fixação do coletor solar

Fica a critério de cada um o material a ser usado como suporte de fixação do coletor solar, mas indicamos que pelo menos os dois barramentos sejam amarrados a barras de cano galvanizados de  $\frac{3}{4}$ , ou a algo que garanta o alinhamento do coletor

Para evitarmos que bolhas de ar comprometam a circulação da água no coletor, é necessário um desnível de 2 cm para cada metro corrido, sem curvas nos barramentos. Confirmam no diagrama nº 4:

Diagrama nº 4



Caso queiram fixar direto sobre o telhado sem levar em conta a latitude local, deverão instalar o coletor solar com no mínimo 10° de inclinação e voltado para o norte geográfico o mais próximo possível, e que terão de aumentar a área quadrada de absorção solar, ampliando o coletor para compensar a perda por posicionamentos.

É oportuno ressaltar que quase todos os problemas de eficiência térmica de qualquer aquecedor solar, deixam de existir à medida que nos aproximamos do equador.

Ao darmos a preferência pelo sistema de circulação por termo sifão, é obrigatório que o fundo da caixa ou reservatório térmico, fique sempre acima em relação á parte superior do coletor solar (conforme item 2.1- Circulação por termo sifão), o que cabe a cada um escolher a melhor alternativa para o local, sem esquecer que ao falar em caixa ou reservatório, estamos falando de peso, portanto mais uma vez, não improvise em lugares duvidosos que possam ruir e causar sérios problemas. (Lembre-se que cada litro d'água pesa 1 quilo)

#### 4.3- Isolamento térmico dos dutos de cima do coletor, até a caixa ou reservatório

Envolvemos o barramento superior do coletor e o tubo que leva água quente até a caixa, com isopor, prendendo o mesmo aos tubos com tiras cortadas de garrafas pet verde. Obs.: O isopor não resiste por muito tempo exposto ao sol.

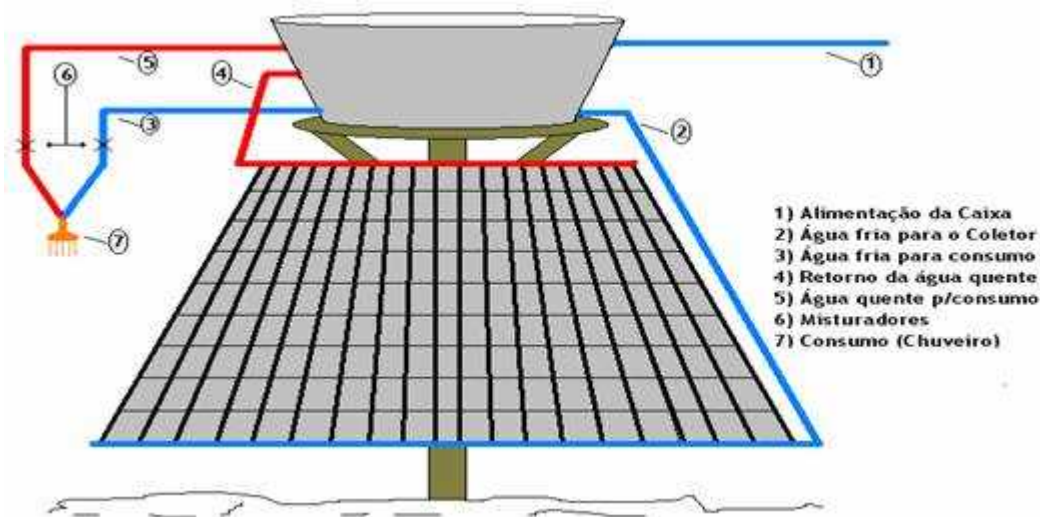
Nos últimos projetos instalados, não isolamos mais o barramento superior, apenas pintamos com tinta preto fosco, da mesma utilizada no restante do projeto. O resultado é o mesmo e simplifica bastante.

PROJETO INSTALADO NA COMBEMTU  
Comissão do Bem Estar do Menor de Tubarão



#### 4.4- Distância entre o coletor e a caixa ou reservatório

O mais próximo possível. Atentem para esse projeto compacto.



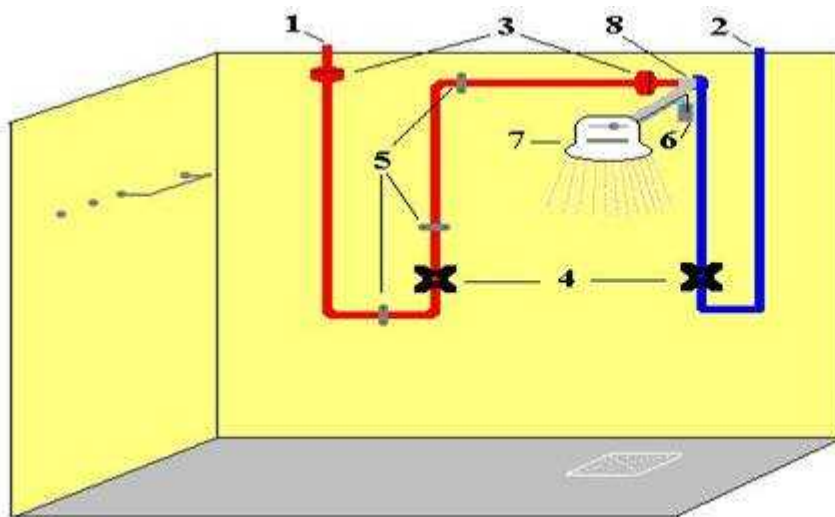
#### 4.5- Misturador de água quente/fria, simples, mas prático

Se no local a ser implantado o sistema de aquecimento solar, existir instalações para água quente e fria, requer apenas proceder à ligação da caixa ou reservatório, à instalação de água quente. Mas onde a distribuição de água do imóvel é somente com água fria, sugerimos um misturador muito simples e eficiente, construído com tubos e conexões em PVC. Indicado para o chuveiro, mas com algumas modificações, poderá integrar os outros pontos de consumo da casa, tais como, cozinha, tanque, lavabo.

O diagrama nº5, detalha o misturador de uma forma objetiva :

Diagrama nº 5





- 1- Ent. de água quente
- 2- Ent. de água fria
- 3- Uniãos
- 4- Registros
- 5- Abraçadeiras
- 6- Ajuste eletrônico
- 7- Chuveiro
- 8- Conexão TE

**Parte vermelha:**  
**Misturador com apenas um furo no teto.**  
**Sem quebrar a parede**

**MISTURADOR ALTERNATIVO**

Retorno de água quente do coletor solar

Saída de água fria para o coletor solar

1) Pescador feito com uma mangueira flexível e com uma bóia amarrada na ponta (conforme no manual)

2) Estou testando este novo sistema de pescador. Anexei apenas um tee à saída para o consumo, onde a parte de cima (a) coleta a água quente e a parte voltada para baixo (b) coloquei um pedaço de cano até próximo ao fundo, que coleta a água fria abaixo da saída para o coletor solar.

**Obs.: Em dias que não atinja a temperatura desejada, complemente com o regulador eletrônico instalado no chuveiro.**

**Vantagens do pescador (2) :**  
 Em um dia que a temperatura da água atinja seu valor máximo, experimente consumir a água quente com esse sistema instalado. Você verá que ele funciona como um misturador, dispensando a dupla tubulação. Requer um dia com a temperatura da água no máximo, para que você consiga encontrar a temperatura de consumo desejada, usando redutores na parte (a).

#### 4.6- Instalação do controle eletrônico de temperatura ao chuveiro elétrico

As razões da instalação do controle eletrônico ao chuveiro elétrico, foram descritas no item (3.2- Caixa d'água ou reservatório).

Quanto ao esquema de ligações do controle eletrônico, existem no mercado diversos modelos e marcas, contendo todas as instruções de instalação do mesmo.

#### 4.7- Tempo necessário de exposição solar com eficiência térmica

O aquecedor solar em dias ensolarados, atinge a temperatura máxima, após 6h no verão e após 5h no inverno. Somente a partir das 10 horas da manhã, é que começamos a notar o aumento da temperatura da água. Mesmo em dias encobertos, mas não chuvosos e dependendo da região, pode ter um rendimento satisfatório e parcial economia de energia elétrica.

## 5-Considerações finais e fotos dos equipamentos de corte

Com esse simples projeto, esperamos contribuir na conscientização das pessoas, o que juntos poderemos fazer pelo meio ambiente e pelo os graves problemas sociais.

Imaginem o volume de caixas tetra pak, garrafas pet e outros descartáveis, que poderemos tirar do meio ambiente, com a reciclagem direta na aplicação no aquecedor solar, ou em outros projetos existentes como, na fabricação de telhas, mantas térmicas, tubos para esgoto, vassouras, etc.,. Pesquisem nos sites de busca sobre Aquecedor Solar, e encontrarão excelentes páginas sobre o assunto.









“Não é necessário á força da lei para agirmos certo, sejamos fiscais de nós mesmos”.

Conheçam um pouco de nossa cidade Tubarão, acessando :

[www.tubarao.sc.gov.br](http://www.tubarao.sc.gov.br)

### TRATAMENTO DE ÁGUA SEM PRODUTOS QUÍMICOS

Caros amigos.

Diante da simplicidade e utilidade de um projeto para tratamento de água contaminada sem produtos químicos, que tomamos conhecimento através do Jornal da Band no dia 06/01/05, resolvemos entrar em contato com a Profª.Dra. Dejanira de Franceschi de Angelis, pesquisadora da

UNESP, afim de parabenizar a ela e sua equipe, ao mesmo tempo solicitar a sua permissão para anexar a matéria neste manual.

Nossos agradecimentos à Dra. Dejanira e a todos os envolvidos no projeto.

A seguir a matéria:

Solarização: o nome é complicado, mas o processo é simples. Basta colocar a água contaminada em garrafas pet incolores e expô-las ao sol.

Uma pesquisadora da universidade estadual de Rio Claro, explica que a idéia da pesquisa surgiu do fato de que a grande maioria das bactérias não é resistente a luz do dia e nem ao calor, e morre em três dias no máximo, mesmo em tempos de inverno. Antes de beber é só passar o líquido de um recipiente para outro.

De acordo com Dejanira de Angelis, pesquisadora da UNESP, "Qualquer pessoa que disponha de um cantinho que bata a luz do Sol na sua casa, pode utilizar esse processo.

Foram dois meses de estudos coroados com o prêmio de tecnologia socioambiental da fundação Banco do Brasil.

Alunos e professores do departamento de bioquímica e microbiologia fizeram testes com a água contaminada com a mais resistente das bactérias: a Escherichia Coli - geralmente utilizada como indicadora biológica de potabilidade. E o resultado não poderia ter sido melhor.

A idéia agora é tornar a técnica da solarização da água acessível aos países da Ásia e da África, devastados pelo maremoto, já que nessa região foram interrompidos os serviços de saneamento básico e o abastecimento de água potável. A universidade já enviou um comunicado a UNESCO, destacando a importância da aplicação da técnica nesses locais.

[3. http://www.ietec.com.br/ietec/sala\\_de\\_imprensa/sala\\_de\\_imprensa/materias\\_publicadas/2006/04/17/2006\\_04\\_17\\_0002.2xt/-template\\_interna\\_sala\\_imprensa](http://www.ietec.com.br/ietec/sala_de_imprensa/sala_de_imprensa/materias_publicadas/2006/04/17/2006_04_17_0002.2xt/-template_interna_sala_imprensa)  
**Energia solar e o social - Jornal Estado de Minas - 7/01/06 RONALDO GUSMÃO -**  
Diretor do Instituto de Educação Tecnológica (Ietec)

O Brasil é carente de políticas públicas efetivas nas áreas de saúde, meio ambiente, educação, entre várias outras. Todas exigem investimento de longo prazo do governo. No entanto, há uma iniciativa que não depende de grandes investimentos e tem retorno imediato para a sociedade e, que poderia mudar a vida de milhões de brasileiros que pagam pelo serviço de energia elétrica – responsável por consumir boa parte do salário do trabalhador brasileiro de baixa renda: a implantação de um sistema de utilização de energia solar. O país é detentor de um dos maiores índices de radiação solar do mundo e, no entanto, não tem uma política governamental que incentive a produção, a industrialização e, principalmente, a utilização massiva do aquecimento solar. Uma solução que além de acessível, poderia ajudar a resolver o problema energético brasileiro que se arrasta desde a crise do petróleo em 1973, além de impulsionar a inclusão social das famílias de baixa renda.

Para se ter uma idéia, somando os setores industrial e residencial, 15% de toda a energia elétrica consumida no Brasil é destinada ao aquecimento de água. Em uma casa, cerca de 30% a 40% do consumo de energia fica por conta do chuveiro. Dados da Companhia

Energética de Minas Gerais (Cemig) apontam que o consumo médio de uma residência de baixa renda é de R\$ 40, o que demanda, em média, R\$ 12 a R\$ 16 só por conta do banho quente. Esse percento poderia ser muito reduzido, se houvesse maior uso da energia solar para o aquecimento de água. De acordo com a Associação Brasileira de Refrigeração, Ar-condicionado, Ventilação e Aquecimento (Abrava) existem 30 milhões de chuveiros elétricos instalados nas casas brasileiras. Para implantar uma política de uso de energia solar para aquecimento de água não é preciso lei, decreto ou votação no Legislativo.

Basta a boa vontade das companhias de habitação (Cohabs), da Caixa Econômica Federal (CEF), por meio dos órgãos que têm linhas de financiamento habitacional, para que em todo conjunto habitacional do país seja obrigatório o uso de energia solar para aquecimento, em substituição ao chuveiro. E ao contrário do que muitos imaginam, o preço do equipamento não é mais tão alto. Vamos a uma análise de um de uma hipótese de popularização da energia solar: uma casa popular custa em torno de R\$ 25 mil, com prestações em torno de R\$ 80. Cada equipamento para aquecimento de água custa menos de R\$ 1 mil. Acrescentando os coletores nos custos da construção das casas, a prestação aumentaria apenas R\$ 4 mensais e a economia na conta de energia seria extremamente significativa.

Para cada metro quadrado de uso de coletores de energia solar, a cada ano deixa-se de inundar uma área de 55 metros. Não podemos nos esquecer de que grande parte dessas áreas tem um grande potencial agrícola. Com o uso da energia solar, reduziríamos acentuadamente os impactos, principalmente sociais, gerados pelas hidrelétricas. Além disso, para cada metro de coletor instalado, economiza-se, anualmente, 215 metros cúbicos de lenha, 73 litros de gasolina e 66 litros de diesel. De acordo com dados da Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo, nos últimos anos, foram entregues 210 mil casas. Desse total, 81% são moradias de famílias de baixa renda, que ganham de um a três salários mínimos. Até setembro passado, 246 mil casas foram financiadas pela CEF. Se em cada uma delas fossem instalados coletores de energia solar para aquecimento, resultaria numa transferência imediata de renda, sem nenhum paternalismo. O setor industrial brasileiro consome cerca de 46% da energia elétrica total do país e cerca de 20% é usado para o aquecimento, ou seja, no Brasil, 9,2% da energia é usado pelas indústrias para aquecimento de água.

Já no setor residencial, 6% é utilizado para o aquecimento, um volume alto que necessita de grandes investimentos. Os países desenvolvidos já atentaram para a importância de aproveitamento da energia solar. Na Alemanha, país com 80 milhões de habitantes e um clima extremamente frio, existem quatro milhões de metros quadrados de coletores solares instalados e passem, o Brasil, com uma população de quase 184 milhões de habitantes, em que, de acordo com a Abrava, há apenas 3 milhões de metros quadrados de coletores solares instalados.

Atualmente, o setor emprega aproximadamente 17 mil pessoas e a expectativa é de que até 2010 o setor empregue 30 mil profissionais. Com uma política de melhor aproveitamento da energia solar, o setor contrataria muito mais pessoas para instalar e dar manutenção nos coletores. Em apenas uma iniciativa reduziríamos vários problemas que vêm massacrando o brasileiro há anos: a má distribuição de renda, o desemprego, e até a inflação, que é alavancada pelo custo da energia.

(Publicado no Jornal Estado de Minas – 7/01/06)

4. [http://www.rebidia.org.br/novida/FGV\\_MFOME.htm](http://www.rebidia.org.br/novida/FGV_MFOME.htm)

## Fundação Getúlio Vargas divulga pesquisa Mapa do Fim da Fome

Temos 50 milhões de miseráveis (29.3% da população brasileira tem renda mensal inferior a 80 reais per capita). O custo agregado para erradicação da indigência brasileira corresponde a 1.69 bilhões mensais ou 3.81% da renda familiar. Ou seja, está perfeitamente dentro do orçamento social dos três níveis de governo 20.9% do PIB. O cálculo é do Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas que lançou na segunda feira dia 9 de Julho de 2001 o [Mapa do Fim da Fome](#). O estudo apresenta estes e outros cálculos para cidades brasileiras com mais de 100 mil habitantes. Por exemplo, o morador de São Gonçalo no Rio ou de Moreno em Pernambuco, vai ser informado sobre a evolução da miséria em seu município em intervalos regulares na década de 90. O estudo apresenta ainda indicadores antecedentes da evolução da indigência até o início de 2001 para os principais municípios das regiões metropolitanas, aí incluindo capitais e periferias. Além de traçar uma perspectiva das tendências de longo prazo da miséria brasileira baseada em informações nos Censos de 70, 80 e 91.

O trabalho busca trazer ao cidadão comum os principais conceitos envolvidos na mensuração da miséria e será ilustrado com um conjunto amplo de mapas e tabelas abertos em nível de municípios, estados e de suas mesoregiões. O objetivo desta iniciativa é subsidiar a fixação de metas sociais a nível local, exatamente da mesma forma que o Banco Central o faz em relação as metas inflacionárias. O estudo apresenta o conceito de metas de pobreza, discutindo as principais vantagens da sua implementação.



## Brasil: 50 milhões de brasileiros vivem na miséria

### Rio de Janeiro, 10 julho (Jornal do Brasil)

O Centro de Políticas Sociais da Fundação Getúlio Vargas (FGV) divulgou ontem o 'Mapa do Fim da Fome no Brasil', baseado em dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio, PNAD, de 96 a 99. De acordo com o chefe do Centro, Marcelo Neri, a pesquisa revela que existem hoje no país 50 milhões de pessoas vivendo abaixo da linha de indigência (29,3% da população), recebendo uma renda mensal inferior a R\$ 80 per capita. O estudo da FGV aponta que para erradicar este quadro de miséria, seria necessário a aplicação de R\$ 1,69 bilhão por mês (2% do PIB), o que significaria uma contribuição mensal de R\$ 10,4 por brasileiro, tendo como base a renda per capita do país, que é de R\$ 262. "A idéia desta pesquisa é mostrar como custa pouco erradicar a pobreza ao fornecer dados exatos de quanto seria preciso para tirar 50 milhões de brasileiros da indigência", explicou o economista.

### MAPA DA FOME INDICA CUSTO REAL PARA ERRADICAR A MISÉRIA

Com base nos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílio (PNAD), a contribuição mensal de R\$ 10,4 por brasileiro para erradicar a pobreza do país seria variável segundo a renda per capita de cada estado. De acordo com o relatório 'Mapa do Fim da Fome no Brasil', elaborado pelo Centro de Pesquisas Sociais da Fundação Getúlio Vargas, cada habitante do Piauí teria de contribuir com R\$ 24, já que o estado possui a menor renda do país (R\$ 111). Em São Paulo, onde a renda é de R\$ 380 por pessoa, cada paulistano doaria R\$ 4,15 para eliminar a pobreza. O chefe do Centro,



Marcelo Neri, salientou que o Mapa não propõe políticas de investimentos na área, mas apresenta o custo real, em números, para erradicar a miséria no país. No entanto, o economista acredita que a adoção de metas sociais envolvendo a participação do governo e da sociedade seria uma alternativa para o problema. "O mesmo esforço aplicado pelo Banco Central para prever a redução das taxas inflacionárias com tanta segurança e antecedência poderia também ser aplicado para reduzir esses alarmantes indicadores sociais. Basta ter como prioridade o enfoque na política social", defendeu Neri.

#### **NORDESTE TEM MAIOR ÍNDICE DE POBREZA DO BRASIL**

No Brasil, 50 milhões de pessoas, o correspondente a 29% da população, estão abaixo da linha de pobreza. Ou seja, têm uma renda mensal menor que R\$ 80. Esse é um dos resultados da pesquisa "Mapa do Fim da Fome no Brasil", divulgada, hoje pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Os Estados nordestinos foram os que apresentaram maior índice de pobreza do País. Todos, à exceção do Rio Grande do Norte, têm mais que 50% de sua população abaixo da linha de pobreza. O Maranhão é o Estado brasileiro que apresenta a pior situação. Mais de 63% de sua população está abaixo dessa linha. De acordo com a pesquisa, precisariam ser investidos R\$ 143 milhões por mês no Maranhão para se reverter esse quadro. Piauí é o segundo Estado com maior índice de pobreza do País (61,7%), seguido do Ceará (55,7%), Alagoas (55,4%), Bahia (54,8%), Tocantins (21,27%), Pernambuco (50,9%), Paraíba (50,2%), Sergipe (50,14%) e Rio Grande do Norte (46,93). De acordo com o economista da FGV, Marcelo Neri, para acabar com a miséria no País o Governo deveria investir R\$ 1,69 bilhão por mês, o que significa 20,9% do Produto Interno Bruto (PIB). De acordo com Neri, R\$ 80 são insuficientes para comprar uma cesta de alimentos que supra as necessidades calóricas básicas dos indivíduos. A Bahia é o Estado brasileiro onde se precisaria investir mais recursos para reverter o quadro de miséria. Por mês, o custo para erradicar a pobreza do povo baiano, de acordo com a pesquisa, é de R\$ 277 milhões. No Estado, a pior situação se apresenta no Extremo Oeste Baiano, onde 64,75 % da população têm renda inferior a R\$ 80. O Ceará é o segundo Estado brasileiro a precisar de mais investimentos para erradicar a miséria. De acordo com o Mapa do FGV, é preciso investir R\$ 163 milhões no Estado. A situação mais crítica se encontra no Noroeste cearense, onde 70,56% da população se encontra abaixo da linha de pobreza. Marcelo Neri afirmou que os programas voltados para o público infantil, como os programas de educação, merenda escolar e Bolsa Escola, são extremamente eficazes para combater a miséria no Brasil. "Para acabar com a pobreza o Governo precisa investir nas crianças", sugeriu.

5. <http://www.cptec.inpe.br/satelite/metsat/pesquisa/radsat/rad/fig2.jpg>

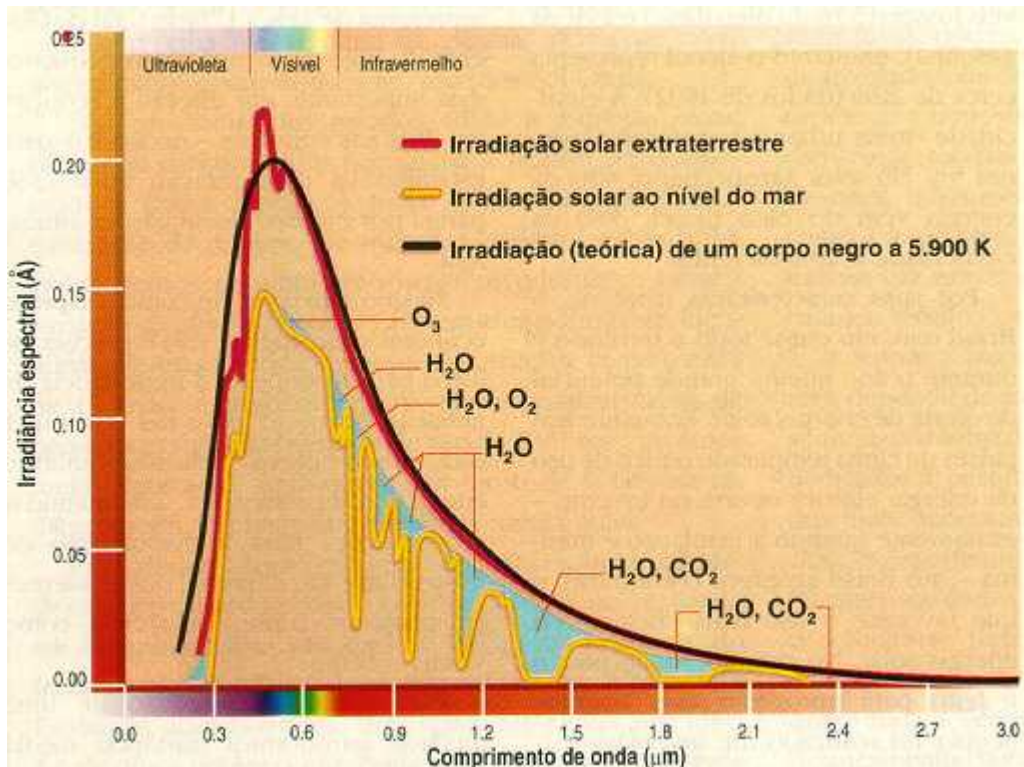
#### **O espectro solar**

O Sol é uma esfera de gases incandescentes, composta principalmente por átomos de hidrogênio e hélio. A energia cinética destes corresponde a milhões de graus no centro da estrela, e vai diminuindo até uma superfície mais ou menos definida (**fotosfera**) onde a energia dos átomos equivale (em média) a uns 5770 graus Kelvin.

A fotosfera emite uma enorme quantidade de radiação: em torno de 72 milhões de watts por metro quadrado, numa esfera com 650.000 km de raio. Ao deslocar-se no espaço, com a velocidade da luz, essa energia deve repartir-se em esferas concêntricas de raio cada vez maior... Ao chegar à órbita terrestre (a 149,5 milhões de quilômetros do centro do

Sol), ela caiu para 1367 w/m<sup>2</sup> (**constante solar**).

A radiação solar chega em todos os comprimentos de onda ou frequências, mas principalmente entre 200 e 3000 nanômetros (ou 0,2-3 microns). O máximo de emissão se verifica no comprimento de onda de 0,48 microns. A distribuição corresponde aproximadamente àquela de um **corpo negro** a 5770K.



**Espectro solar.** Fonte: *Ciência Hoje*.

O espectro representa uma irradiância espectral. **Irradiância** é a potência por unidade de área (medida em w/m<sup>2</sup>). A curva acima é uma **densidade espectral** (irradiância por unidade de comprimento de onda: w/m<sup>2</sup>.micron).

## Dispersão pela atmosfera

O ar puro (uma mistura de oxigênio e nitrogênio) não absorve radiação solar, mas é capaz de espalhar radiação com comprimentos de onda menores do que 1 microns (**dispersão Rayleigh**). Ou seja, verifica-se principalmente no espectro visível, e podemos observá-la a olho nu. Esta dispersão é mais acentuada para os menores comprimentos de onda. Se não houvesse atmosfera, o céu seria preto com um disco brilhante (o Sol) do qual receberíamos **radiação direta**. O ar captura uma parte dessa energia e a espalha, principalmente no azul; dessa forma, recebemos luz com esse comprimento de onda predominante como **radiação difusa** do céu... eis a razão de que ele seja azulado durante o período diurno...

Por outro lado, quando o sol se encontra perto do horizonte os raios diretos que chegam a nossos olhos atravessaram uma massa de ar maior, e a dispersão aumenta sua intensidade; a maior atenuação no azul faz com que a luz do sol seja avermelhada no espectro visível. este efeito se acentua quando há poeira em suspensão na atmosfera.

## Gases absorventes

Na atmosfera existem alguns gases minoritários, presentes em pequenas quantidades se compararmos com a massa de ar, mas que produzem efeitos consideráveis de absorção.

### **Ozônio (O<sub>3</sub>)**

Ele é produzido principalmente na alta atmosfera, entre 25 e 50 km de altitude, através de uma reação fotoquímica: raios solares no ultravioleta são absorvidos por uma molécula de oxigênio (composição O<sub>2</sub>), que fica excitada e é capaz de combinar-se com outra molécula de oxigênio (reação  $O_2 + O_2 \rightarrow O_3 + O$ ). O átomo de oxigênio livre (O) é muito ativo quimicamente, e termina combinando-se com uma molécula de O<sub>2</sub> para formar mais uma de ozônio ( $O + O_2 \rightarrow O_3$ ). Também é possível formar ozônio perto da atmosfera, a partir dos gases de escapamento de automóveis nas cidades, e de queimas de florestas. Perto da superfície, a concentração é da ordem de 30-50 ppb (*partes por bilhão*), aumentando até 2000 ppb na estratosfera. A atividade industrial produz alguns gases que, ao se difundirem e chegarem à estratosfera, são capazes de interferir na reação fotoquímica que gera ozônio. Isto está produzindo o **buraco de ozônio** nas regiões polares, responsável por um aumento da radiação ultravioleta que chega à superfície nessas regiões.

### **Vapor d'água (H<sub>2</sub>O)**

Está presente em proporções variáveis (até 15 ou 20 gramas por cada kg de ar). É capaz de absorver radiação em várias faixas (bandas de absorção) no infravermelho próximo (comprimentos de onda maiores que 0,8 μm).

### **Dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>)**

Está presente em concentração constante na atmosfera até pelo menos 80 km de altitude (em torno de 350 ppm: *partes por milhão*). Ele também absorve radiação solar em várias bandas de absorção no infravermelho próximo.

O efeito combinado destes três gases pode absorver mais de 15% da radiação solar antes dela chegar à superfície.

### **Aerossóis**

As partículas em suspensão na atmosfera também são capazes de absorver e/ou dispersar radiação solar. Seu efeito é notável quando associado a fenômenos de intensidade de uma queimada em florestas, ou das cinzas expelidas por uma erupção vulcânica.

### **Nuvens**

As nuvens são suspensões de gotículas ou de cristais de gelo. Como tais, podem ser consideradas como um aerossol concentrado no espaço. Suas partículas têm alto poder refletor, e no infravermelho próximo são bons absorventes de radiação solar. Sua variedade se estende desde nuvens planas, com pouca espessura e grande extensão horizontal, semitransparentes e situadas em altitudes elevadas (cirrus), até nuvens com grande desenvolvimento vertical e ocupando áreas relativamente restritas, com grande poder refletivo no seu topo e lateralmente (cumulonimbus). As nuvens variam continuamente de forma e tamanho, e são as grandes moduladoras da energia solar que chega à superfície. Considerando sua distribuição sobre o globo terrestre, elas provocam reflexão de 25-30% (em média) da radiação solar que chega ao planeta.

### **Reflexão na superfície**

A radiação solar que consegue chegar à superfície poderá ser absorvida pelo solo, na medida em que este tenha pouca refletância (inferior a 10%). Uma superfície vegetada á

bastante absorvente no visível. Isto é devido à clorofila, que absorve especialmente no azul, laranja e vermelho: como absorve menos no verde, este é mais refletido.... eis a razão da vegetação ser esverdeada!. Já no infravermelho próximo, nossos olhos não o percebem mas as superfícies vegetadas têm refletância alta (da ordem ou superior a 35%). Superfícies minerais têm refletância alta, a algumas (como a neve) refletem a maior parte da radiação solar que chega a elas. Já a água tem refletância pequena no visível, que vai diminuindo ainda mais com o comprimento de onda.

6. [http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp\\_hoje/ju/outubro2005/ju305pag03.html](http://www.unicamp.br/unicamp/unicamp_hoje/ju/outubro2005/ju305pag03.html)

Professor da Faculdade de Engenharia Química  
desenvolve coletor para famílias de baixa renda

## Quando o sol nasce para todos

### CARMO GALLO NETTO

De toda a energia elétrica gerada no Brasil, estima-se que cerca de 8,5% são consumidos em chuveiros elétricos. Calcula-se que 50% da conta de luz paga por famílias de baixa renda deva-se à energia dissipada no banho. Preocupado em reduzir os gastos mensais com energia de classes menos favorecidas, o professor Júlio Roberto Bartoli, da Faculdade de Engenharia Química (FEQ) da Unicamp, desenvolveu um coletor solar de baixo custo, fabricado com materiais baratos, disponíveis no mercado e, mais importante, que pudesse se inserir na linha do “faça você mesmo”, dispensando mão-de-obra especializada.

Produto é feito com material de baixo custo

Segundo avaliação do pesquisador, os custos se reduzem a 10% dos coletores solares convencionais, se pagam em poucos meses, diferentemente daqueles, de custo dez vezes maior e somente amortizados em cinco ou sete anos, conforme sejam de alumínio ou cobre, e por isso acessíveis apenas a famílias de maior poder aquisitivo. O equipamento sairia por cerca de 100 dólares.

De família oriunda da região da Ístria (próxima a Trieste), território da Itália tomado pela então Iugoslávia na 2ª. Guerra, Bartoli nasceu na Argentina, de onde veio para o Brasil muito pequeno. As preocupações sociais do professor, que é naturalizado brasileiro, manifestaram-se há vários anos e centraram-se inicialmente no estudo de coletores solares para utilização de pequenos agricultores na secagem de frutas e grãos e que dependem dos secadores convencionais utilizados pelos grandes produtores.

Nessa época foi solicitado a participar de um projeto apresentado à Fapesp, cujo foco era desenvolver coletores exclusivamente de vidro para aquecimento de água. Pediu que incluíssem no projeto também coletores de plástico, que faziam parte do seu campo de interesse, o que acabou sendo providencial porque, constatada a inviabilidade do emprego do vidro, e com os prazos quase vencidos, os estudos do grupo concentraram-se com sucesso na utilização do plástico.

O professor esclarece que o projeto foi inicialmente desenvolvido junto a uma incubadora (Cietec-SP). A empresa incubada depois virou ONG (Sociedade do Sol) e tem disseminado o uso desse coletor pelo Brasil através de seu site, no que vê limitações porque sabe das dificuldades de acesso à

internet por parte das populações mais necessitadas. Por isso, Bartoli considera que a difusão tem que encontrar outros canais que a tornem mais ampla e democrática.

O docente lembra também que existem outros aquecedores solares desenvolvidos com o mesmo objetivo, mas considera que as vantagens do seu sejam a simplicidade, o que permite que qualquer pessoa o construa, e o custo, porque utiliza nos coletores forro alveolar (forrinho PVC ou divisórias PVC) de largo uso, reservatório de água convencional, que pode ser revestido de material térmico, e tubos e conexões marrons de PVC disseminados no mercado.

“Dependendo dos ventos, da estação do ano, da insolação e da região do país, a temperatura pode chegar de 20 a 25 graus acima da temperatura ambiente. Um chuveiro simples provido de um potenciômetro que regula a temperatura de forma linear permite acréscimos na temperatura quando necessário”, ensina o docente.

Segundo ele, uma caixa de 500 litros acoplada a duas placas padrões de 60x125 cm de forrinho permite banho tranquilo para uma família de quatro pessoas em temperaturas entre 45 a 50 graus em dias ensolarados, mesmo sem caixa isolada. O isolamento melhora a eficiência do sistema e pode ser realizado com serragem, carpetes velhos, jornal, placas de isopor, plástico bolha ou outros materiais sugeridos pela criatividade do construtor.

Bartoli, cujas pesquisas são desenvolvidas no Departamento de Tecnologia de Polímeros da FEQ, explica que o coletor convencional atinge temperaturas que chegam aos 70 graus porque o vidro com que é recoberto garante o efeito estufa e protege o sistema da ação dos ventos, melhorando a eficiência.

No coletor desenvolvido por ele, o efeito estufa não pode ser utilizado porque, próximo aos 70 graus, o PVC se deforma: “Estamos desenvolvendo outros materiais poliméricos, até reciclados, que permitem melhor resistência ao calor, elevando a chamada temperatura de deflexão ao calor, que pode passar de 70 para 240 graus. Para isso trabalhamos com polímeros semi-cristalinos, enquanto o PVC é um polímero quase amorfo. Com estes novos materiais poderemos utilizar, aí sim, uma placa transparente que garanta o efeito estufa e a proteção dos ventos. Pretendemos também que essa placa seja de material polimérico em substituição ao vidro, de modo a fazer um coletor totalmente de plástico, que queremos mais leve, mais barato e que possa ser construído pelo próprio usuário”.

Trabalho sobre o coletor atual foi apresentado em junho de 2004 na Conferência Internacional da ICS-UNIDO, órgão da ONU responsável pela implementação de “Recursos Renováveis e Energia Renovável: Um Desafio Global”, realizado em Trieste, Itália, e que desenvolve estudos principalmente com vistas a países em desenvolvimento.

**Próximos passos** – Bartoli revela que, quando começou a desenvolver o coletor, não se interessou em patentear-lo, pois achava a idéia muito simples e que, no seu entender, consistia em juntar “cano com forro”. Ao descobrir que o sistema estava sendo comercializado e receoso de que futuramente um fabricante pudesse patentear-lo, resolveu encaminhar pedido de patente à Inova, agência encarregada do registro e comercialização de patentes de produtos desenvolvidos na Unicamp. “Corríamos o risco de perder o domínio sobre uma idéia nossa, que, embora simples, talvez levasse anos para surgir na cabeça de outra pessoa”, diz ele.

Renato César Pereira, um dos principais colaboradores do professor Bartoli, desenvolve projeto de doutorado com o objetivo de fazer um estudo sistemático do conjunto e desenvolver novos materiais, pois “sabemos construir, mas nos faltam elementos que caracterizem um estudo com base nas normas e exigências técnicas”, afirma ele.

Bartoli esclarece que seu colega de departamento, professor João Sinésio C. Campos, está orientando estudo sobre a eficiência térmica desses coletores, desenvolvido pelo mestrando Marco

Ntzel. “Temos que medir o fluxo de água que está correndo dentro das placas e, para isso, colocamos uma bomba para mantê-lo constante, um rotâmetro, um hidrômetro para determinar o volume de água acumulada e um solarímetro para medir a incidência solar, de maneira a ter elementos que atendam às normas da ABNT para a certificação da eficiência térmica para energia solar”.

### **À espera da conta de luz**

A Propeq, empresa júnior da Faculdade de Engenharia Química da Unicamp, através da Diretoria de Projetos Sociais, que tem como diretor Valdir Antonio de Assis Júnior, montou protótipo em escala reduzida do sistema solar para demonstração em escolas de ensino fundamental e médio. Além disso, a empresa júnior procura selecionar entidades de cunho social com o objetivo de intermediar a instalação desses coletores solares em cooperação com o grupo do professor Bartoli e empresas que se disponham a colaborar com o fornecimento dos materiais necessários – forros da Confibra, tubos e conexões da Tigre.

Foi o que aconteceu com a Casa de Repouso Bom Pastor, sediada no distrito de Barão Geraldo. A entidade abriga e ampara pessoas carentes, provenientes de outras cidades e outros estados, portadoras de câncer, que são encaminhadas para tratamento oncológico nos hospitais de Campinas. O equipamento foi montado há pouco mais de um mês, o que leva o grupo de professores e alunos envolvidos no projeto a aguardar com ansiedade a próxima conta de energia elétrica para verificar qual foi a redução conseguida.

#### **Como funciona**

Os coletores solares utilizam uma placa de forro de PVC que mede 60x125 cm e tem canais longitudinais. Ao longo de dois tubos de PVC marrão, com cerca de 70 cm, são abertas fendas na largura e espessura da placa de modo a encaixá-los e colá-los em suas duas extremidades. Os coletores, de plástico branco, são revestidos por tinta preta fosca na parte exposta ao sol, para aumentar a absorção solar e diminuir a reflexão. Está montado o coletor, que apoiado sobre o telhado acompanha-lhe a inclinação, recomendando-se dez graus acima da latitude local. A água, vinda de um reservatório (caixa d'água), entra na temperatura ambiente no cano da extremidade inferior do coletor. Aquecida pelo sol, adquire densidade menor e sobe pelos seus canais internos, chega ao tubo superior e dele é conduzida à parte superior do mesmo reservatório. Na parte superior do reservatório acumula-se a água quente e na inferior, a água fria. A água quente para o chuveiro vem desse reservatório. Como esta se encontra sempre na sua parte superior, utiliza-se um sistema chamado pescador, constituído por um tubo flexível em que foi presa uma bóia que permite a passagem da água sempre que acionado o registro do chuveiro.

À medida que a água é consumida no chuveiro, o reservatório é reabastecido através de uma bóia, como em qualquer caixa d'água residencial, a menos de uma pequena diferença: um tubo que sai junto à bóia leva a água fria para o fundo do reservatório, evitando o resfriamento da água quente, ou mais quente, da parte superior.

Todo o sistema, reservatório e placas, funciona como um sifão em que a mobilidade da água é garantida e mantida pelo aquecimento da energia solar, uma vez que a água aquecida, de densidade menor, tende a subir e a água mais fria tende a descer, garantindo um sistema contínuo e constante, apenas interrompido pela ausência do sol. À noite o fluxo tenderia a se inverter e a água mais quente passaria do reservatório para os coletores, o que é evitado com a utilização de uma válvula de retenção.

7.GREF.Física 2:Física térmica e optica.Edusp.5ed.2005.

8.Foram também consultados relatórios de alunos que já cursaram a disciplina em especial o da Tatiana que esta nesse endereço:

<http://www.ifi.unicamp.br/>

[%7Elunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem2\\_2003/003391TatianaS\\_Ciceror\\_F809\\_RF.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/%7Elunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2003/003391TatianaS_Ciceror_F809_RF.pdf)

e o do Marco que está no seguinte endereço:

<http://www.ifi.unicamp.br/>

[%7Elunazzi/F530\\_F590\\_F690\\_F809\\_F895/F809/F809\\_sem2\\_2003/800638MarcoM\\_Ciceror\\_F809\\_RF.pdf](http://www.ifi.unicamp.br/%7Elunazzi/F530_F590_F690_F809_F895/F809/F809_sem2_2003/800638MarcoM_Ciceror_F809_RF.pdf)

Aconselho a leitura desses experimentos para também complementar a leitura desse.