



**AQUECEDOR SOLAR  
COM USO DE  
MATERIAIS RECICLADOS**



# SUMÁRIO

- 1. FINALIDADE**
- 2. COMO FUNCIONA O AQUECEDOR SOLAR**
- 3. COMPONENTE DO CONJUNTO**
- 4. DIMENSIONANDO O PROJETO E OS MATERIAIS**
- 5. FERRAMENTAS NECESSARIA E PARA A CONFECÇÃO**
- 6. MATERIAIS PET'S**
- 7. MATERIAIS – EMBALAGENS LONGA VIDA PÓS CONSUMO**
- 8. MATERIAIS – CANOS DE PVC**
- 9. PRÉ- MONTAGEM**
- 10. MONTAGEM**
- 11. INSTALAÇÃO**
- 12. CAIXA DE ÁGUA**
- 13. POSICIONAMENTO DO AQUECEDOR**
- 14. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

# APRESENTAÇÃO



Este manual contém os principais passos para a confecção do aquecedor solar utilizando alguns materiais recicláveis, desenvolvido pelo aposentado José Alcino Alano, morador da cidade catarinense de Tubarão e registrado junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial INPI, pelo Sr. José Alano, para garantir a finalidade social, evitando que alguém tentasse usar esta invenção com interesses comerciais

Além de economizar energia elétrica e beneficiar diretamente o meio ambiente, o projeto tem como objetivo despertar nas pessoas a consciência de que, todas essas embalagens pós-consumo disponibilizadas no meio ambiente, (garrafas PET embalagens cartonadas longa vida) podem transformar-se em algo útil.

O presente manual, baseado nos manuais disponibilizados pelo Sr. José Alano e pela Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, têm como objetivo também mostrar as adaptações a serem realizadas em cidades da Alta Paulista para a instalação do sistema. Na cidade de Tupã, em um projeto fomentado pelo CNPq e coordenado pelo Prof. Luís Roberto Almeida Gabriel Filho é proposto o estudo, através da *lógica fuzzy*, da avaliação do conforto térmico do banho proporcionado por este sistema, sendo também realizada a construção do presente sistema de aquecimento na UNESP-Campus Experimental de Tupã. Compõem também a equipe deste projeto os pesquisadores Camila Pires Cremasco Gabriel (FATEC- Presidente Prudente), Danilo Florentino Pereira (UNESP), Leonardo de Barros Pinto (UNESP) e Marcelo Marques de Magalhães (UNESP).

# 1. FINALIDADE

Economizar energia elétrica, beneficiar o meio ambiente com uma reciclagem direta sem qualquer processo industrial nos descartáveis, o projeto do aquecedor solar com recicláveis, tem como objetivo, conscientizar a todos de que todas as embalagens pós - consumo pode 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, para proporcionar uma melhor qualidade de vida ao maior número possível de pessoas. Pela simplicidade do projeto, o mesmo vem sendo implantado por ONGs, universidades, empresas, clube de serviços em várias instituições e habitações de famílias com baixa renda.

## 2. COMO FUNCIONA O AQUECEDOR SOLAR

O princípio de funcionamento por termo sifão é o que melhor se adapta a sistemas simples, como este projeto. Desde que, tenhamos a possibilidade de instalarmos o coletor solar sempre abaixo do nível inferior da caixa ou reservatório, como indica a figura a baixo, essa diferença de altura não pode ultrapassar três metros de distância e no mínimo trinta centímetros. Esse desnível é necessário para garantir circulação da água no coletor pela diferença de densidade entre a água quente e a fria.

À medida que a água esquenta sobe pelas colunas do aquecedor/coletor, seguindo a tubulação e regressando a parte superior da caixa ou reservatório. A água fria por ser mais pesada flui para a parte inferior do coletor mantendo o aquecedor sempre cheio de água e fechando o ciclo de aquecimento.

Efeito idêntico aos aquecedores convencionais do mercado com sistema termo sifão, diferenciando-se apenas nos materiais aplicados na sua fabricação.

Cada vez que a água deixa o reservatório e percorre o aquecedor ela é aquecida em média  $10^{\circ}\text{C}$ , o que permite que em uma exposição de 6 horas a água atinja no verão a temperatura de  $52^{\circ}\text{C}$  e no inverno,  $38^{\circ}\text{C}$ . Esse tempo de exposição começa a ser computado a parti das 10:00 da manha até as 16:00 da tarde

### CIRCULAÇÃO POR TERMO SIFÃO





### 3. COMPONENTES DO CONJUNTO E SUAS FUNÇÕES

Esse coletor solar diferencia-se dos demais, no que tange aos materiais utilizados na sua construção e rendimento térmico.

Com intuito de baixar custos, utilizamos na coluna 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 pós-consumo e as embalagens longa vida pós-consumo, substituí a caixa metálica, o painel de absorção térmica o vidro utilizado nos coletores convencionais.

O calor absorvida pelas embalagens longa vida pós-consumo, 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 pós-consumo 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 o projeto 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 níveis que mantenham a rigidez do PVC (temperatura máxima de 55° C) sem causar o amolecimento do mesmo, e por consequência comprometer a estrutura do coletor solar na parte superior causando vazamento

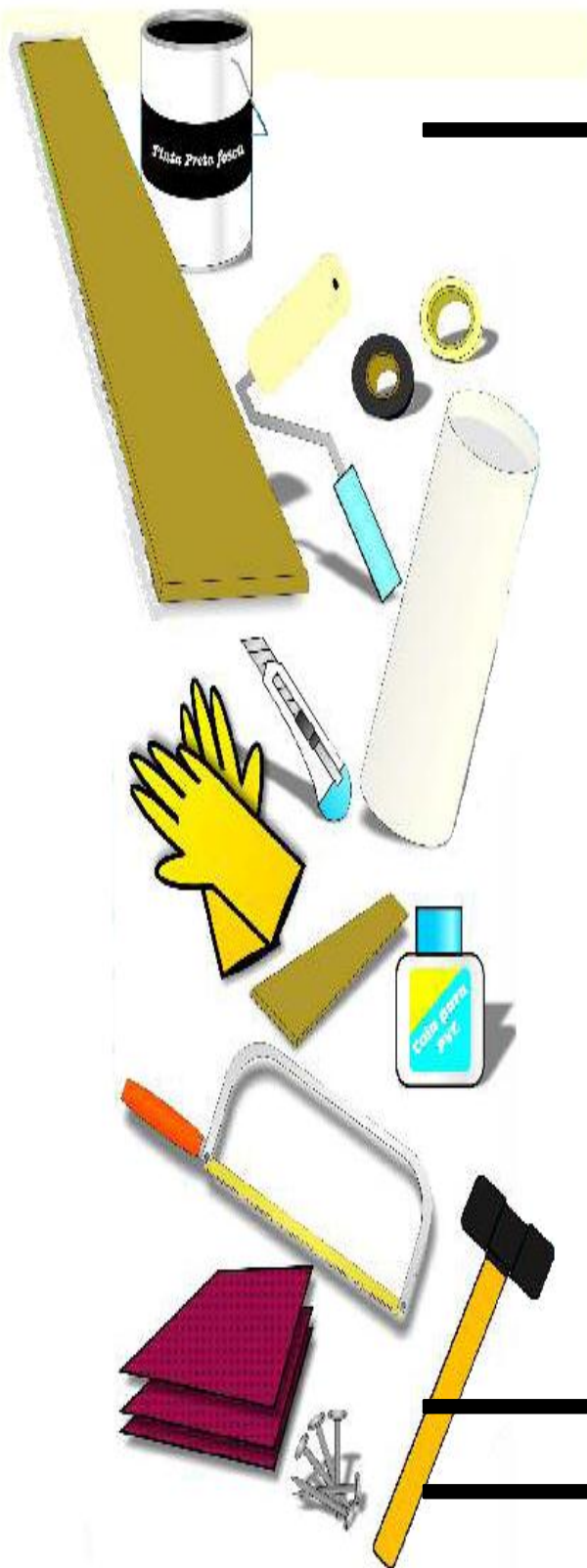
## 4. DIMENSIONANDO OS PROJETOS E OS MATERIAIS

Para facilitar o cálculo da quantidade de material necessário para a produção do aquecedor, iremos listar abaixo a quantidade de material para 1 pessoa. Se na sua casa houver 4 pessoas, basta multiplicar os valores por 4. Para aquecer a água de um banho para uma pessoa, necessita-se de um aquecedor solar de 1 m, ou seja, em uma casa com 4 pessoas será necessário um aquecedor solar com um painel de 4 m.

<b>Qt</b>	
<b>60</b>	Garrafas PET cristal de 2 litros (transparentes) pós-consumo dêem preferência as da marca Coca Cola e Pepsi, devido ao seu formato cônico, PET's de outras cores não são recomendadas.
<b>50</b>	Embalagens Longa Vida de 1 litro pós-consumo
<b>11</b>	Metros de Canos de PVC de 20 mm ½"
<b>20</b>	Conexão T em PVC 20 mm ½"

## 5. FERRAMENTAS NECESARIAS PARA A CONFEÇÃO

Ferramentas e peças necessárias para a confecção que independem do número de pessoas a utilizar o aquecedor



Rolo ou pincel para pintura;

Luvas para proteger as mãos na hora da pintura para não se sujar;

Estilete;

Litro de tinta fosca preta;

Cano de PVC de 100 mm com 70cm de comprimento para molde de corte da Garrafa PET;

Martelo de Borracha;

Lixa d'água 100;

Cola para tubos de PVC com pincel em pote;

Arco de Serra

Tábua de madeira com no mínimo 120mm de comprimento

Pregos

Ripa pequena (+-) 15 cm de comprimento

Fita crepe com largura de 19mm

Conexões para instalar no coletor:

Conexão L (Luva) em PVC de 20 mm 1/2"

Tampão em PVC de 20 mm 1/2"



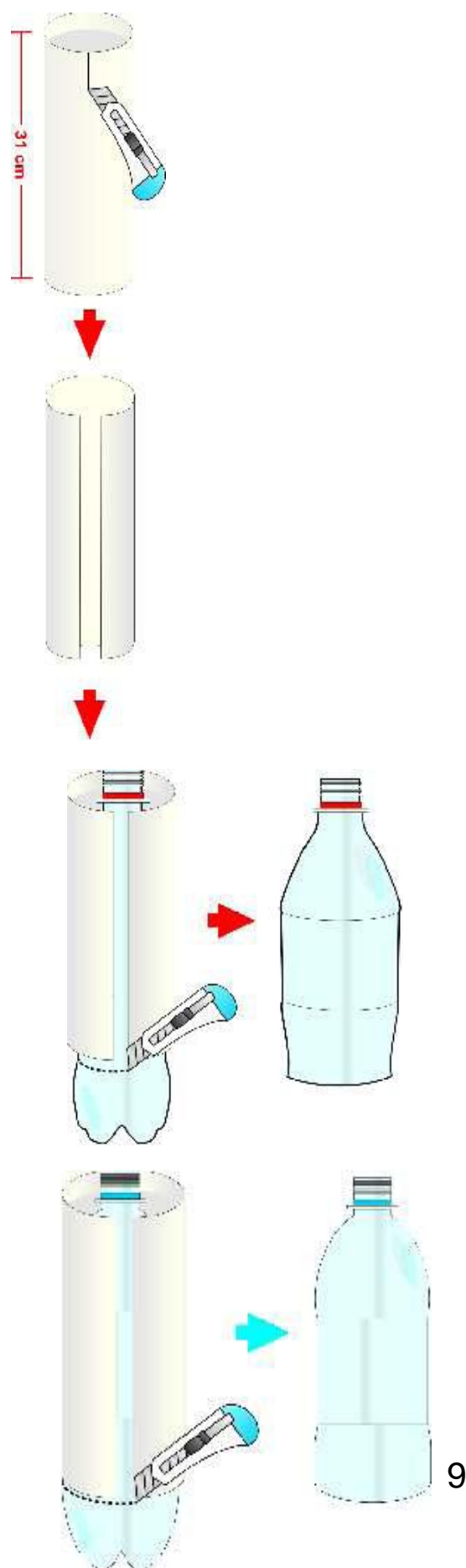
## 6. MATERIAIS PET'S

São dois tipos de garrafas PET pós-consumo que utilizamos na construção do aquecedor solar, dando preferência às garrafas transparentes (cristal) lisas (retas), cinturadas da marca Coca Cola e da marca Pepsi Cola. Para facilitar o corte das garrafas, sugerimos a construção de um gabarito muito simples utilizando dois tubos de PVC de 100 mm nas seguintes medidas:

**Garrafas da marca Coca Cola: 31 cm**

**Garrafas da marca Pepsi Cola: 29 cm**

Com os tubos nas dimensões corretas proceda a comum corte longitudinal (vertical) no tubo o que possibilitará a introdução da garrafa no mesmo, servindo como régua para corte das garrafas como ilustra os desenhos ao lado

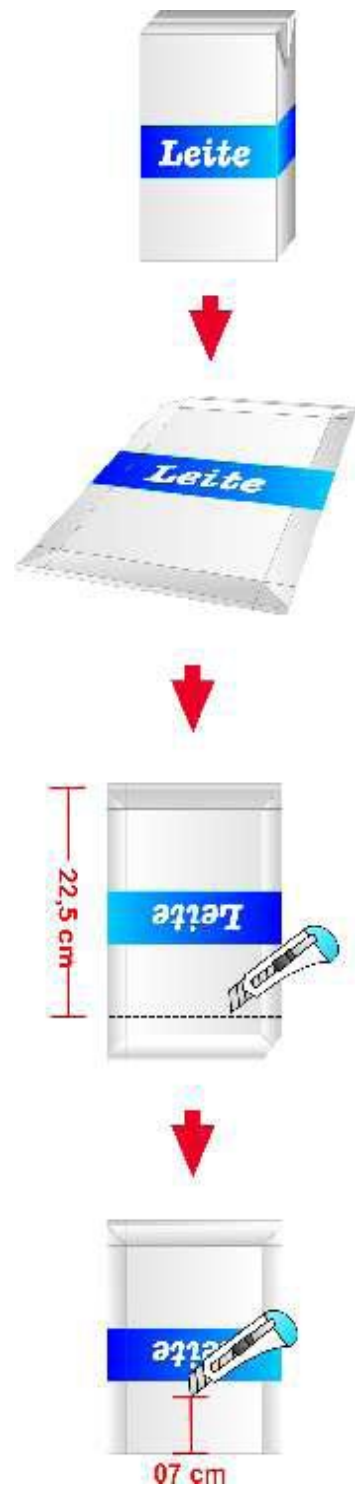


## 7. MATERIAIS – EMALAGENS LONGA VIDA PÓS CONSUMO

A aplicação das embalagens neste projeto oferece excelentes resultados, pois a combinação dos três materiais evita que se deformem na temperatura a que serão submetidas, dentro das garrafas PET, ao contrário do papel comum. Vale lembrar que, quando vazias as caixas devem ser abertas na parte de cima lavadas e deixadas escorrendo a água, caso contrário, terá a formação de microrganismos e forte mau cheiro.

Para guardá-las você deve proceder com a planificação das mesmas, ou seja, achatá-las, para tanto basta descolar as orelhas laterais em seus quatro cantos e apertar no corpo da embalagem, de modo a retirar o ar contido dentro de seu corpo, deixando-a pronta para os cortes e dobras, diminuindo assim o volume e ocupando menos espaço na estocagem.

Do mesmo lado da embalagem faremos um novo corte de 7 cm na parte de baixo da caixa, depois do corte, será como se a embalagem ganhasse duas pernas. Esse corte servirá para o encaixe do gargalo da próxima garrafa PET

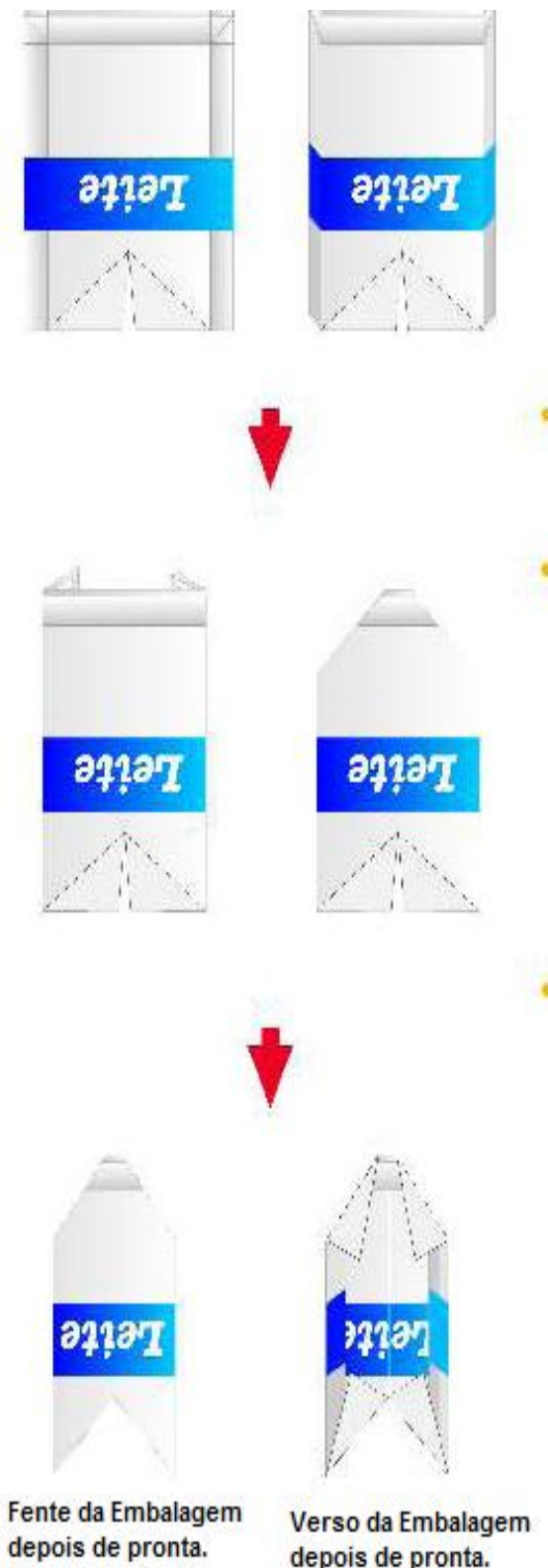


As demais dobras que precisam ser feitas na embalagem podem utilizar o molde que se encontra na próxima página seguindo as seguintes instruções:

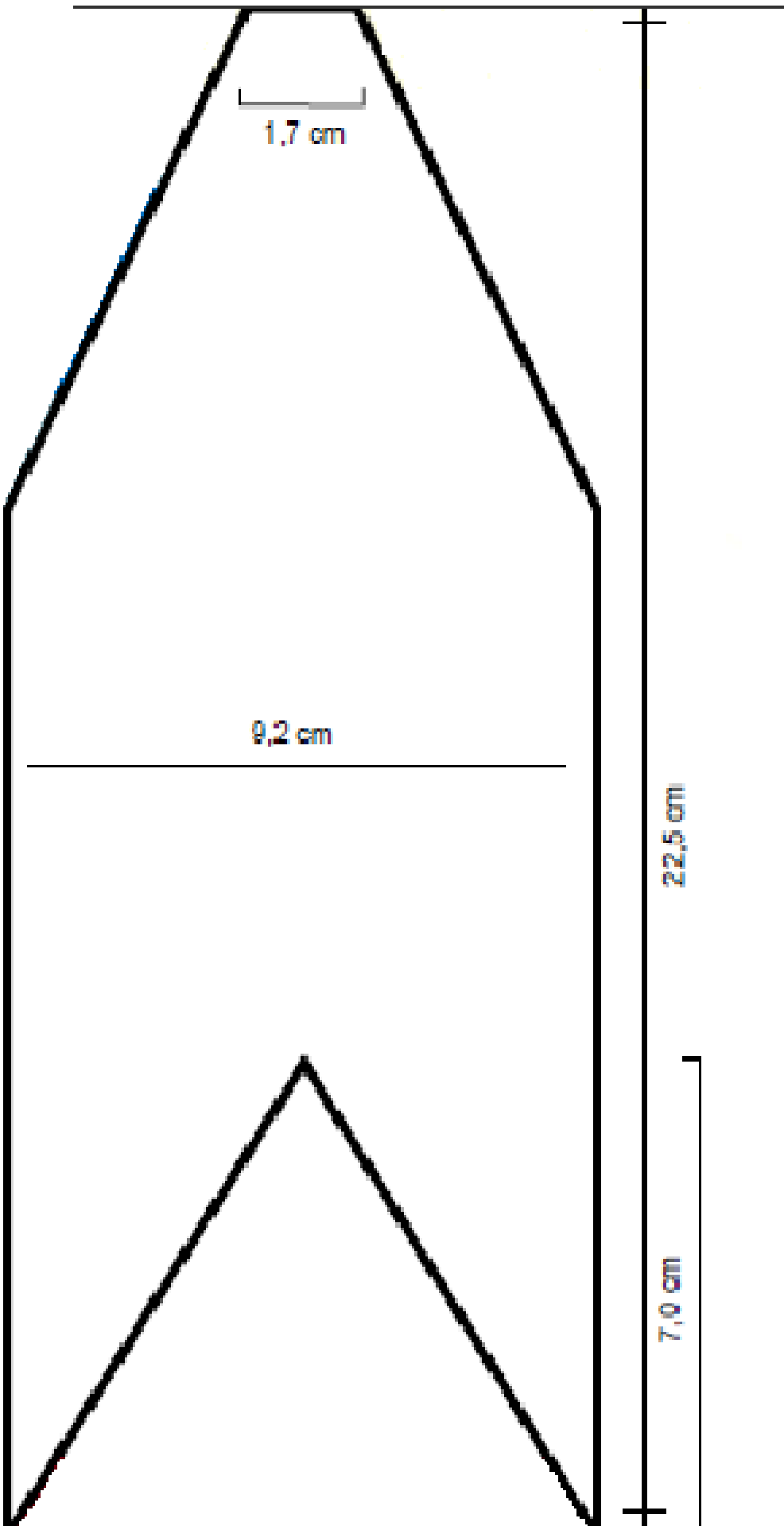
Faça com que durante as dobragens a superfície lisa fique para cima e a que possui a emenda de cola da embalagem fique voltada para baixo.

Dobre as laterais da embalagem longa vida, como se fosse remontar a caixa original, aproveitando os vincos que já existem na mesma, e das abas que você acabou de dobrar, pegue as pontas e dobre novamente em diagonal, como se fosse para montar um aviãozinho de papel. Essas dobras vão se moldar a curvatura superior interna da garrafa PET dando também sustentação à caixa mantendo-a reta e encostada quando for encaixada junto ao tubo de PVC.

Volte para a área onde você realizou o corte de 7cm, pois será necessário realizar duas dobras, para que a base assuma o formato de um triângulo, assim, dobre as pontas soltas em diagonal. No final do processo, a embalagem terá assumido um formato parecido com uma seta. Apontando para cima, e com um “buraco” na base em forma de triângulo.



# MOLDE PARA DOBRA DA EMBALAGEM LONGA VIDA PÓS-CONSUMO



Realizadas TODAS as dobragens necessárias, poderemos iniciar agora o PROCESSO DE PINURA DS EMBALAGENS LONGA VIDA pós-consumo.

Devemos pintá-las com tinta esmalte sintética preta fosca secagem rápida para interiores e exteriores, usada para ferro, madeira, entre outros. Evite a tinta em spray, pois se trata de m produto mais caro e o resultado final é o mesmo da tinta convencional.

Deve se preferência às latas de 1 litro. Utilize-se de um rolo ou um pincel na aplicação da tinta. Para um melhor aproveitamento da tina, você pode espalhar todas as embalagens planificadas sobre uma mesa que neste caso deve estar protegida por uma lona ou panos para evitar que ela sofra algum dano durante o processo de pintura. Com esse processo será possível pintar várias embalagens de uma única vez.

**OBS: Não use tinta com brilho, pois comprometerão desempenho do coletor, uma vez que os raios solares serão em parte refletidos.**

### **ATENÇÃO**

**O lado que deve ser pintado é aquele que conte a superfície lisa, o que contem emenda da embalagem deve permanecer voltado para baixo.**



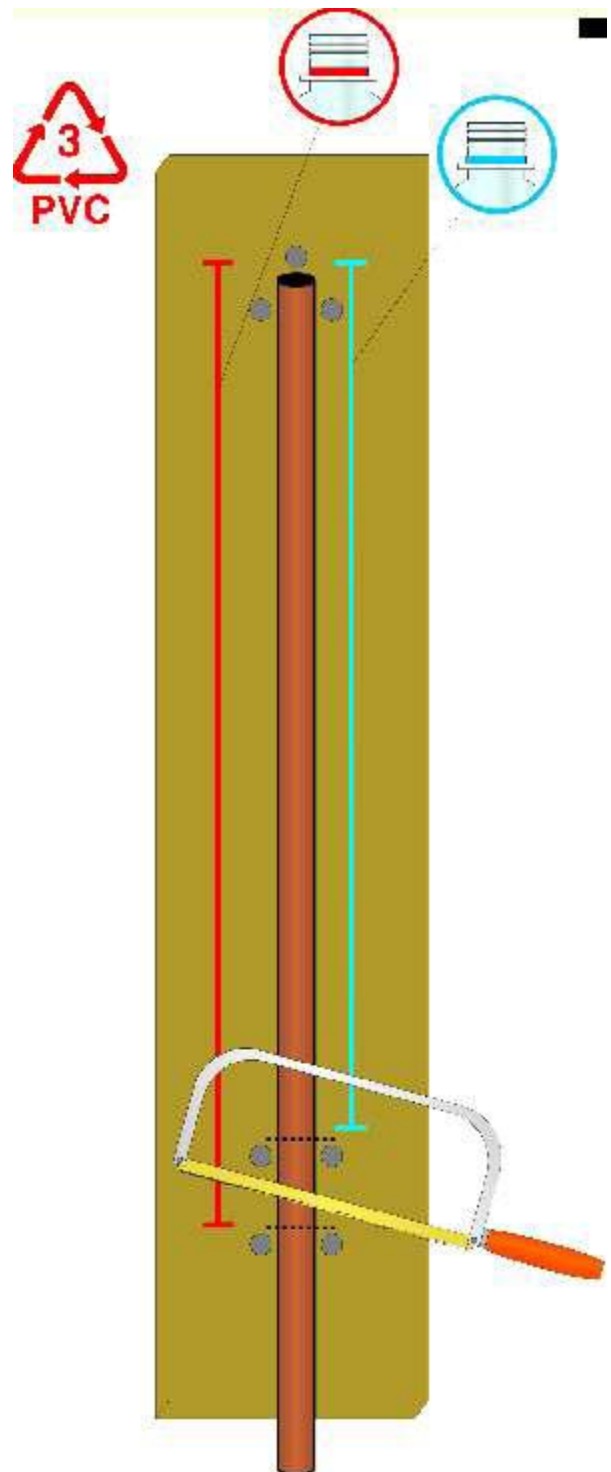
## 8. MATERIAS- CANOS DE PVC

Os tubos das colunas do coletor solar, devem ser cortados de acordo com os tipos de garrafas PET pós-consumo que dispomos. Veja abaixo a medida que melhor se enquadra:

Garrafas da marca Pepsi Cola: 100 cm

Garrafas da marca Coca Cola: 105 cm.

Para garantir a uniformidade no tamanho dos tubos utilizaremos um gabarito para proceder com este corte. Essa metragem é muito importante porque a variação de tamanho do tubo pode resultar em vazamentos de água ou mau encaixe das conexões entre as colunas.



O gabarito nada mais é o que uma tábua de madeira e alguns pregos.

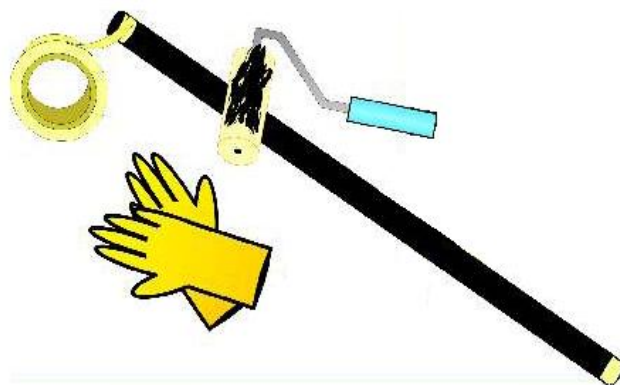
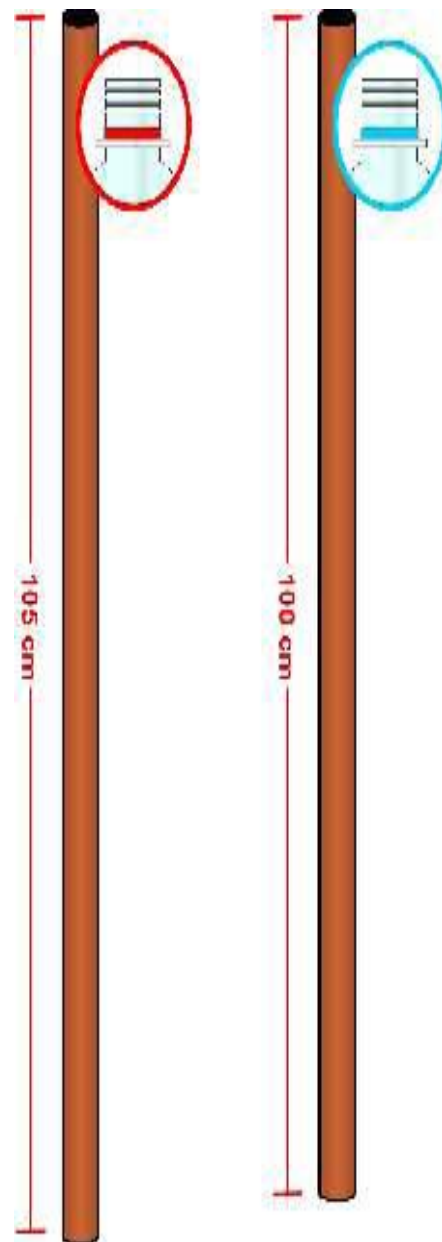
Na parte de cima da madeira pegue 3 pregos em forma de triângulo, a distância entre eles é o diâmetro do tubo de PVC assim em cada lateral do tubo haverá um prego na parte de cima servirá de apoio para que o tubo não ande pelo gabarito possibilitando sempre um corte parelho e homogêneo dos tubos de PVC.

Marque partido do prego que está na posição mais alta à medida a ser cortada e coloque outros dois pregos alinhados na lateral do tubo. Esses dois novos pregos marcarão a distância em que será cortado o tubo e servirão de régua par o arco de serra.

Lembre-se que se você estiver trabalhando com tamanhos diferentes de garrafa deverá cortar todos os tubos no tamanho da marca coca-cola, pois caso contrário não haverá como encaixar os tubos, pois as colunas terão tamanhos diferentes.

Depois do corte, lixe as extremidades do tubo a fim de retirar qualquer rebarba que tenha permanecido.

Antes de pintarmos os tubos das colunas com a mesma tinta aplicada nas caixas, devemos isolar com fita crepe comum as duas extremidades, onde mais tarde serão encaixadas as conexões "T". Para este encaixe se fará necessário a remoção deste isolamento mais tarde. Para aquecer água para uma pessoa serão necessários dez tubos da mesma medida, logo se forem quatro pessoas serão quarenta tubos a serem cortados e pintados. Depois que cada tubo foi devidamente cortado e pintado, podemos proceder com o corte dos tubos que ficarão na parte superior e inferior ligando uma coluna a outra no aquecedor solar.



## ATENÇÃO

**Se você utilizar tanto as garrafas da marca Coca Cola quanto as de Pepsi TODOS os tubos devem medir 105 mm, pois não haverá como encaixá-los no módulo final.**

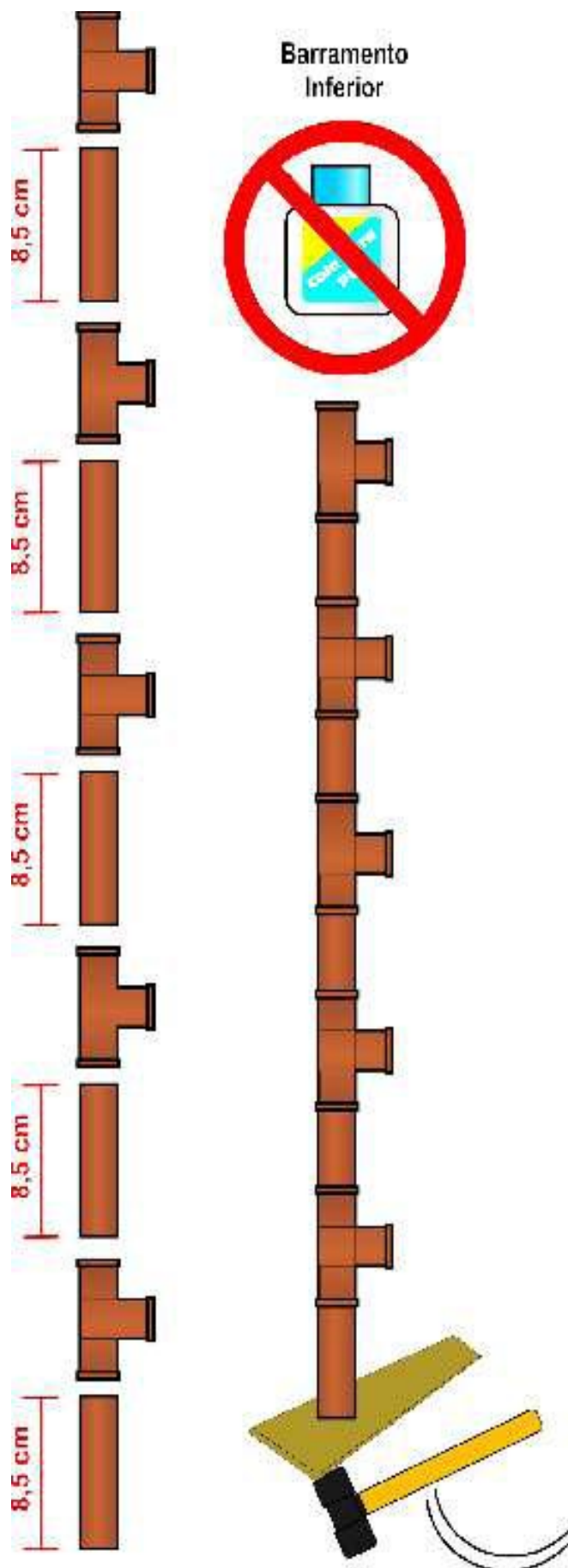
Esses tubos também de 20 mm  $\frac{1}{2}$ , promoverão a ligação de uma coluna a outra, que serão os “tubos distanciamento”, e devem ser cortados com 8,5 cm e não necessitam ser pintados. Esta medida é padrão a todos coletores, não importando os tipos de garrafas utilizadas. Mas, caso você queira melhorar o escoamento da água e construir os barramento superior e inferior mais reforçado do coletor solar, pode-se aplicar conexões do tipo ‘T’ com redução de 25 mm  $\frac{3}{4}$ ”, para 20 mm  $\frac{1}{2}$ , e os diferenciadores entre colunas com tubos de 25 mm  $\frac{3}{4}$  cortados com 8 cm.

A montagem é muito simples, se seguirmos a ordem na colocação dos componentes, e tendo o cuidado de usarmos cola para tubos de PVC, somente nos tubos e conexões da parte superior do coletor onde circula a água quente. Na parte inferior devemos apenas encaixá-los com ajuda de um martelo de borracha, o que facilitará a manutenção, se necessário, simplesmente desencaixando a barra inferior. Se fossem coladas teriam de ser cortadas, com a perda de todas as conexões e tubo de distanciamento.

Para evitar problemas, a qualidade de todos os materiais aplicados no projeto é fundamental. Fique atento, algumas formas de economia podem custar caro.

Para formar o barramento superior, utilizaremos 5 conexões 'T' e 5 tubos de 8,5cm. Cole um dos tubos a uma conexão 'T' e esta conexão a outro pedaço de tubo.

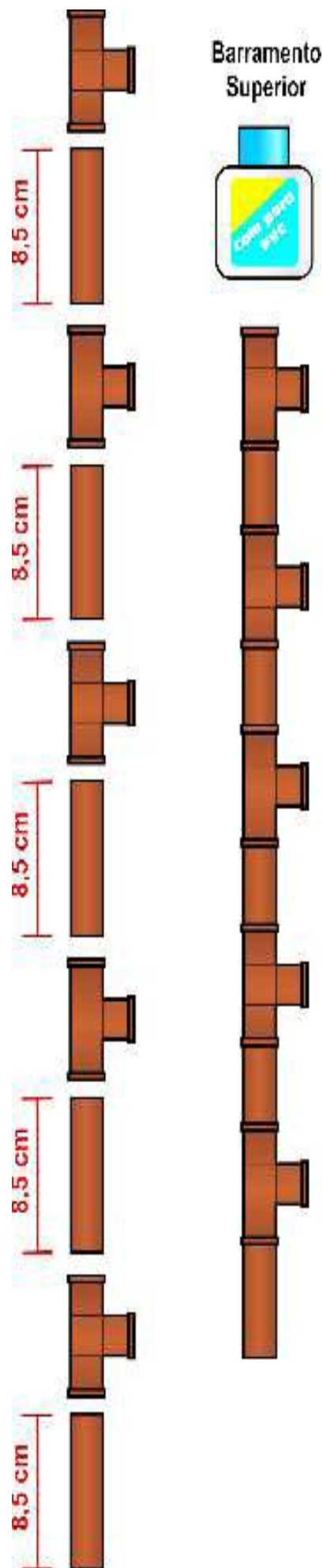
Nesse processo é importantíssimo o alinhamento dos tubos. Utilize uma superfície plana para ajudar nessa tarefa, tubo mal alinhado resultará em vazamento durante o funcionamento do aquecedor solar. Lembre-se de utilizar a cola de PVC em pote com pincel, pois a cola em tubo desperdiça muito e não é prática em uso.





Para evitar problemas, a qualidade de todos os materiais aplicados no projeto é fundamental. Fique atento, algumas formas de economia podem custar caro.

Para formar o barramento superior, utilizaremos 5 conexões “T” e 5 tubos de 8,5cm. Cole um dos tubos a uma conexão T” e esta conexão a outro pedaço de tubo. Nesse processo é importantíssimo o alinhamento dos tubos. Utilize uma superfície plana para ajudar nessa tarefa, tubo mal alinhado resultará em vazamento durante o funcionamento do aquecedor solar. Lembre-se de utilizar a cola de PVC em pote com pincel, pois a cola em tubo desperdiça muito e não é prática em uso.





Para formar o barramento inferior proceda da mesma forma que o barramento superior, simplesmente não utilizando a cola de PVC, e em seu lugar usar um martelo de borracha para apenas encaixar os tubos nas suas devidas conexões. É interessante utilizar um pedaço de madeira/ripa como apoio para não bater com o martelo diretamente nas conexões e nos tubos para evitar trincas, fissuras ou até mesmo quebrar as peças. Lembre-se que o alinhamento das conexões com os tubos é muito importante para evitar vazamentos.

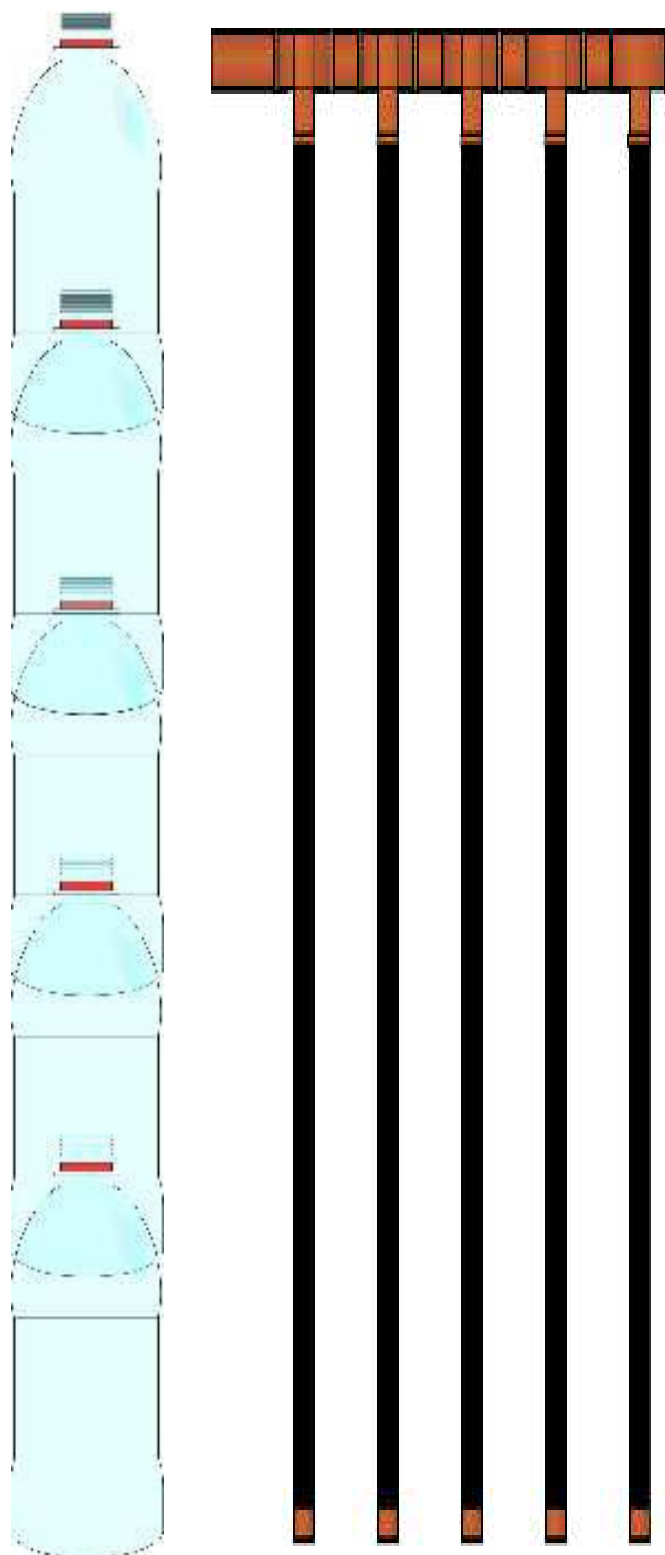


## 9. PRÉ MONTAGEM

### PRÉ-MONTANDO AS COLUNAS CONTROLE DE QUALIDADE DOS MATERIAIS

Nessa etapa verificaremos se as garrafas PET estão adequadas para o uso e a montagem do aquecedor, para tanto encaixaremos umas nas outras de cinco em cinco, simulando a montagem das colunas do aquecedor.

Essa primeira montagem serve para conseguirmos identificar problemas, como mal encaixe, garrafas que estão amassadas e portanto não encaixam direito; enfim, conseguir achar possíveis defeitos que comprometam o funcionamento final do aparelho. As garrafas que estiverem com qualquer defeito, devem ser deixadas de lado neste momento.



## 10. MONTAGEM

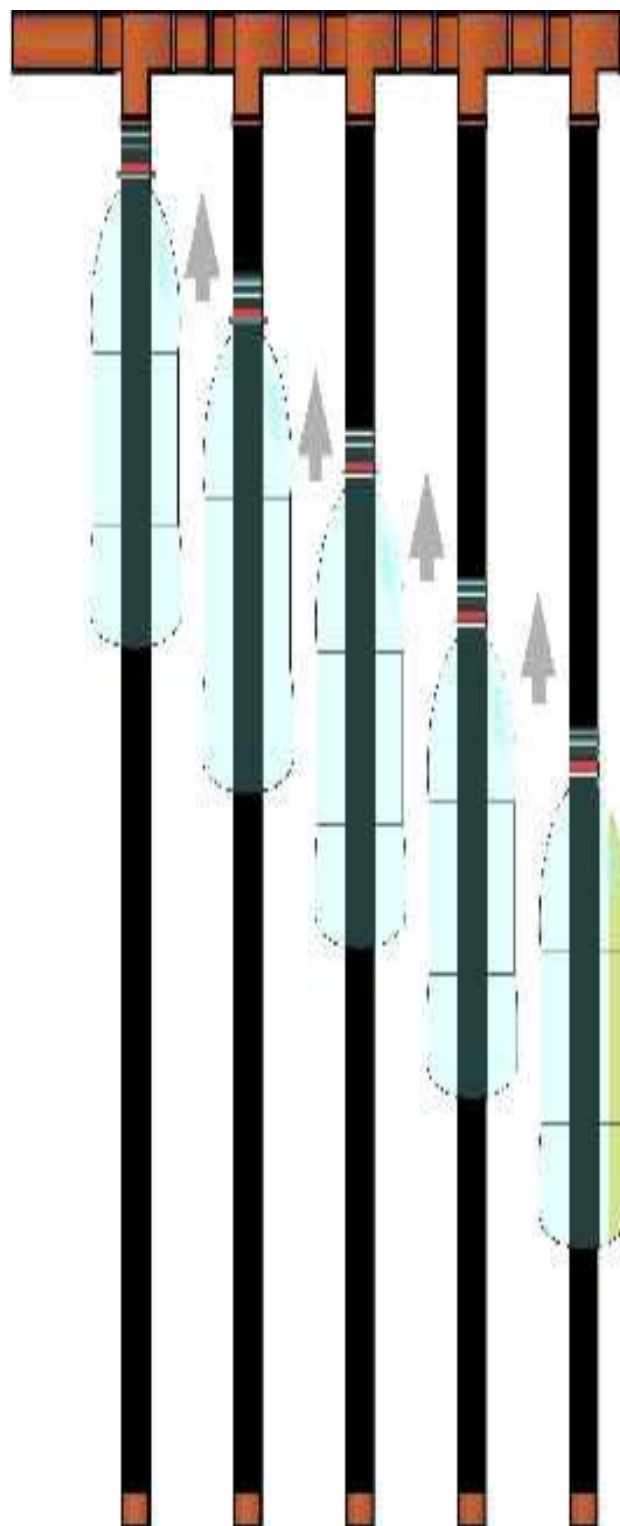
- **ENCAIXE AS COLUNAS**

Nesta etapa colaremos os tubos que foram pintados anteriormente, nos PET's, que compõem o barramento superior.

Não esqueça de retirar a fita crepe antes de encaixar o tubo na parte superior do módulo.

Feito isso, proceda com o encaixe das primeiras garrafas PET, cada uma em sua respectiva coluna.

Haverá garrafas onde não foi possível retirar todo o rótulo, ou ainda resta um pouco de cola, para sanar este problema basta girar a garrafa deixando o rótulo ou cola na parte de baixo que ficará escondida e não receberá luz solar diretamente e desse modo não comprometerá o funcionamento do aquecedor.



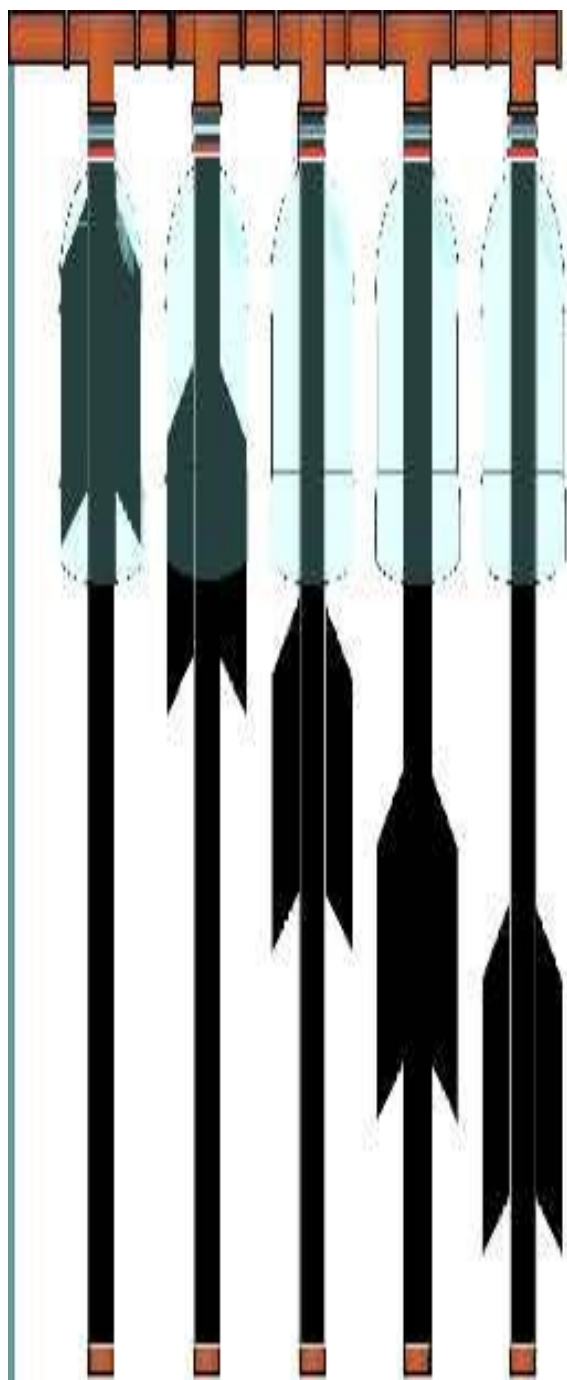
O motivo de aplicarmos no máximo 5 garrafas por colunas, visa não dificultar a instalação do coletor solar em relação à altura da caixa d' água ou reservatório, conforme, conforme abordado anteriormente em circulação por termo sifão, pois no sul do país exige-se uma maior inclinação em razão da latitude local. No Paraná a latitude gira em torno dos 25° s, enquanto que no Nordeste, a latitude gira perto dos 3° s, ou seja, o aquecedor no sul precisa estar mais inclinado do que no Nordeste. O que será muito mais complicado se o aquecedor for demasiadamente grande.

### **ENCAIXE DA EMBALAGEM LONGA VIDA PÓS CONSUMO**

Com as cinco colunas devidamente preenchidas com uma garrafa PET, necessitamos agora posicionar a embalagem longa vida, que já foi pintada dobrada anteriormente.

Quando for encaixar a embalagem longa vida pós consumo, tomar o cuidado de deixar o tubo de PVC por cima da embalagem, ou seja, a embalagem longa vida pós consumo deve ficar atrás do tubo, com a face que foi pintada de preto para cima. E as dobras para trás. Repita o processo até chegar o número de cinco garrafas.





Sempre que for proceder com o encaixe de uma nova garrafa, segure o módulo pela parte superior e encaixe a nova garrafa, para que as que já foram pré-encaixadas anteriormente não saiam de alinhamento, nem sobrem folgas entre as garrafas o que pode afetar o desempenho do aquecedor mais tarde.

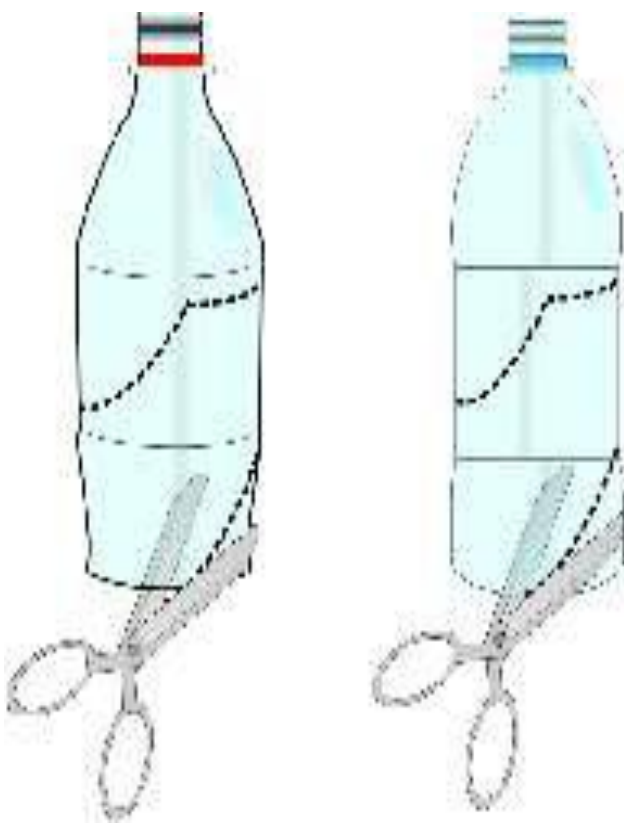
Lembramos que cada coluna deverá ter cinco garrafas do mesmo formato e tamanho. Se você dispõe de formatos diferentes de garrafas faça cada coluna com um tipo e alterne na montagem dos módulos.

Você notará que mesmo com as garrafas PET, sobra um espaço no qual será necessário apenas o gargalo de uma garrafa. Por isso a diferença entre o número de PET e o número de embalagens longa vida.

Como em cada região as garrafas são fabricadas em tamanhos diferentes, não existe um valor padrão para o corte das mesmas. Você precisará medir o espaço que sobrou e cortar a garrafa com essa medida.

Este corte pode ser feito utilizando uma tesoura e recortando a garrafa de baixo para cima seguindo uma trajetória em espiral. Valendo-se do fato de que a garrafa PET já está sem o fundo por ter sido cortado anteriormente.

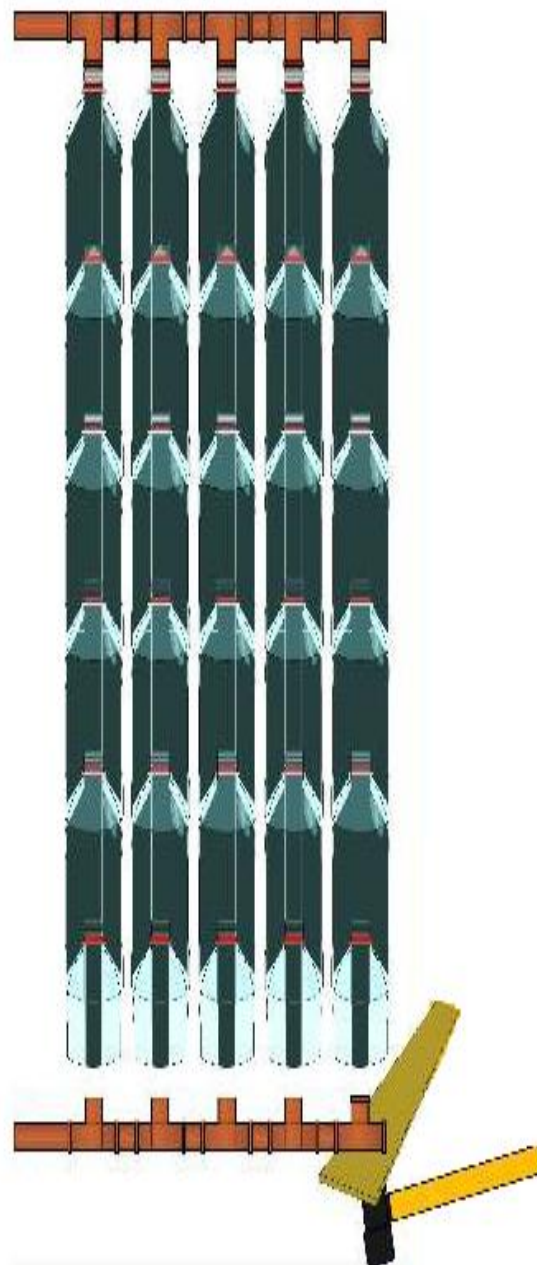
Recomendamos que para as regiões muito frias, o preenchimento da parte de baixo, entre a garrafa PET e a embalagem longa vida pós-consumo, com algum tipo de isotérmico que não absorva umidade (exemplos: rótulos, plásticos, sacolas plásticas).



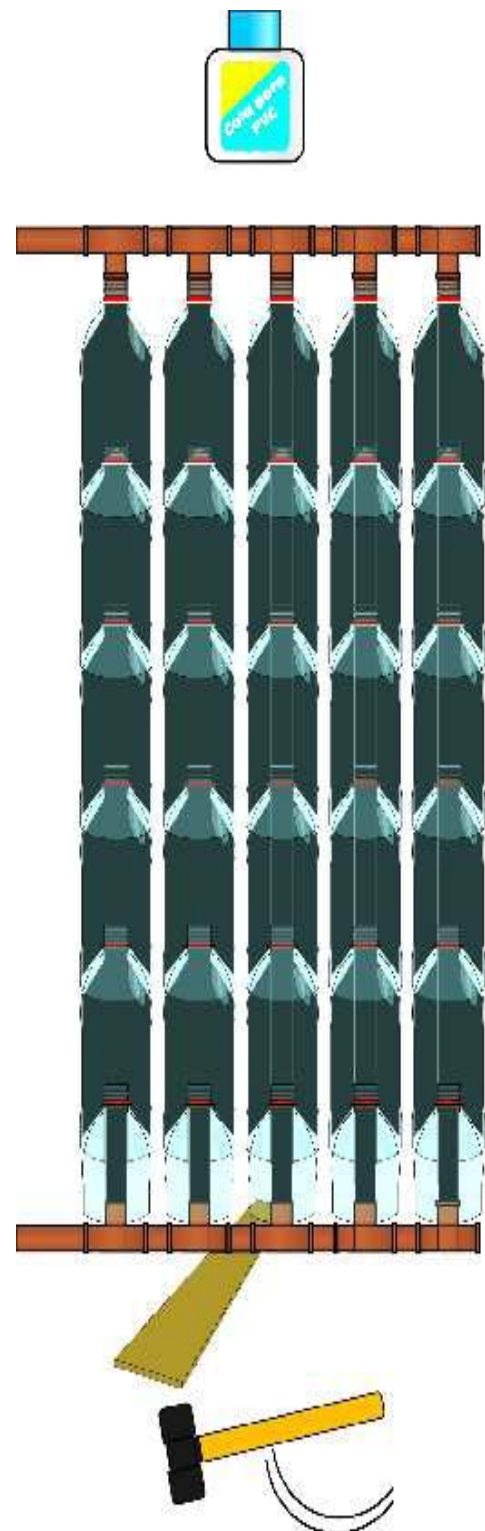
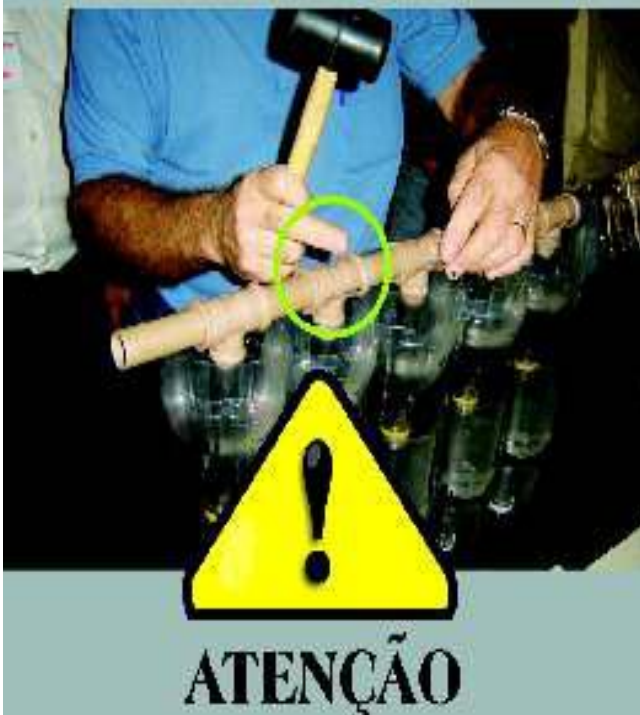
Devidamente montada cada coluna, agora basta finalizar o módulo pela adição do barramento inferior, que deverá ser apenas encaixado nas colunas com o auxílio do martelo de borracha e de uma pequena ripa para absorver a maior parte do impacto e não trincar ou quebrar os tubos e conexões na hora do encaixe.

Não utilize cola para o encaixe do barramento na parte inferior do módulo, ele deve ser apenas encaixado para facilitar a manutenção do aparelho caso seja necessário mais tarde.

Para aquecer água para uma pessoa são necessários 2 módulos como este que acabamos de construir.



Um meio mais prático para promover esse encaixe é posicionar o módulo de cabeça para baixo e bater na vertical do módulo. Para tanto se lembre de calçar a parte que ficará em contato direto com o chão para evitar quebra de tubos ou desmontar as colunas.





- **FITA DE AUTO FUSÃO**



Agora que os módulos estão prontos, certifique que todas as embalagens longa vida estão alinhadas e voltadas para cima, e que não há nas garrafas PET pedaço de rótulo ou cola que não esteja voltados para baixo, se estiver tudo devidamente alinhado, aplique no bocal da primeira garrafa que está encostado na conexão 'T' um pedaço de fita de auto fusão. Essa fita isolará e colará o bocal na conexão 'T' não permitindo que a coluna inteira se movimente.

Você também pode substituir a fita de auto fusão por tiras de borracha (ex.: câmaras de ar), sem perda de eficiência. Esse material evita a fuga de calor do interior da coluna e impede que o vento gire as garrafas, tirando as embalagens longa vida pós-consumo da posição voltada para o Sol, comprometendo o rendimento do coletor solar.

Agora que os módulos estão todos prontos e vedados eles devem ser transportados para o telhado ou área onde ficará exposto à luz solar.

Nesse momento poderemos realizar o encaixe dos módulos para compor o aquecedor solar como um todo. Lembre-se que a parte de cima deve ser colada e que a parte de baixo deve apenas ser encaixada com a ajuda de um martelo de borracha.

Na junção dos módulos se faz interessante o uso de uma pequena ripa para amortecer o impacto da batida do martelo sobre os tubos de PVC.

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 cada painel solar com no máximo 25 colunas, ou seja, 5 módulos. Este cuidado é para evitarmos tensões 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. Você pode construir vários painéis solares e os conectar em série na caixa de água/reservatório.





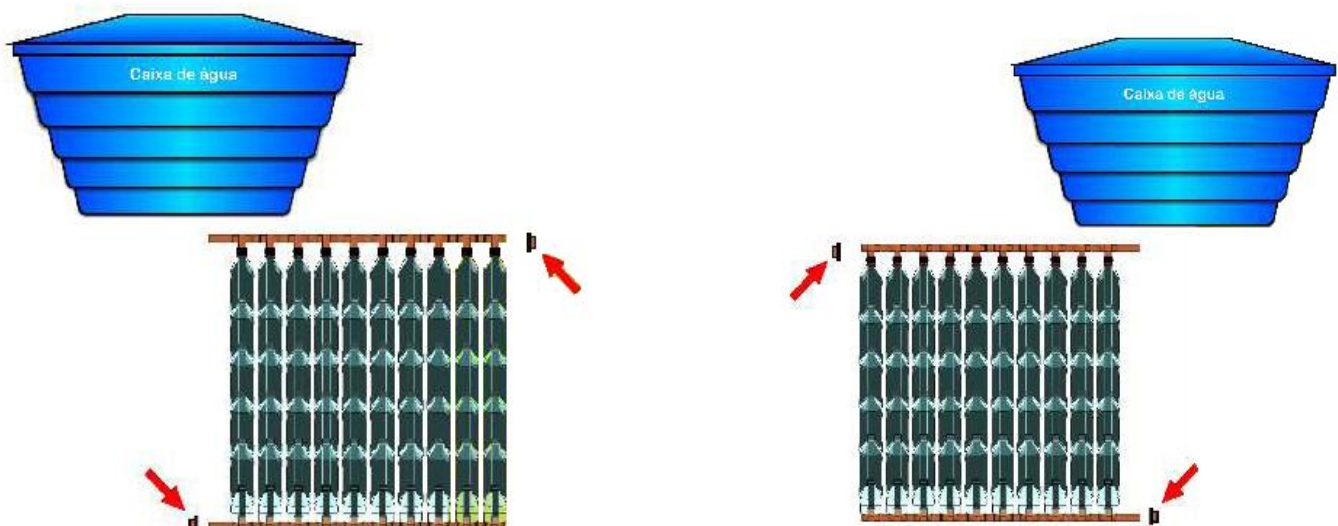
# 11. INSTALAÇÃO

Montagem dos módulos para formar o aquecedor

O aquecedor solar deve ser posicionado no telhado da residência, ou em uma área que receba o sol diretamente, e sem incidência de sombra de árvores, ou de prédios, casas, etc.

Agora temos um aquecedor solar completo, com as colunas todas interligadas, e nas 4 extremidades do aquecedor temos o tubo de PVC aberto para ser conectado à caixa de água.

Verifique em qual posição ficará o aquecedor em relação à caixa de água, se o aquecedor ficar a direita da caixa, você deve tampar o cano inferior esquerdo do aquecedor com um tampão de PVC, afim de que quando a água entrar no aquecedor, ela não escape pela outra lateral. Faça o mesmo no tubo superior direito, pelo mesmo motivo. Ou seja, se o aquecedor solar ficar a esquerda, você deve tampar o tubo inferior direito e o superior esquerdo. Se a caixa ficar do lado direito, você deve fechar o canto inferior direito e o superior esquerdo.



# 12. CAIXA DE ÁGUA

## Acertos a caixa de água

Algumas modificações serão necessárias dentro da caixa de água. A foto ao lado ilustra os componentes originais da caixa e os novos e suas devidas funções:

## Componentes comuns:

### 1-Bóia e Entrada de água

Controla o nível de água da caixa de água, quando totalmente na horizontal impede a entrada de água para não transbordar o reservatório, quando começa a se inclinar para baixo permite que mais água entre na caixa para nivelar a água.

### 2 – Ladrão

Como diz o nome, serve para roubar água quando ela ultrapassa o limite da bóia, isso serve para evitar que a caixa de água transborde por mal funcionamento da bóia ou outro motivo qualquer.

### 3 – Saída de água

É por onde se escoar a água que abastece os cômodos da casa com água fria. Como existem caixas de todo o tamanho e capacidade volumétrica, não há como padronizarmos uma medida a ser seguida para os furos a serem feitos, por isso estabelecemos as alturas em relação ao percentual do tamanho da caixa, por exemplo: uma caixa de 1 m (100%) logo o furo para o retorno da água quente, nº 5 da ilustração ao lado, será a 80 cm do fundo da caixa (80%).

## Componentes do aquecedor solar:

### 4 – Saída para o aquecedor

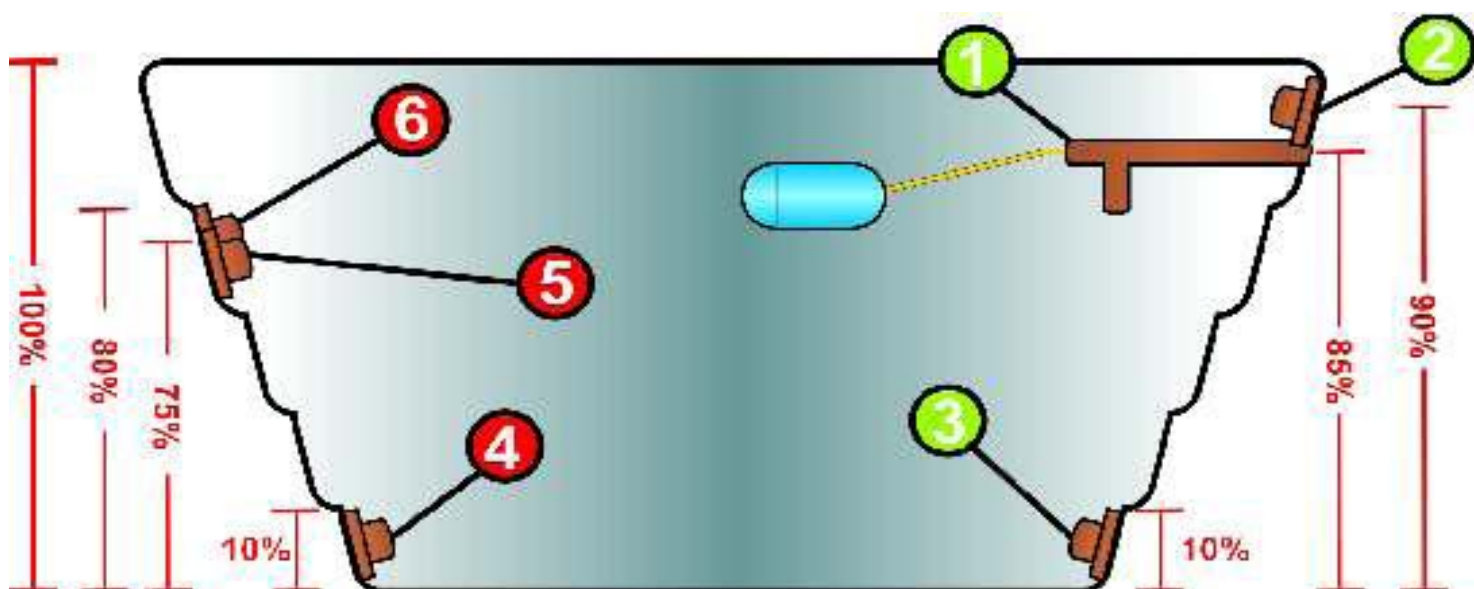
Por esse orifício, a água deixará a caixa de água e circulará pelo aquecedor solar para ser aquecida.

### 5 – Retorno da água quente

Depois de ser aquecida no aquecedor solar, a água quente retorna ao reservatório ficando armazenada na parte mais alta do reservatório. A água fria não se mistura a quente.

### 6 – Misturado

Serve para regular a temperatura da água. Quando na vertical coletará água quente e fria misturando as duas e deixando a temperatura mais baixa, e quando na horizontal coletará apenas água quente, deixando a temperatura da água mais alta.



## O PESCADOR DE ÁGUA FRIA

É por onde a água fria deixará a caixa de água e atravessará o aquecedor solar para ser aquecida.

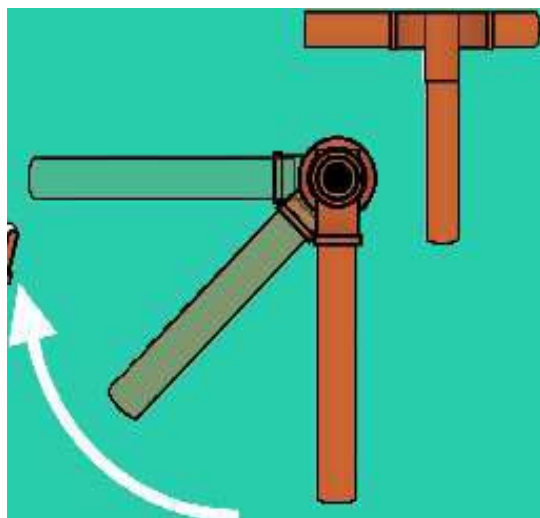
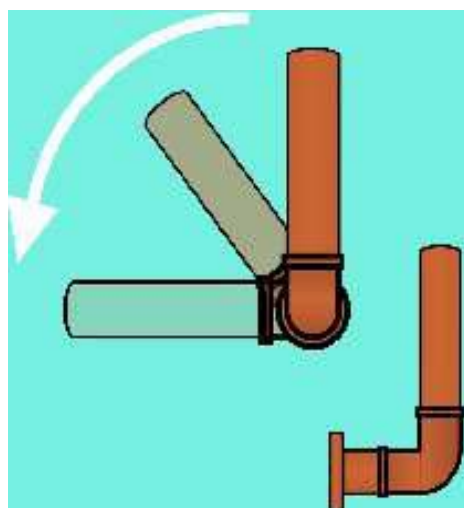
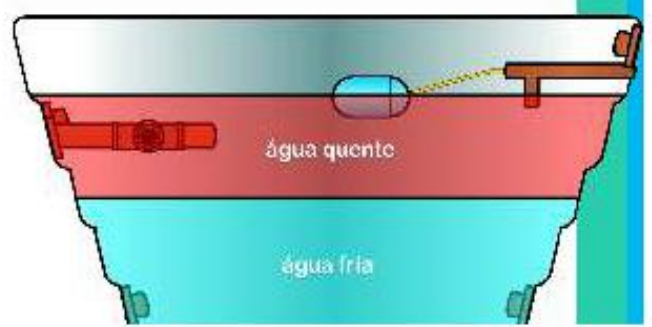
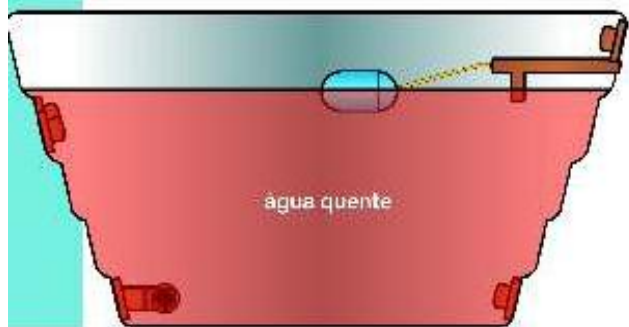
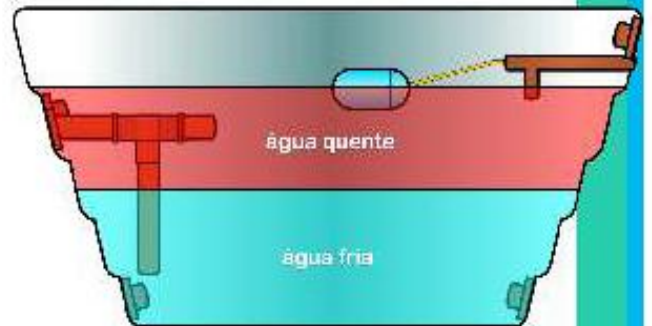
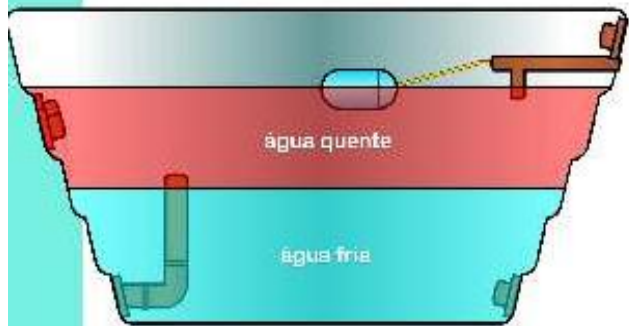
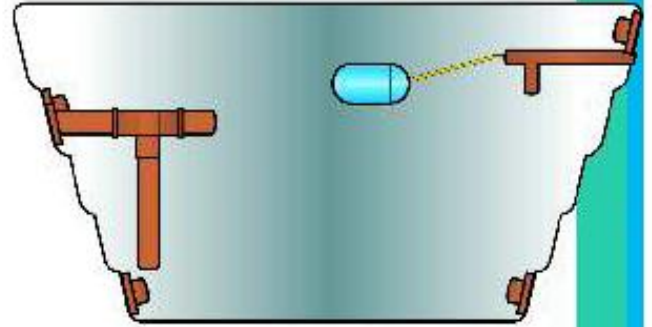
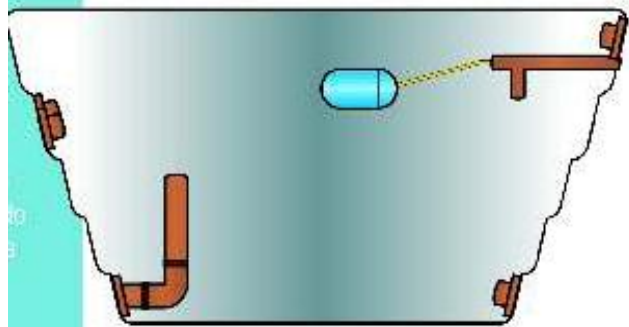
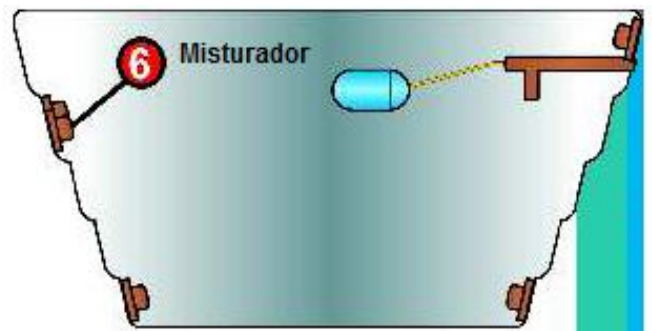
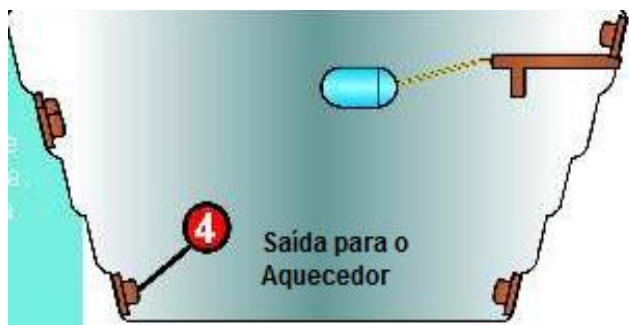
O pescador poderá ser montado com uma curva de PVC com um pedaço de tubo, acoplados ao flange.

Este item ficará totalmente submerso na base da caixa de água.

O funcionamento deste pescador é bastante simples, quando está na vertical ele coletará a água apenas da parte mais alta da caixa de água, assim o reservatório ficará dividido em duas partes: a superior com água quente e a inferior com água fria. Como estaremos aquecendo apenas metade da caixa de água, a temperatura da água se elevará mais rapidamente.

Se girarmos o pescador na horizontal, ele recolherá água da parte mais baixa da caixa de água, ou seja, toda a caixa de água será aquecida.

Como o volume de água será maior, a temperatura da água será mais baixa. Mas neste caso não teremos água fria na caixa de água.



## **PESCADOR DE ÁGUA QUENTE**

Basicamente faz a mesma coisa que o pescador de água fria, no entanto ao invés da água ir para o aquecedor solar para ser aquecida, esse pescador levará a água para dentro da casa. É ele que distribui a água quente para os cômodos da residência.

Para construí-lo utilizaremos uma conexão 'T' e dois pedaços de tubo de PVC, um pequeno com cerca de 10 cm de comprimento. Esse pescador também terá a função de misturar de água. Quando em uso, esse pescador capta a água pelas duas extremidades, portanto deve ficar inteiramente submerso.

Quando na posição vertical, ele capta a água quente na parte superior e a água fria na parte inferior, misturando-as. Seria o equivalente da opção “verão” de um chuveiro elétrico.

Quando na posição horizontal, ele capta somente a água quente na parte de cima da caixa, como se fosse a posição “inverno” de um chuveiro elétrico.



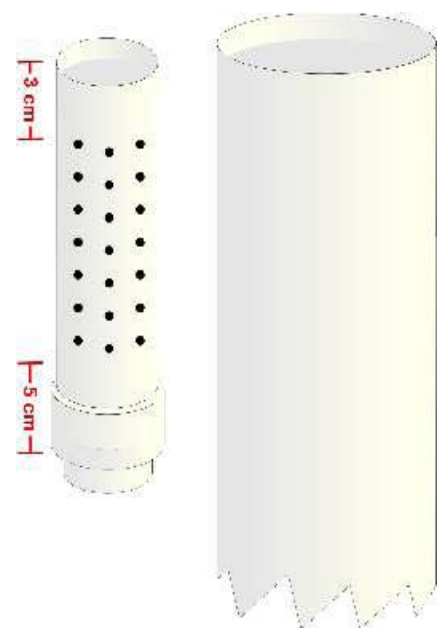
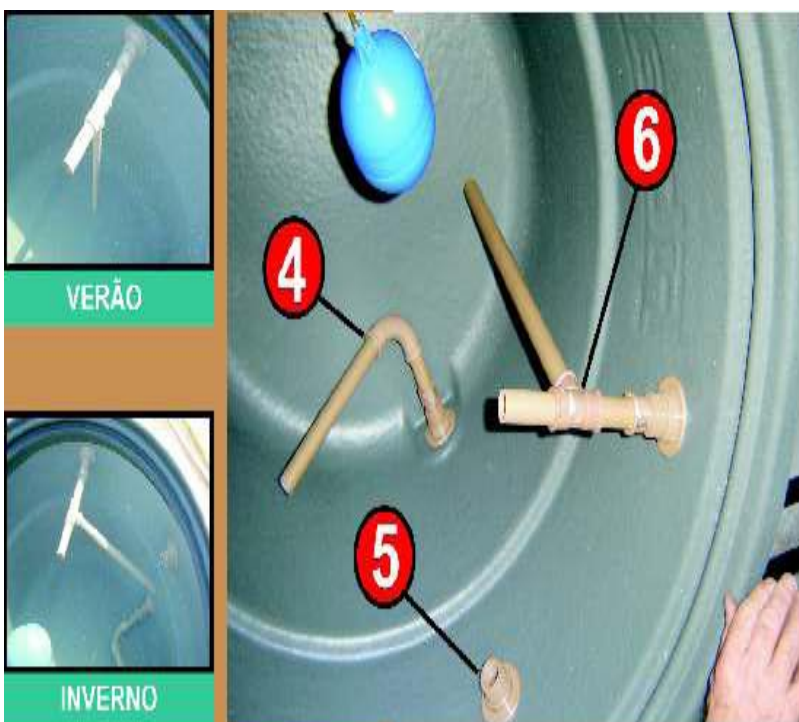
# REDUTOR DE TURBULÊNCIA

Agora já temos todo o sistema de saída de água quente construído e devidamente instalado em seus respectivos lugares dentro da caixa de água.

Devemos, no entanto, tomar algumas precauções quanto ao aquecimento da água. Tomamos como exemplo uma família com quatro pessoas, onde o consumo médio diário é de mais ou menos 250 litros de água quente.

O recomendável é que a caixa seja de 500 litros, já que usaremos como reservatório e fornecimento de água quente, metade superior da caixa no sistema de aquecimento solar, e a metade inferior o fornecimento de água fria.

Neste caso, o aquecedor solar não deve ter mais de 250 garrafas PET, pois cada garrafa é capaz de aquecer um litro de água. Se forem adicionados mais módulos ao aquecedor, a quantidade de água aquecida será maior, o que pode causar problemas caso a capacidade do aquecedor supere a quantidade de água da caixa de água. Podendo provocar o amolecimento dos tubos de PVC.





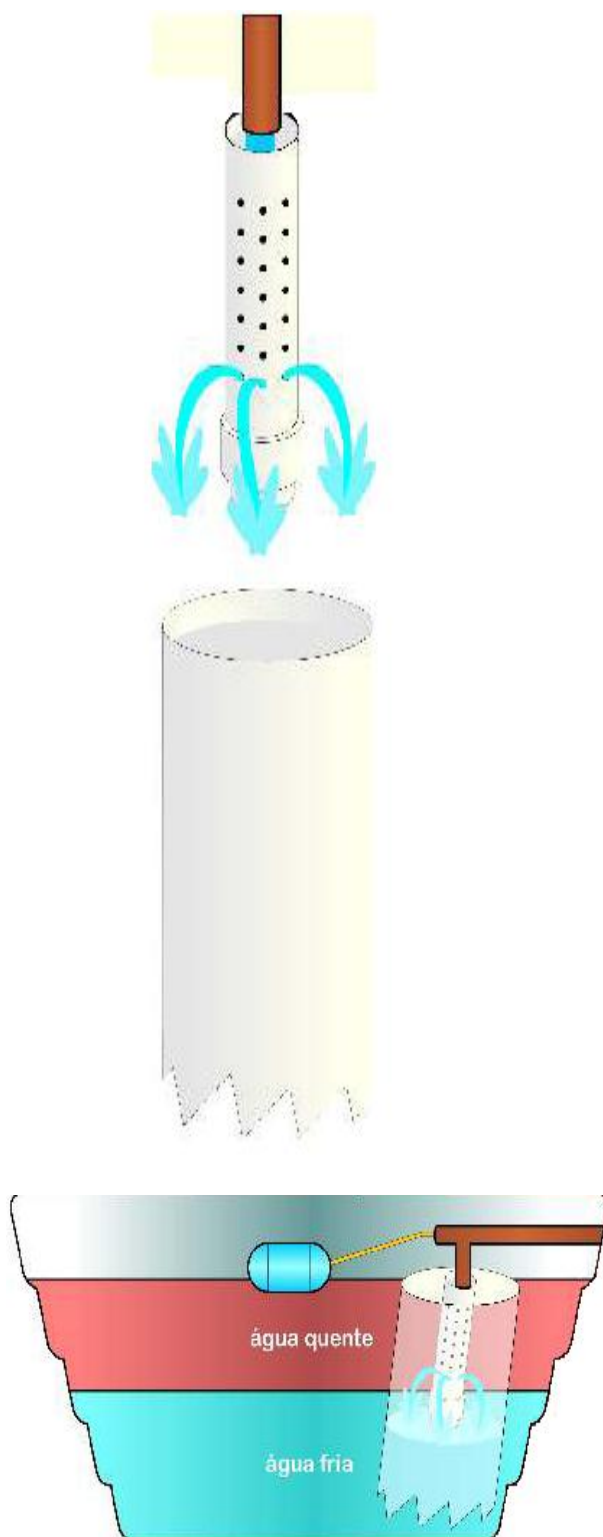
O redutor tem como função, direcionar a água fria de reposição diretamente ao fundo da caixa d'água, sem causar turbulência, evitando que a água fria se misture a água quente o que evitará a redução da temperatura da água no compartimento superior da caixa de água.

A construção desse aparato requer um pedaço de tubo com cerca de 50 mm de diâmetro além de um tubo de 100 mm.

O tubo mais fino deve ser fechado na sua base e devem ser feito ao redor de seu corpo cerca de 20 furos com 10 mm cada, respeitando uma margem de 3 cm na extremidade superior e 5 cm na margem inferior. O tubo de 100 mm não necessita ser tampado em nenhuma de suas extremidades, mas na extremidade inferior convém recortar vários dentes de cerca de 20 mm.

O jato d'água liberado pela bóia, é dirigido até o fundo do tubo de 50 mm, através de um tubo que foi conectado a entrada de água formando um 'T' causando um turbilhonamento. Como o tubo está tampado, o nível da água subirá rapidamente sendo liberada pelos furos ao longo do corpo do tubo.

Essa água, já atenuada, é dirigida ao fundo da caixa, através do tubo de 100 mm, devidamente recortado em forma de dente de serra, apoiado no fundo da caixa e encostado à parte de baixo da bóia.



## 13. POSICIONAMENTO DO AQUECEDOR

Resta agora, ficar o aquecedor no telhado e posicioná-lo de tal maneira que ele absorva maior quantidade de radiação solar possível. Para tanto será necessário posicionar o aquecedor de acordo com latitude de sua cidade.

### Para que serve a Latitude?

A latitude vai definir o grau de inclinação que o seu aquecedor deve ter para captar o máximo possível de radiação solar. Essa inclinação é fundamental para o aquecimento contínuo da água e o melhor aproveitamento do sistema. Para calcular essa inclinação basta ter em mãos um transferidor.



Cidades da Alta Paulista/SP	Latitude
<b>Tupã</b>	<b>21°56'05"S</b>
Adamantina	21°41'07"S
Dracena	21°28'57"S
Garça	22°12'38"S
Inúbia Paulista	21°46'11"S
Marília	22°12'50"S

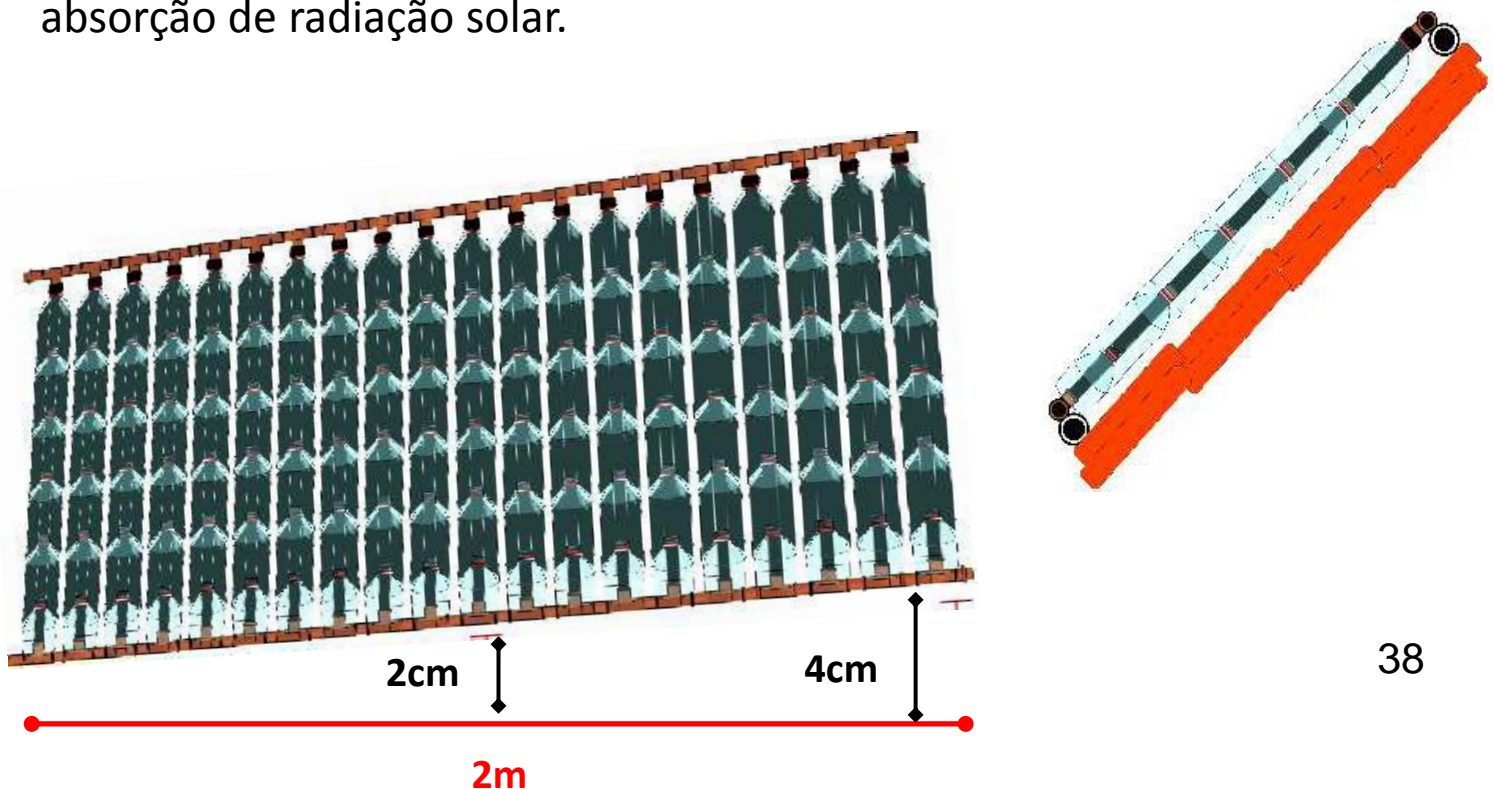
## SUORTE DE FIXAÇÃO DO COLETOR SOLAR

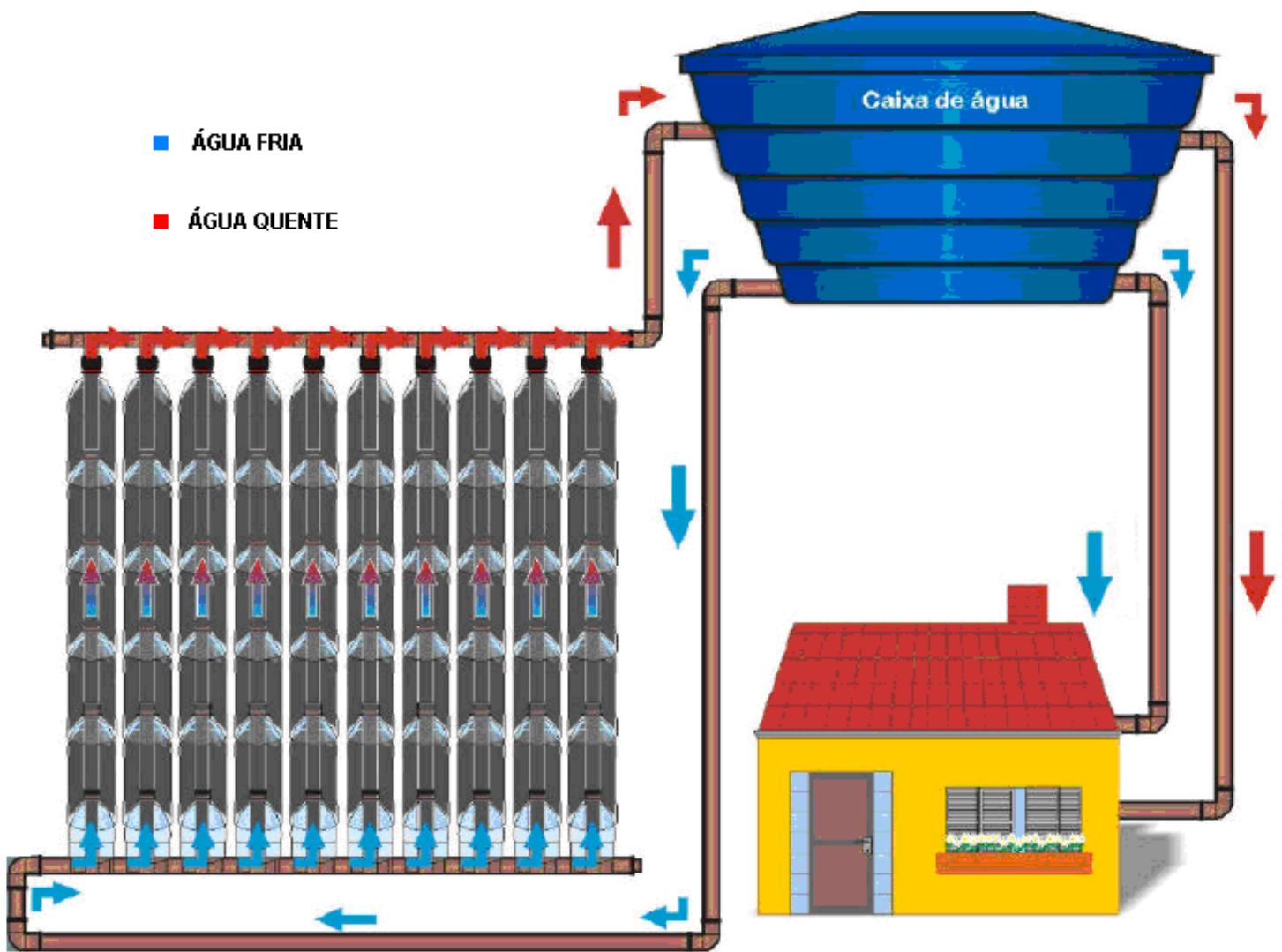
Fica a critério de cada um o material a ser usado como suporte de fixação do coletor solar, mas indicamos que pelo menos os dois barramentos sejam amarrados a barra de cano galvanizados de  $\frac{3}{4}$  ou a algo que garanta alinhamento do coletor. Para evitarmos que bolhas de ar comprometam a circulação da água no coletor. É necessário um desnível de 2 cm para cada metro corrido, sem curvas nos barramentos.

Caso queiram fixar direto sobre o telhado sem levar em conta a latitude local, muito menos o suporte para fixação basta amarrar um tubo de esgoto de 40 mm tanto no barramento superior, quanto no inferior.

Com isso garantiremos uma maior estabilidade para fixação, uma vez que os barramentos passarão a encostar nas telhas. Sem se calço as garrafas PET seriam amassadas contra as telhas.

Agora basta amarrar pelos barramentos superiores e inferiores e passando a corda ou outro material por debaixo das telhas. fixá-lo na armação no telhado. Mesmo assim é necessária pelo menos uma inclinação de  $10^\circ$  e o aquecedor deve estar voltado para o norte geográfico o mais próximo possível. A eficiência não será a mesma do que estiver posicionado quanto a latitude da cidade, mas isso pode ser compensado pela adição de mais módulos para a absorção de radiação solar.



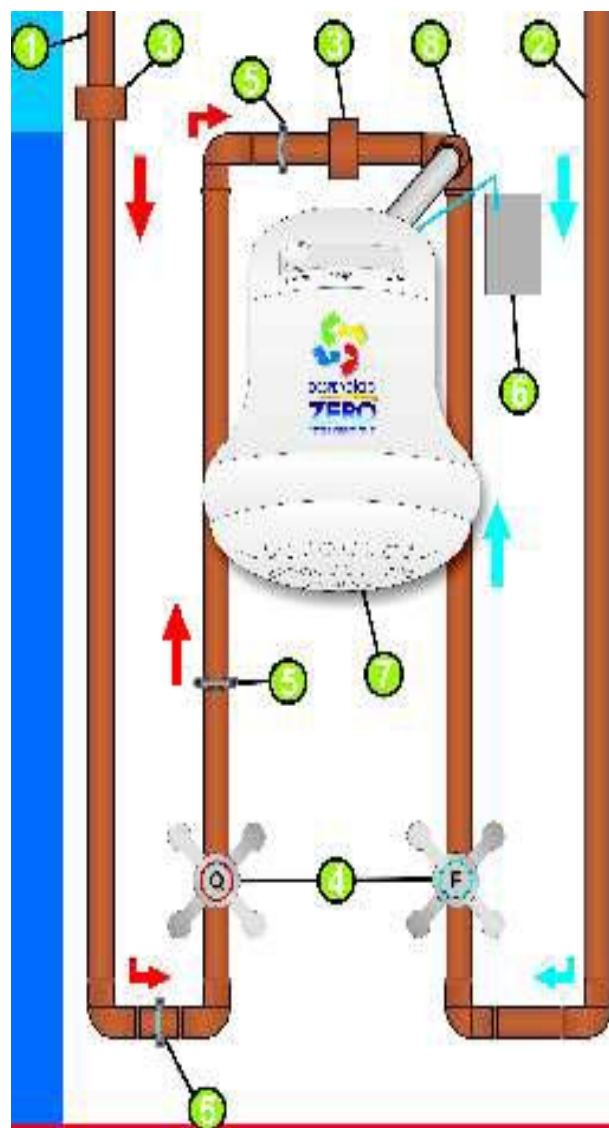


# CHUVEIRO

Se no local a ser implantado o sistema de aquecimento solar, existir instalações para água quente e fria, 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, podendo ser adaptado aos outros pontos de consumo da casa, tais como, cozinha, tanque, lavabo, entre outros.

O controlador com ajuste eletrônico de temperatura, conectado em série à entrada de energia elétrica do chuveiro, comum no mercado, facilita a regulação da temperatura ideal de banho, sem a necessidade de variar o fluxo de água no registro.



1. Entrada de água quente
2. Entrada de água fria
3. Uniões
4. Registros
5. Abraçadeiras
6. Ajuste eletrônico
7. Chuveiro
8. Conexão 'T'



É oportuno ressaltar que quase todos os problemas de eficiência térmica de qualquer aquecedor solar, deixam de existir à medida que nos aproximamos do norte e nordeste. 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 a parte superior do coletor solar, o que cabe a cada um escolher 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).

Devidamente posicionado no suporte ou fixado ao telhado, resta apenas conectar o aquecedor à caixa de água para completar o sistema e assim a água passar a ser aquecida.

O tubo a ser encaixado na parte inferior do aquecedor e que levará água fria para a base do sistema pode ter o tamanho que for necessário, no entanto o retorno do aquecedor para a caixa de água deve ser o mais curto possível para que a água quente não perca o calor por extensas tubulações e/ou pelo contato por tempo prolongado com o ar e/ou o meio ambiente externo ao aquecedor.

Se possível, instale os pontos de consumo próximos à caixa ou reservatório, o que diminuirá o desperdício de água quente na tubulação. Até chegar ao local de consumo. Sendo a caixa ou reservatório responsável por acumular água quente, faz-se necessário um bom isolamento térmico.

Para potencializar ainda mais o aquecimento da água você pode pintar o barramento superior e os tubos que retornam à caixa de água com a mesma tinta preta que utilizou para a pintura das embalagens longa vida pós-consumo e os tubos de cada coluna do aquecedor.

Se julgar necessário você pode isolar a caixa de água para que ela não perca o calor em seu interior para o meio ao seu redor. Esse isolamento pode ser feito de diversas maneiras, como por exemplo: enchendo várias embalagens longa vida pós-consumo com serragem, cascas de trigo, cascas de arroz, grama seca, entre outros.

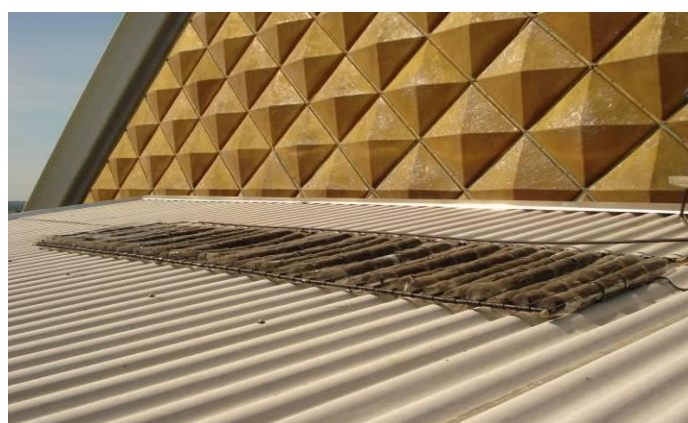
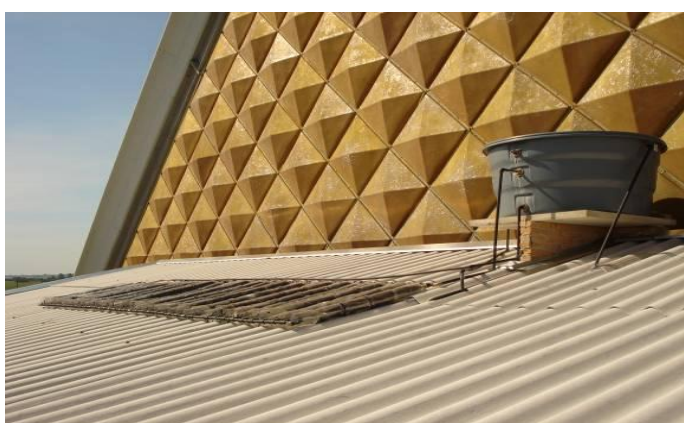


## 14. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em fase de obtenção de resultados práticos, o projeto desenvolvido n UNESP- campus Experimental de Tupã e fomentado pelo CNPq possibilitou a construção do aquecedor solar e sua utilização no laboratório de conforto ambiental para avaliação de banhos. Intitulado “ aplicação da lógica fuzzy para avaliação do conforto térmico de aquecedores solares compostos por embalagens recicláveis”, este projeto irá possibilitar a aferição de dados de temperatura do banho e o tempo que a água aquecida pelo sol pode proporcionar um banho agradável ao usuário. Este controle será ainda realizado por um sistema baseado e regras fuzzy, que aproxima métodos computacionais e o raciocínio humano, criando-se um programa computacional baseado em regras criadas a partir desta lógica fuzzy. A seguir, são dispostas ilustrações do laboratório, do aquecedor e dos aparelhos de aferições de dados.



**Laboratório de conforto ambiental**



**Sistema de Aquecimento de água**



**Estrutura interna do Laboratório para análise dos dados**



**Chuveiro e instalação hidráulica**



**Medidores de temperatura e umidade (externo e submerso em água)**

---

AGRADECIMENTOS

---



**UNIVERSIDADE ESTADUAL  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
CAMPUS EXPERIMENTAL DE TUPÃ**



**CONSELHO NACIONAL  
DE DESENVOLVIMENTO  
E PESQUISA TECNOLÓGICA**

---

APOIO

---



**ASSOCIAÇÃO AMIGOS DA NATUREZA  
DA ALTA PAULISTA**

Rua Chavantes, nº 1255, Centro, Tupã / SP

Fone: (14) 3441-5164 – CNPJ 05.877.406/0001-70

**Há 7 anos promovendo condutas conscientes !!!**