



GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ.

Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA

Lindsley da Silva RASCA RODRIGUES

Secretário de Estado

Coordenadoria de Resíduos Sólidos - CRES

Laerty Dudas

Coordenador

Ficha Técnica:

Michiline A. Tavares - *Assessora Técnica CRES*

Leticia C. Marques - *estagiária Biologia - PUC-PR*

Cynthia Raquel Ayres Chico - *estagiária Zootecnia - UFPR*

Willian Bill - *Designer, Projeto Gráfico - CRES*

Projeto e Patente - INPI

José Alcino Alano e família - Tubarão - SC

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

Parceria:

MENNOPAR

Indústria de Plástico Ltda.

www.mennopar.com.br

Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Paraná -SEMA

R. Desembargador Motta, 3384 - CEP 80430-200 - Curitiba - PR

site: www.pr.gov.br/sema



SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE
E RECURSOS HÍDRICOS
SEMA



CRES

Coordenadoria de Resíduos Sólidos

COMECE NÃO DESPERDIÇANDO ESTA IDÉIA

site: www.pr.gov.br/sema



Estado do Paraná

APRESENTAÇÃO

O ESTADO DO PARANÁ APOIANDO AS GRANDES IDÉIAS

Este Manual contém os principais passos para a confecção do aquecedor solar utilizando alguns materiais recicláveis. O aquecedor solar foi desenvolvido pelo aposentado José Alcino Alano, morador da cidade catarinense de Tubarão. Esta invenção lhe valeu a conquista do Prêmio Super Ecologia 2004, oferecido pela Revista Super-Interessante, de circulação nacional.

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 e embalagens cartonadas longa vida) podem transformar-se em algo útil.

O registro do aquecedor solar junto ao Instituto Nacional de Propriedade Industrial INPI, pelo Sr. José Alano, (foto) se fez necessário para garantir a finalidade social, evitando que alguém tentasse usar esta invenção com interesses comerciais. Dessa maneira, proporcionando uma melhor qualidade de vida a muitas pessoas, já que o propósito não é extrair dividendos na comercialização, mas sim, gerar renda e emprego para cooperativas de catadores, instituições, associações de moradores, entre outras.

O Governo do Paraná, através da SEMA e suas vinculadas, IAP e SUDERHSA, em parceria com o Sr. José Alano, têm como um dos seus principais objetivos a formação de agentes multiplicadores, através de Oficinas Práticas, formando uma verdadeira rede de divulgação para os 399 municípios do Estado, para que um maior número de pessoas possam usufruir dos benefícios desta tecnologia.

A maior mudança que você pode esperar da natureza é a sua.



Estado do Paraná
Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

Lindsley da Silva RASCA RODRIGUES
Secretário de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.



DIVISÃO DOS FÓRUMS DA COORDENADORIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS

A SEMA através da Coordenadoria de Resíduos Sólidos - CRES, conta com uma centena de instituições parceiras, que constituem os Fóruns Setoriais por tipo de resíduos. Estes fóruns, estabelecem propostas e ações para os diferentes resíduos gerados nos municípios.

- **REDUZA A GERAÇÃO DE RESÍDUOS,**
- **REUTILIZE OS MATERIAIS AINDA ÚTEIS,**
- **RECICLE O MÁXIMO POSSÍVEL.**



SUMÁRIO DO AQUECEDOR SOLAR DE RECICLÁVEIS

Finalidade	04	19	Montagem
Listando os Materiais	06	25	Instalação
Trabalhando com o PET	08	26	Caixa de água
Longa Vida	10	30	Redutor de Turbulência
Tubos de PVC	14	32	Inclinação

COMECE NÃO DESPERDIÇANDO ESTA IDÉIA

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 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, 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, clubes de serviços, em várias instituições e habitações de famílias com baixa renda.

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

CUIDADOS ESPECIAIS

No manuseio dos diferentes resíduos como as garrafas PET pós consumo e as embalagens longa vida pós consumo, devemos ter a precaução de lavar bem as embalagens para evitar mal cheiro e o contágio de doenças como leptospirose e a proliferação de microrganismos.

2. COMO FUNCIONA UM AQUECEDOR SOLAR

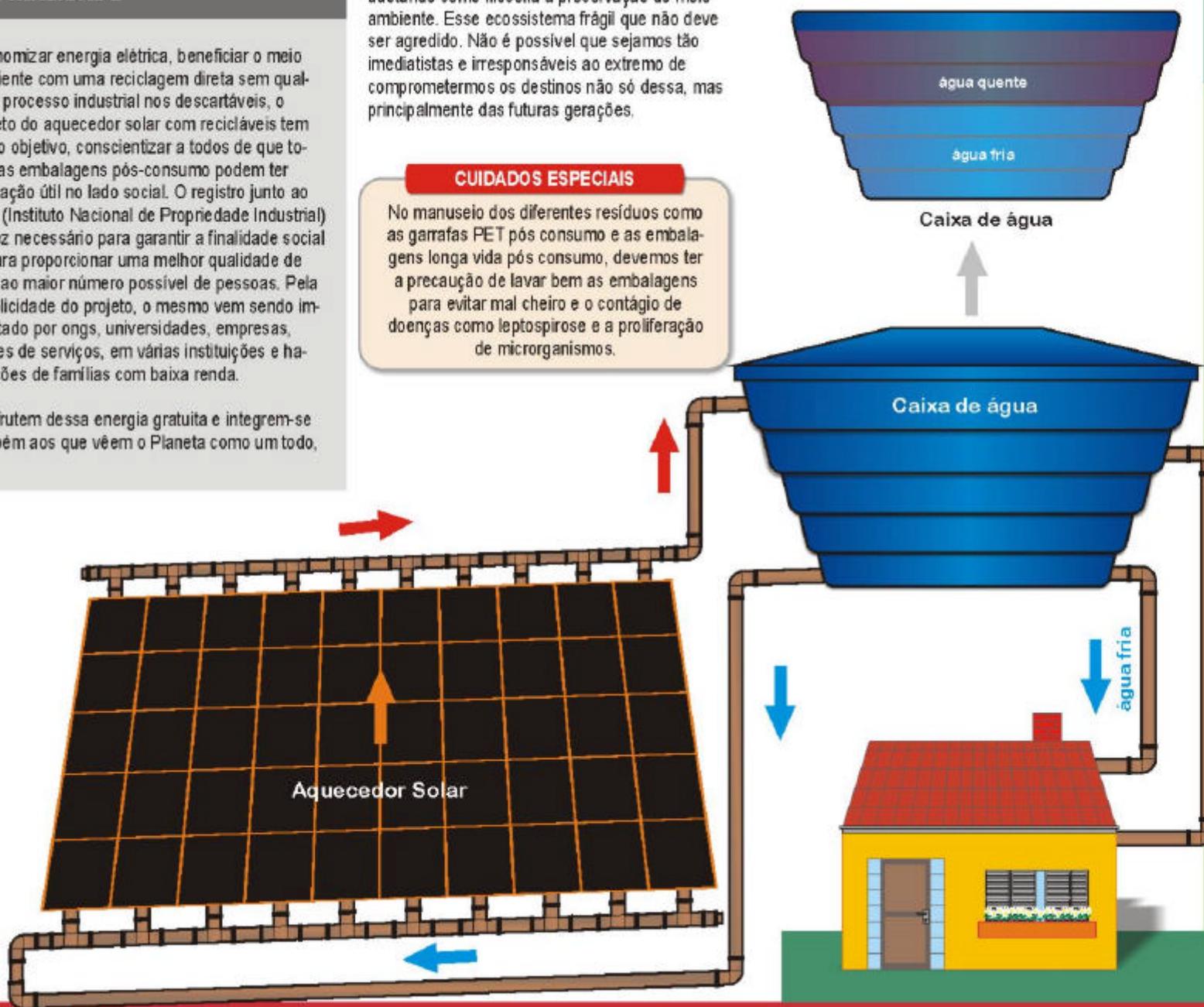
Circulação por termo sifão

O princípio de funcionamento por termo sifão é o que melhor se adapta à 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 ao lado, essa diferença de altura não pode ultrapassar três metros de distância e no mínimo trinta centímetros.

Esse desnível é necessário para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade entre a água quente e a fria.

A medida em que a água esquentada 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°C, o que permite que em uma exposição de 6 horas a água atinja no verão a temperatura de 52°C e no inverno, 38°C. Esse tempo de exposição começa a ser computado a partir das 10:00 da manhã até as 16:00 da tarde.



AQUECEDOR SOLAR

COM RECICLÁVEIS

3. OS COMPONENTES DO CONJUNTO E SUAS FUNÇÕES

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 pós-consumo e as embalagens longa vida pós-consumo, substituem a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais. O calor absorvido 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 a níveis que mantenham a rigidez do PVC (temperatura máxima de 55°C), sem causar o amolecimento dos mesmos, e por consequência comprometer a estrutura do coletor solar na parte superior, causando vazamentos.

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

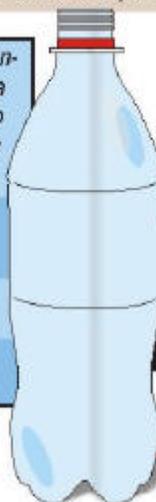


ATENÇÃO

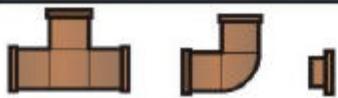
4. DIMENSIONANDO O PROJETO E OS MATERIAIS

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 houverem 4 pessoas, basta multiplicar os valores por 4.

Qt	Descrição
60	Garrafas PET cristal de 2 litros (transparentes) pós-consumo dêem preferência as da marca Coca-Cola e Pepsi Cola, devido ao seu formato cônico, PETs de outras cores não são recomendadas.
50	Embalagens Longa Vida de 1 litro pós-consumo.
11	Metros de Canos de PVC de 20 mm ½"
20	Conexão T em PVC de 20 mm ½"



Lembre-se que as garrafas PET e as embalagens longa vida pós-consumo devem ser **LAVADAS** para evitar a proliferação de microrganismos e mal cheiro



AQUECEDOR SOLAR

5. Ferramentas necessárias para a confecção



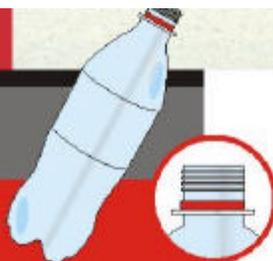
● Ferramentas e peças necessárias para a confecção que independem do número de pessoas a utilizar o aquecedor:

Qt	Descrição
01	Fita de auto fusão ou borracha de câmara de ar;
01	Litro de tinta fosca preta;
01	Rolo ou pincel para pintura;
01	Luvas para proteger as mãos na hora da pintura para não se sujar;
01	Estilete;
01	Canho de PVC de 100 mm com 70cm de comprimento para molde de corte da Garrafa PET;
01	Martelo de Borracha;
01	Lixa d'água 100;
01	Cola para tubos de PVC com pincel em pote;
01	Arco de Serra
01	Tábua de madeira com no mínimo 120mm de comprimento
05	Pregos
01	Ripa pequena (+-) 15 cm de comprimento
01	Fita crepe com largura de 19mm
04	Conexão L (Luva) em PVC de 20 mm ½"
02	Tampão em PVC de 20 mm ½"

Para aquecer a água de um banho para uma pessoa, necessita-se de um aquecedor solar de 1 m², ou seja, em uma casa com 4 pessoas será necessário um aquecedor solar com um painel de 4 m². Como já vimos anteriormente, para uma pessoa são necessárias 60 garrafas PET pós-consumo e 50 embalagens longa vida pós-consumo, se multiplicarmos isso por 4 teremos a quantidade necessária para quatro pessoas, ou seja, 240 garrafas PET e 200 embalagens longa vida pós-consumo.

COM RECICLÁVEIS

6. MATERIAIS - PET



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

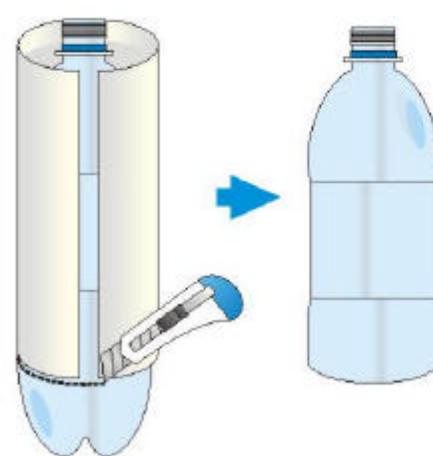
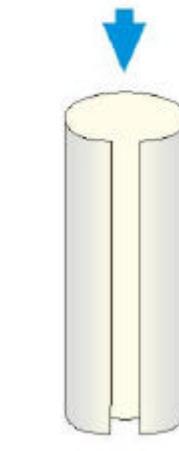
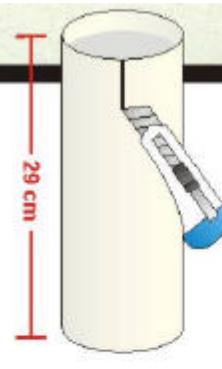
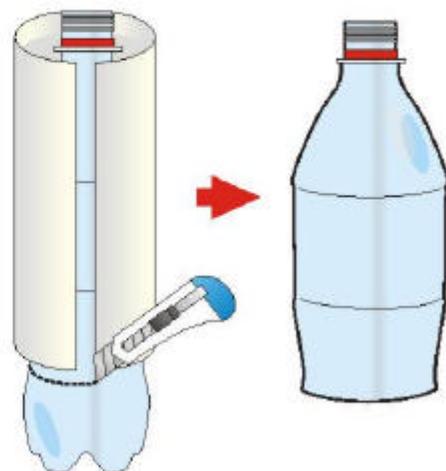
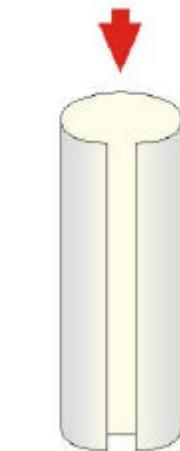
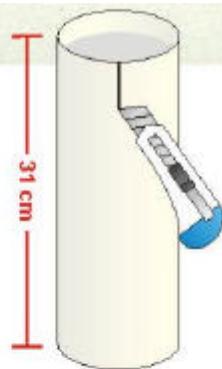
Com os tubos nas dimensões corretas proceda com um corte longitudinal (vertical) no tubo o que possibilitará a introdução da garrafa no mesmo, servindo como régua para corte das garrafas como ilustra os desenhos ao lado.

Sugestão:
Neste corte, utilize um estilete.

Observação:
Após o consumo do refrigerante, lave a garrafa e deixe escorrer a água. Leve à geladeira por 2 min sem a tampa e ao retirar da geladeira, tampe-a rapidamente. O ar frio no interior da garrafa voltará à temperatura ambiente, expandindo-se no interior da garrafa impossibilitando que ela se amassasse quando guardada em lugar frio, até a sua aplicação no coletor solar.

PORQUE NÃO O PET VERDE?

Como a cor verde absorve calor, supostamente causará a degradação da garrafa mais rapidamente, comprometendo a eficiência do aquecedor, razão pela qual não a recomendamos.



Caso existam poucas garrafas e entre elas algumas amassadas, há um método muito simples para devolver seu formato original.

Adicione 100 ml de água fria, tampe-a e aqueça-a no microondas por 45 segundos.

Ao retirá-la do forno, gire a mesma na horizontal por uns 10 segundos, molhando todas as paredes internas com a água que foi aquecida. Deixe-a em pé e só depois com cuidado desenrosque a tampa lentamente para liberar o vapor. Jogue a água fora e deixe a garrafa esfriar sem a tampa.

Não se recomenda utilizar água quente diretamente porque a garrafa sem a pressão do vapor como sustentação, ao receber a água quente deforma-se ainda mais.

Obs.: Por se tratar de manuseio de água em alta temperatura, utilize algum tipo de proteção como óculos de proteção, luvas, avental, e em local longe de outras pessoas, especialmente crianças, para evitar qualquer tipo de acidente.



Garrafa da marca Coca Cola



Garrafa da marca Pepsi Cola

7. MATERIAIS - Embalagens Longa Vida pós-consumo

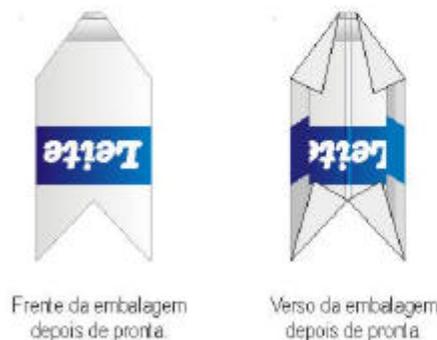
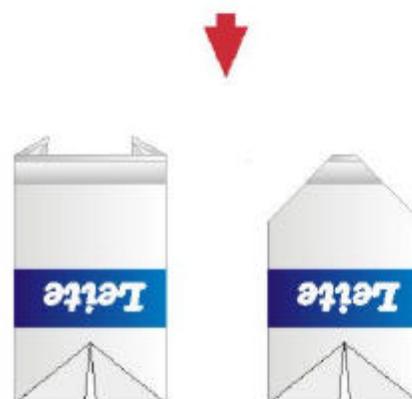
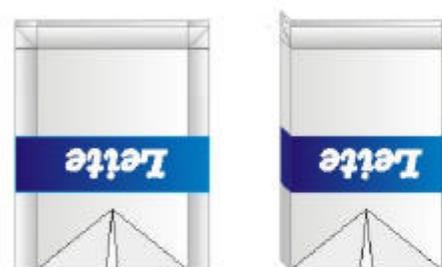


As embalagens longa vida pós-consumo têm em sua composição, 5% de alumínio, 20% de polietileno e 75% de papel, o que dificulta sua coleta como apenas papel, exigindo portanto equipamentos especiais na separação desses três materiais. São poucas as empresas especializadas em tal processamento, o que desestimula os catadores.

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, teremos a formação de microrganismos e forte mal 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.

Com o propósito de simplificar os cortes nas embalagens longa vida, adotamos um único tamanho para os diversos tipos de garrafas, ou seja 22,5 cm de altura. O corte para a redução da altura da embalagem deve ser feito na parte de cima por onde sai o leite ou líquido de seu interior para deixarmos a embalagem totalmente reta e sem cortes em suas paredes.



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.

Antes de pintar fazer todos os cortes e dobras



20% plástico



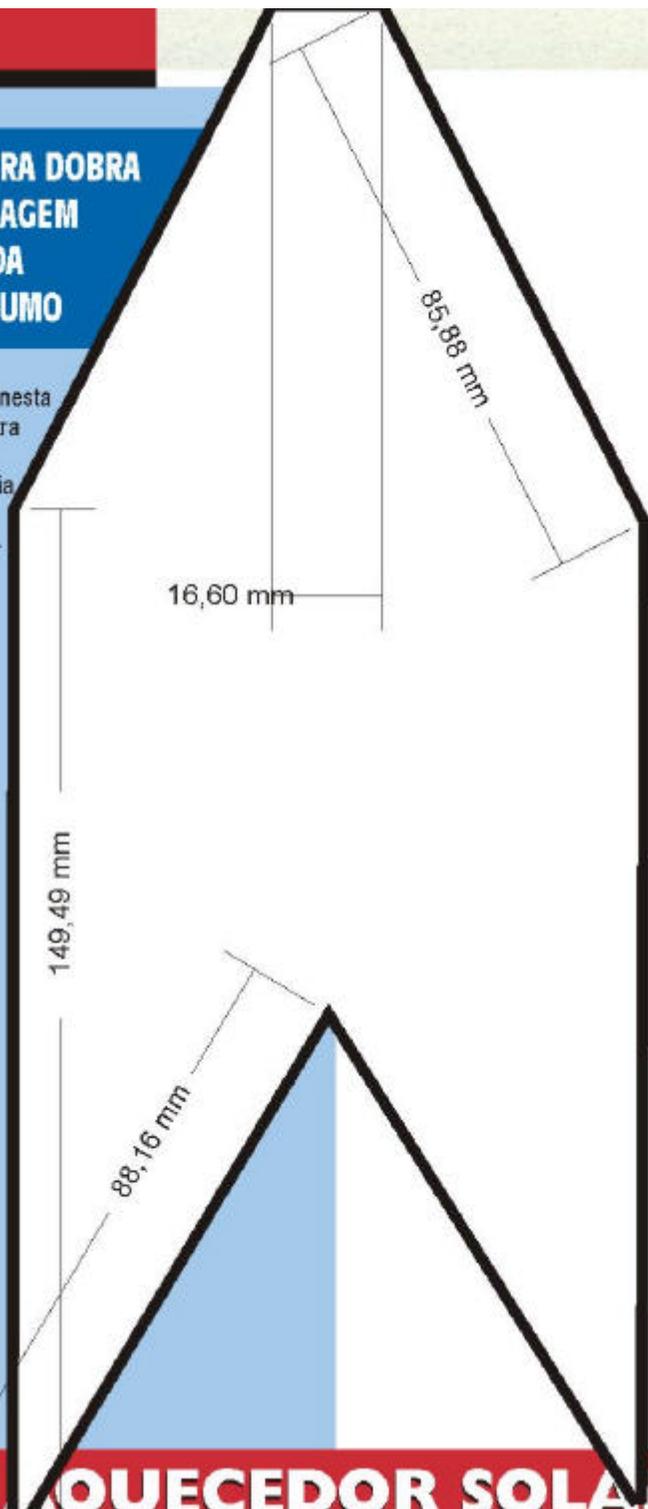
5% alumínio



75% papel

MOLDE PARA DOBRA DA EMBALAGEM LONGA VIDA PÓS-CONSUMO

O molde contido nesta página se encontra no tamanho real. Tire uma fotocópia desta página ou decalque o desenho e construa o seu molde em material rígido como uma placa de PVC ou material similar.



QUECEDOR SOLAR

Realizadas todas as dobragens necessárias, poderemos iniciar agora o processo de pintura das embalagens longa vida pós-consumo.

Devemos pintá-las com tinta esmalte sintético preto fosco secagem rápida para interiores e exteriores, usada para ferro, madeira, entre outros. Evite a tinta em spray pois trata-se de um produto mais caro e o resultado final é o mesmo da tinta convencional. Deve-se dar preferência as latas de 1 litro.

Utilize-se de um rolo ou um pincel na aplicação da tinta. Para um melhor aproveitamento da tinta, 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 comprometerá o desempenho do coletor, uma vez que os raios solares serão em parte refletidos.

ATENÇÃO

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



COM RECICLÁVEIS

8. MATERIAIS - Canos de PVC

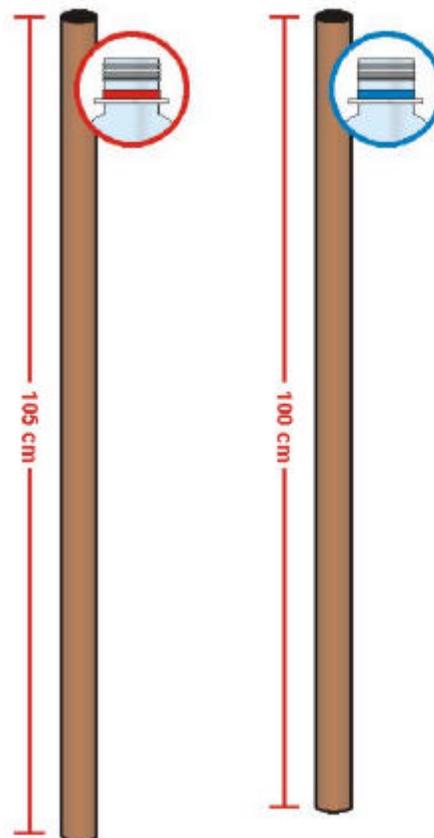
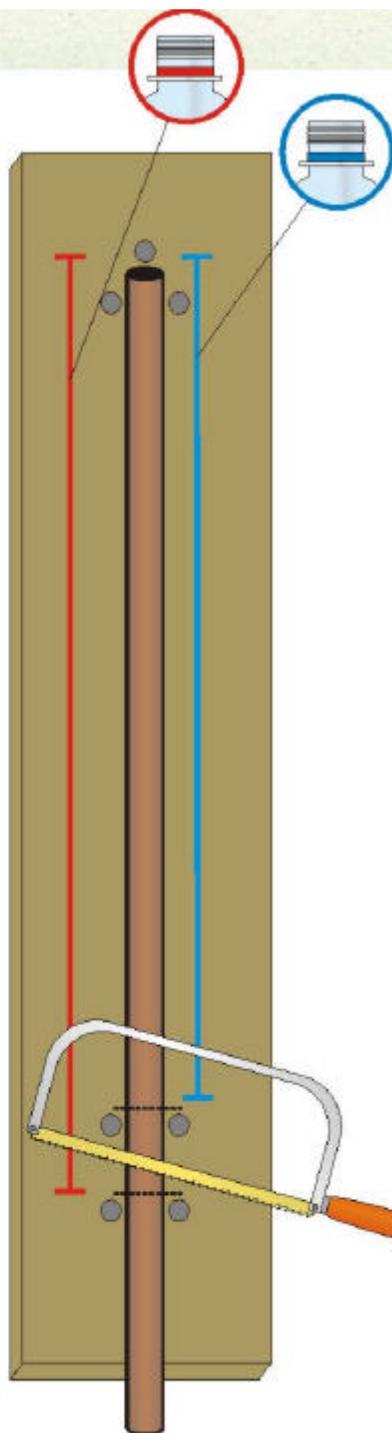
Os tubos das colunas do coletor solar, devem ser cortados de acordo com os tipos de garrafas PET pós-consumo que dispomos. Veja abaixo a medida que melhor se enquadra:

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 mal encaixe das conexões entre as colunas.

O gabarito nada mais é do que uma tábua de madeira e alguns pregos. Na parte de cima da madeira pregue 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, enquanto que o 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 partindo do prego que está na posição mais alta a medida a ser cortada e coloque outros dois pregos alinhados na lateral do tubo. Esses dois novos pregos marcarão a distância em que será corta-



do o tubo e servirão de régua para 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 afim 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 for utilizar tanto as garrafas da marca Coca Cola quanto as de Pepsi Cola **TODOS** os tubos devem medir 105 mm. Não deve haver diferença de tamanho, pois não haverá como encaixá-los no módulo final.



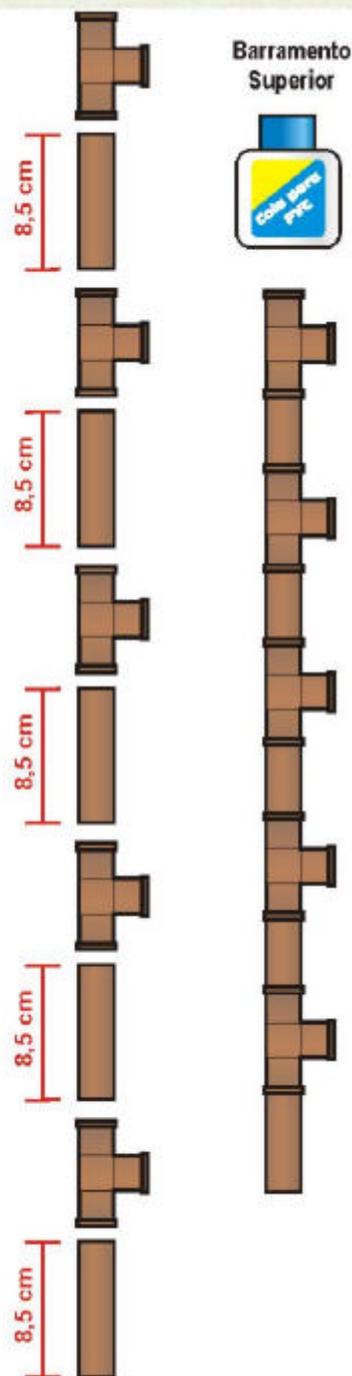
Use luvas ou um saco plástico para não se sujar.

Esses tubos também de 20 mm $\frac{1}{2}$ " promoverão a ligação de uma coluna a outra, que serão os "tubos de distanciamento", e devem ser cortados com 8,5 cm e não necessitam ser pintados. Esta medida é padrão a todos os coletores, não importando os tipos de garrafas utilizadas. Mas, caso você queira melhorar o escoamento da água e construir os barramentos superior e inferior mais reforçados 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 distanciadores entre colunas com tubos de 25mm $\frac{3}{4}$ " cortados com 8 cm.

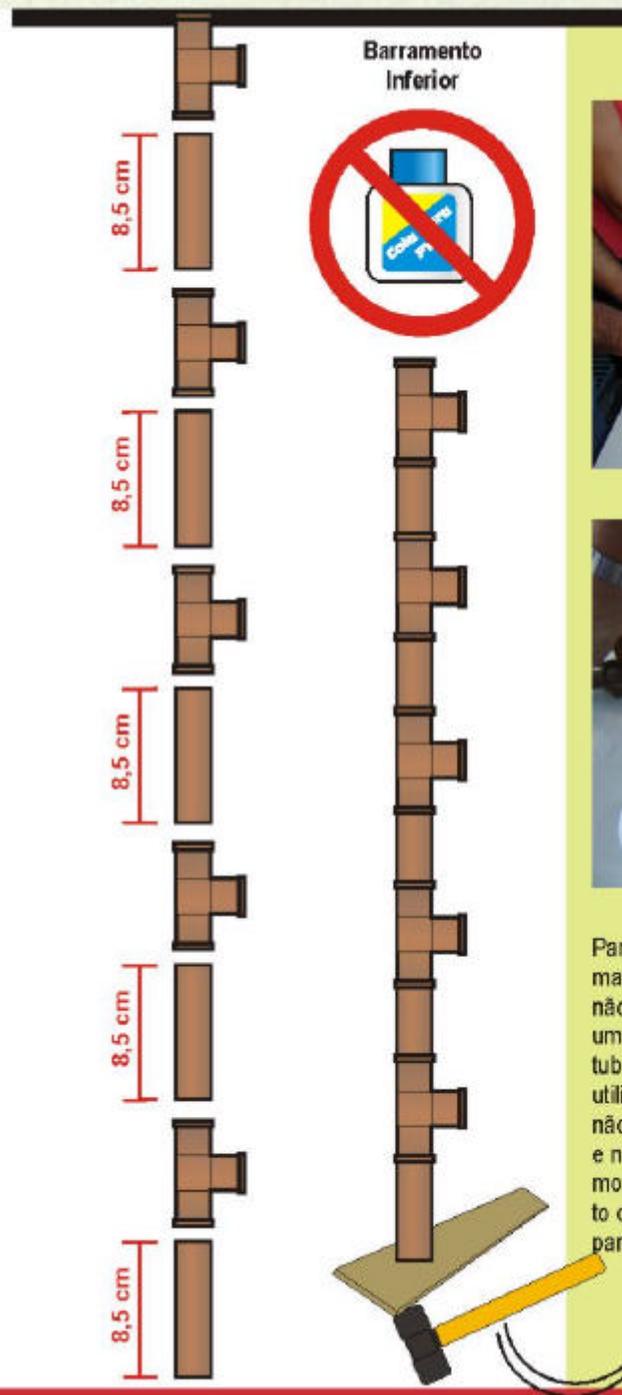
A montagem é muito simples, se seguirmos a ordem na colocação dos componentes, e tendo o cuidado de usarmos a cola para tubos de PVC, somente nos tubos e conexões da parte superior do coletor onde circula a água quente. Na parte inferior devemos apenas encaixá-los com a ajuda de um martelo de borracha, 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 tubos 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.



Barramento Superior



Barramento Inferior



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.

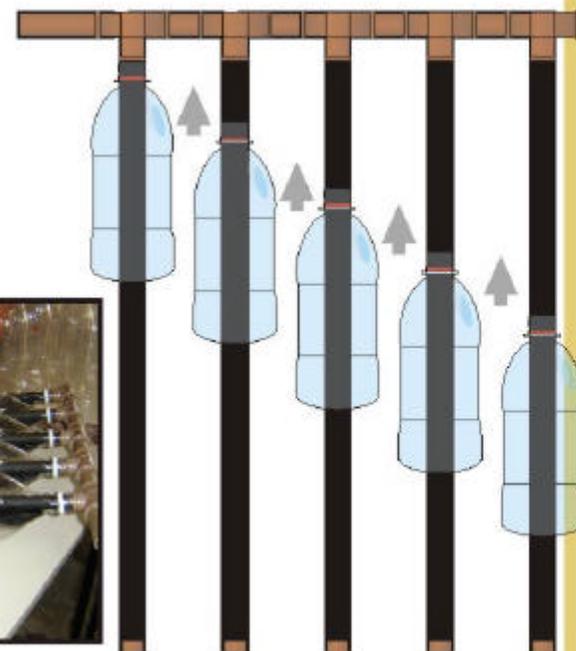
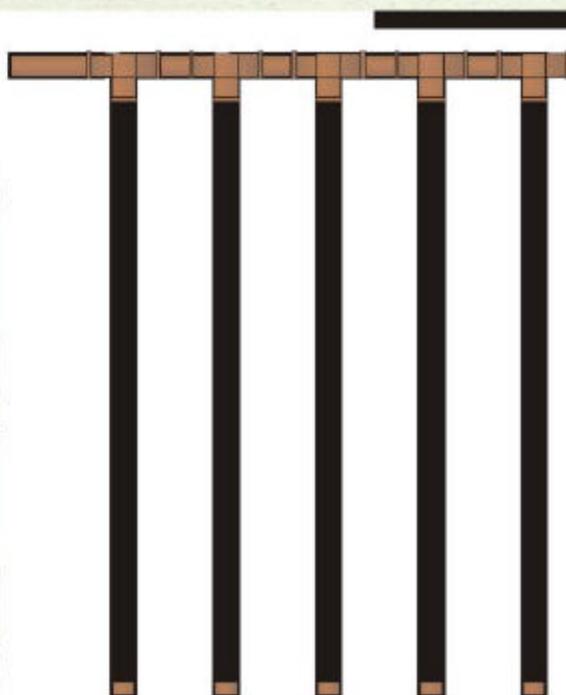
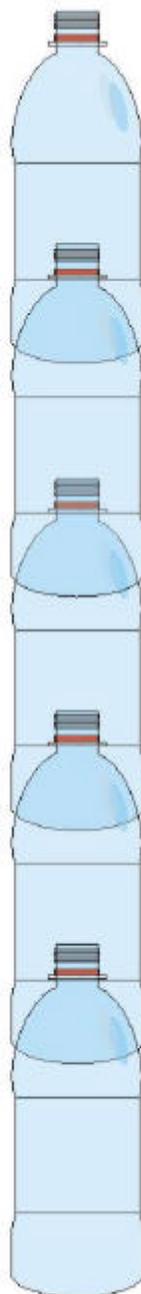
9. PRÉ-MONTAGEM

9.1. 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

10.1. Encaixe das colunas

Nesta etapa colaremos os tubos que foram pintados anteriormente, nos 'Ts', 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 coluna, visa não dificultar a instalação do coletor solar em relação à altura da caixa d'água ou reservatório, 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 muito mais inclinado do que no nordeste. O que será muito mais complicado se o aquecedor for demasiadamente grande.

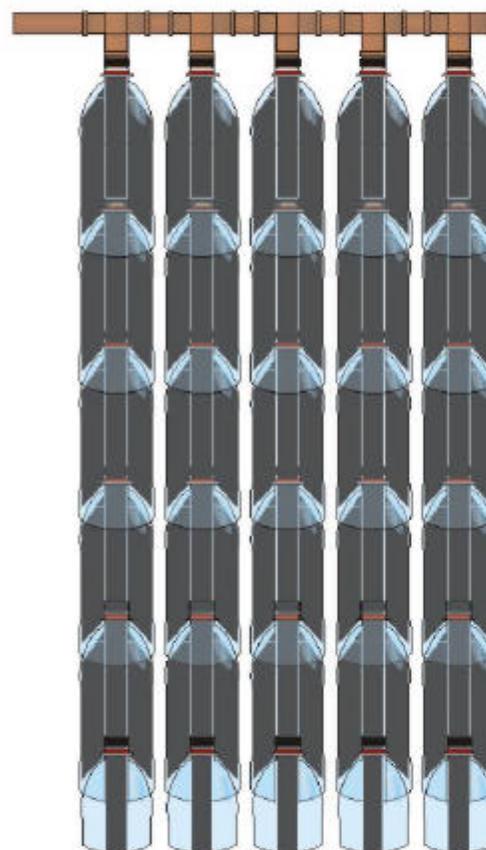
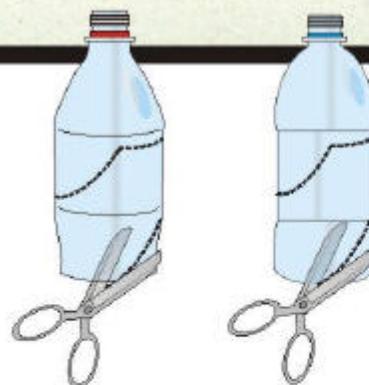
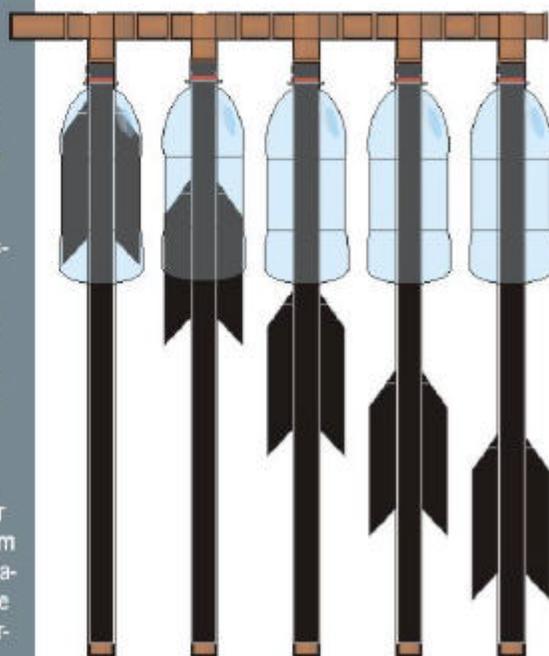
10.2. Encaixe da embalagem Longa Vida pós consumo

Com as cinco colunas devidamente preenchidas com uma garrafa PET, necessitamos agora posicionar a embalagem longa vida, que já foi pintada e 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 altere na montagem dos módulos.



Você notará que mesmo com as 5 garrafas PET, sobra um espaço no qual será necessário apenas o gargalo de uma 6ª garrafa para vedar o fundo da 5ª garrafa. Por isso a diferença entre o número de PET e o nº 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 esta 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.

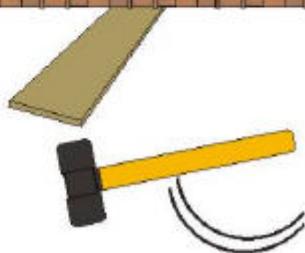
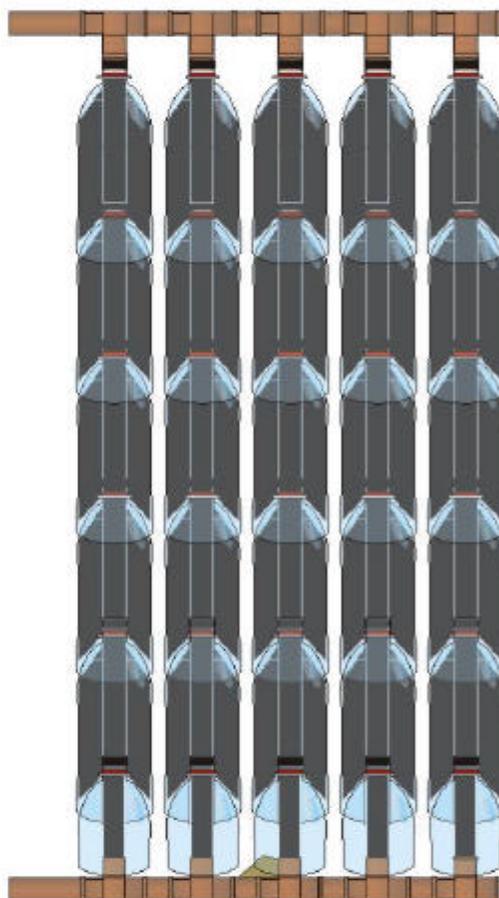


Um meio mais prático para promover esse encaixe é posicionar o módulo de cabeça para baixo e bater na vertical do módulo. Para tanto lembre-se de calçar a parte que ficará em contato direto com o chão para evitar quebra de tubos ou desmontar as colunas.



ATENÇÃO

Ao utilizar o martelo para encaixar a parte inferior do módulo **bata apenas no meio da conexão 'T'** que é a parte mais resistente do sistema, se você bater em qualquer outra região, é muito provável que acabe por quebrar os tubos ou a conexão.



10.3. 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.



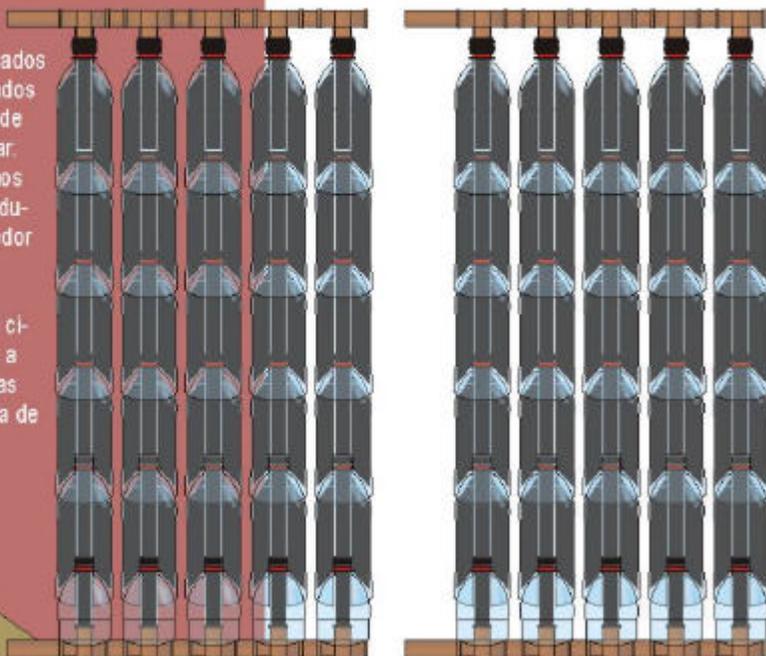
DICA

Na hora de cortar a fita não corte o pedaço inteiro mas apenas metade, e puxe-o com força, ficará mais fácil retirar a proteção de plástico para poder utilizá-la na vedação, pois a mesma será rasgada sobrando pontas que podem ser retiradas com facilidade.



Agora que os módulos estão todos prontos e vedados eles devem ser transportados para o telhado ou área onde ficarão expostos 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.



Agora que os painéis solares estão montados deixe-os longe do sol em baixo de um sombra ou os cubra com uma lona, pois sem a água dentro dos tubos para refrigerar o aquecedor pode acontecer um amolecimento dos mesmos pela ação do sol. Neste caso você terá que trocar os tubos e recomeçar a construção do aquecedor tudo de novo.



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.

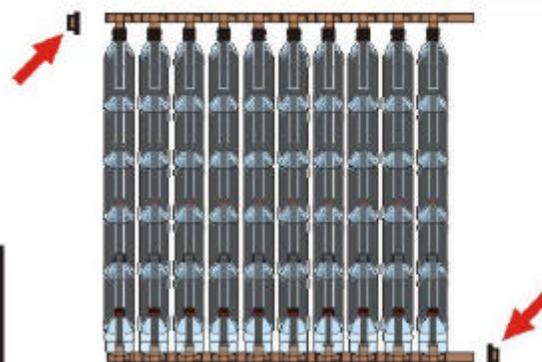
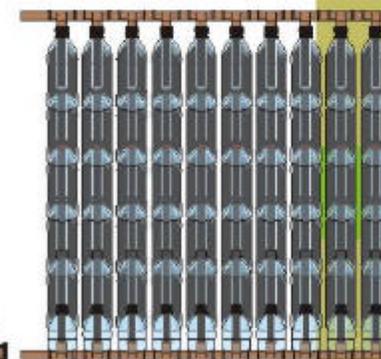
11. INSTALAÇÃO

11.1. 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 na 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.

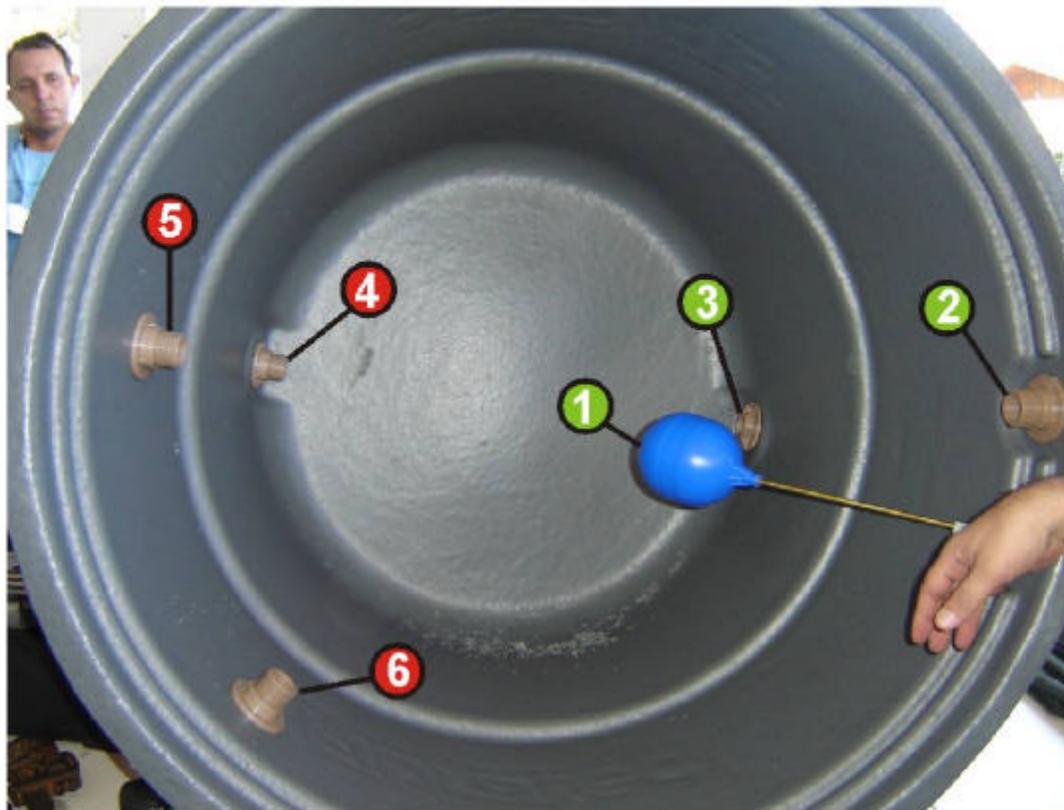
3 Saída de água

É por onde se escoa a água que abastece os cômodos da casa com água fria.

Todos esses itens que estão em verde já existem e já funcionam na sua casa. Você não precisará mexer ou instalar nenhum dos mesmos.

Furos da Caixa

Como existem caixas de todo o tamanho e capacidade volumétrica, não há como padronizarmos



Sugerimos como simples referências dos furos, os seguintes percentuais de altura em relação à caixa de água:



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 Misturador

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.

Este sistema em que a caixa de água fornece água quente e fria, deve ser apenas utilizado em locais onde o abastecimento de reposição é confiável.

Motivo: observe que o misturador 6 está conectado acima do retorno de água quente 5, portanto se a água consumida não for reposta faltará água para o consumo, mas não no coletor solar. No entanto, o consumo de água fria não é afetado de maneira alguma. Aconselhamos para esse caso adicionar uma caixa somente para a água quente.

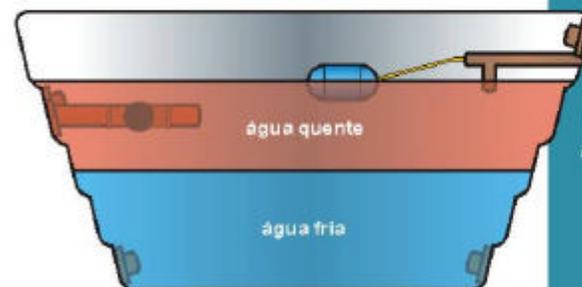
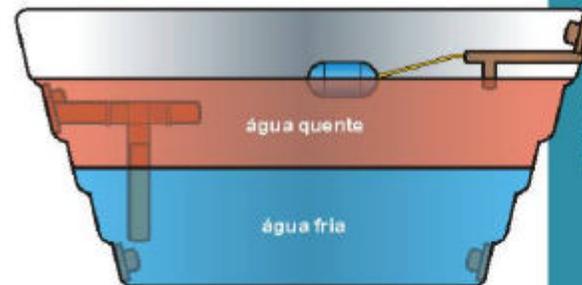
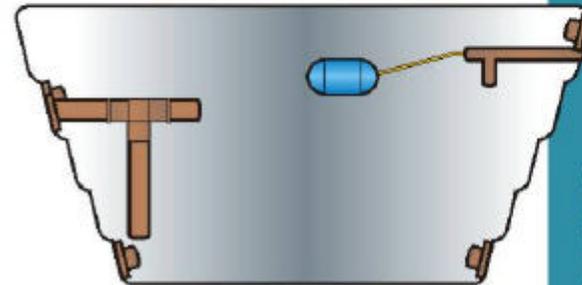
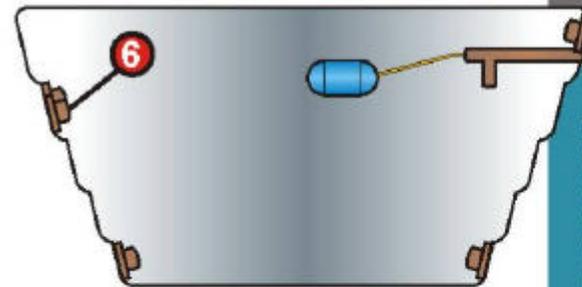
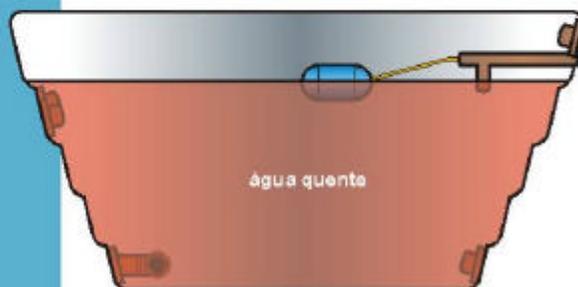
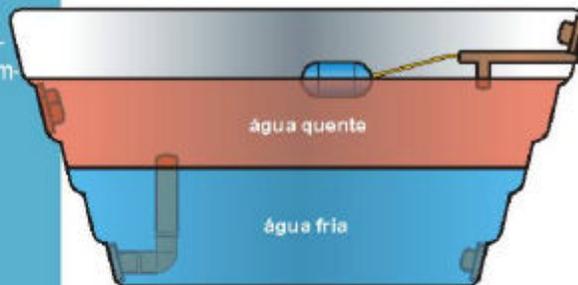
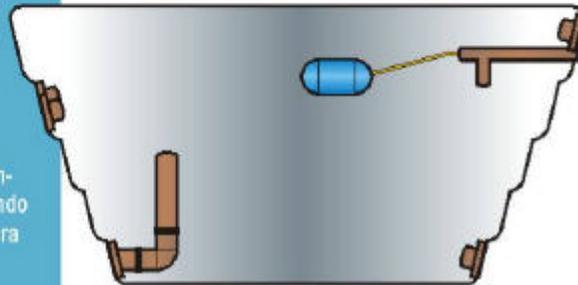
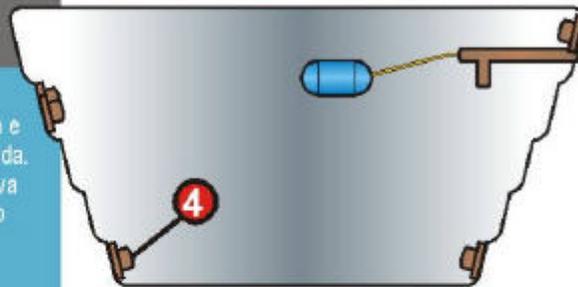
O Pescador de água fria

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.



O Pescador de água quente

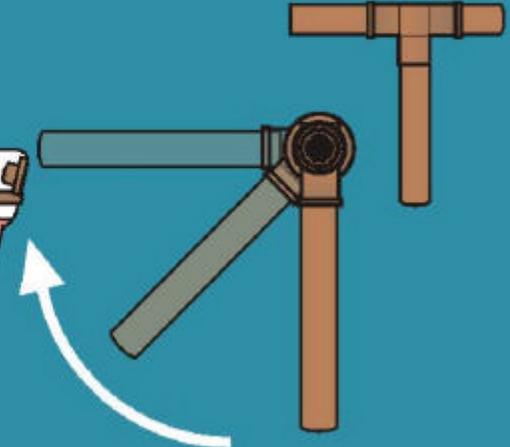
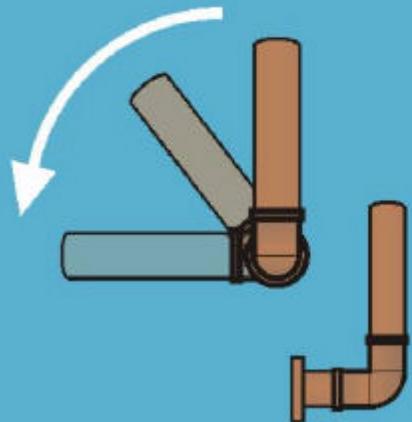
Basicamente faz a mesma coisa que o pescador de água fria, no entanto ao invés da água ir para o aquecedor solar para ser aquecida, esse pescador levará a água para dentro da casa. É ele que distribui a água quente para os cômodos da residência.

Para construí-lo utilizaremos uma conexão 'T' e dois pedaços de tubo de PVC, um pequeno com cerca de 10 cm e outro maior com cerca de 50 cm de comprimento. Esse pescador também terá a função de misturador 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.

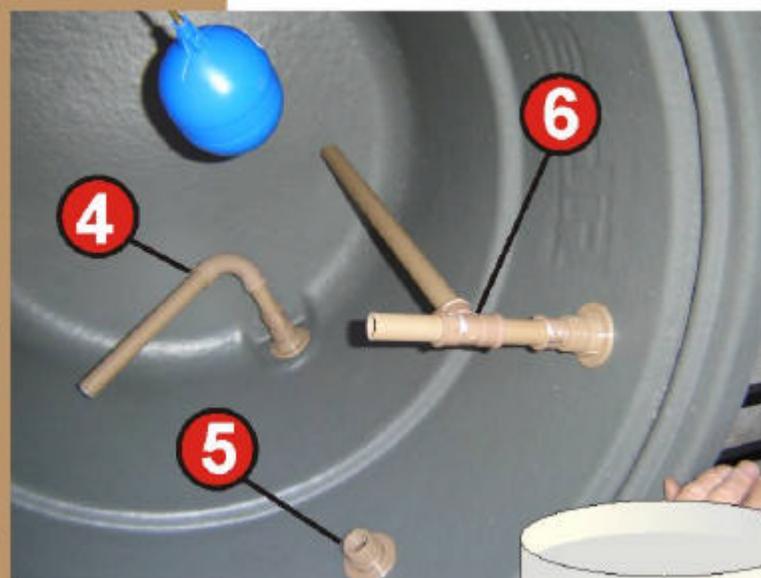




VERÃO



INVERNO

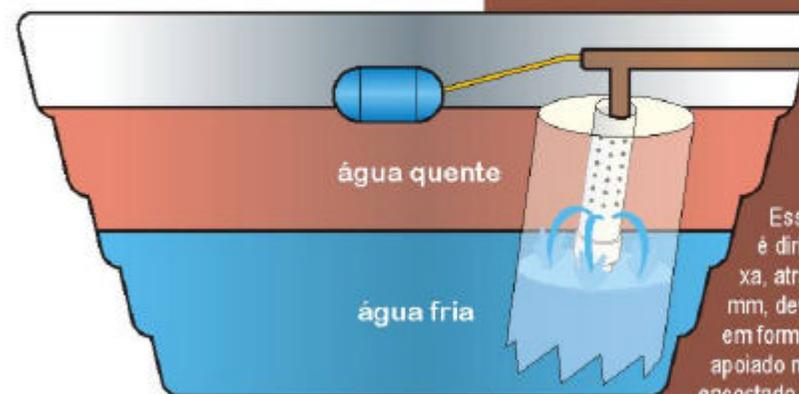
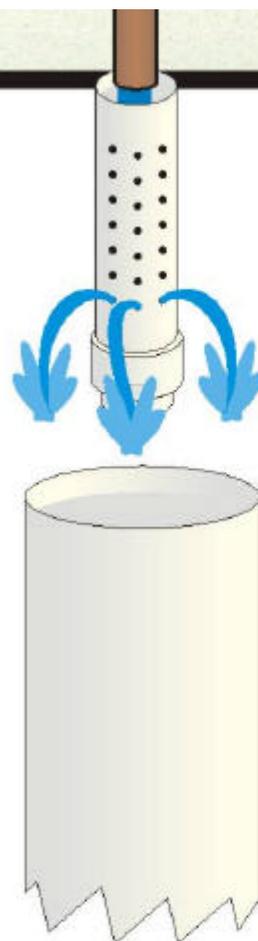
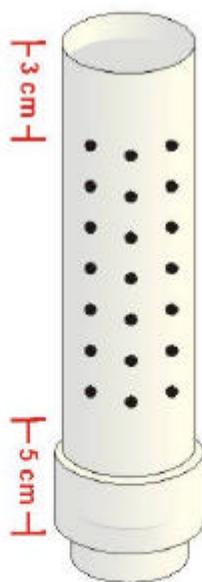


Redutor de Turbulência

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, a 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 capa-



cidade 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 feitos 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 turbilhão. 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.

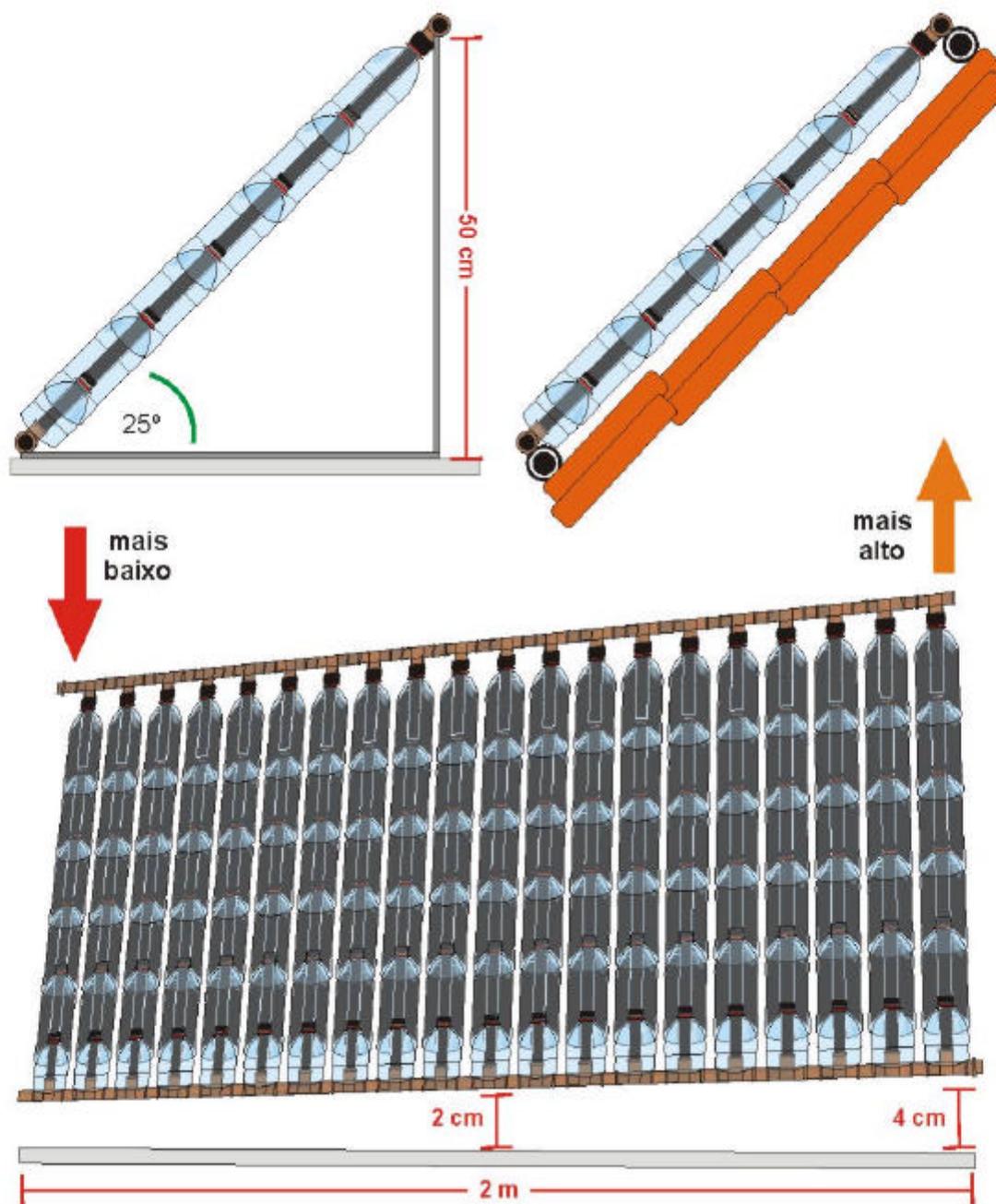
13. Posicionamento do Aquecedor

Resta agora, fixar o aquecedor no telhado e posicioná-lo de tal maneira que ele absorva a maior quantidade de radiação solar possível. Para tanto será necessário posicionar o aquecedor de acordo com a Latitude de sua cidade. Veja a tabela abaixo as principais cidades do Estado do Paraná e suas respectivas latitudes:

Cidade	Latitude
Arapongas	23° 25' 10" S
Campo Mourão	24° 02' 44" S
Cascavel	24° 57' 21" S
Cornélio Procopio	23° 10' 52" S
Cruzeiro do Oeste	23° 47' 06" S
Curitiba	25° 25' 40" S
Foz do Iguaçu	24° 32' 52" S
Francisco Beltrão	26° 04' 52" S
Guarapuava	25° 23' 43" S
Irati	25° 28' 02" S
Ivaiporã	24° 14' 52" S
Jacarezinho	23° 09' 38" S
Londrina	23° 18' 37" S
Maringá	23° 25' 31" S
Paranaguá	25° 31' 12" S
Paranavai	23° 04' 23" S
Pato Branco	26° 13' 43" S
Pitanga	24° 45' 26" S
Ponta Grossa	25° 05' 42" S
Toledo	24° 42' 49" S
Umuarama	23° 45' 59" S
União da Vitória	26° 13' 48" S

Se a sua cidade não consta nessa lista, basta acessar o seguinte site para conseguir o valor correto da latitude:

www.aondefica.com/lat_3_.asp



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.

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 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.

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 esse 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 necessário pelo menos uma inclinação de 10° 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 absorção de radiação solar.

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 à parte superior do coletor solar, 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).

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.

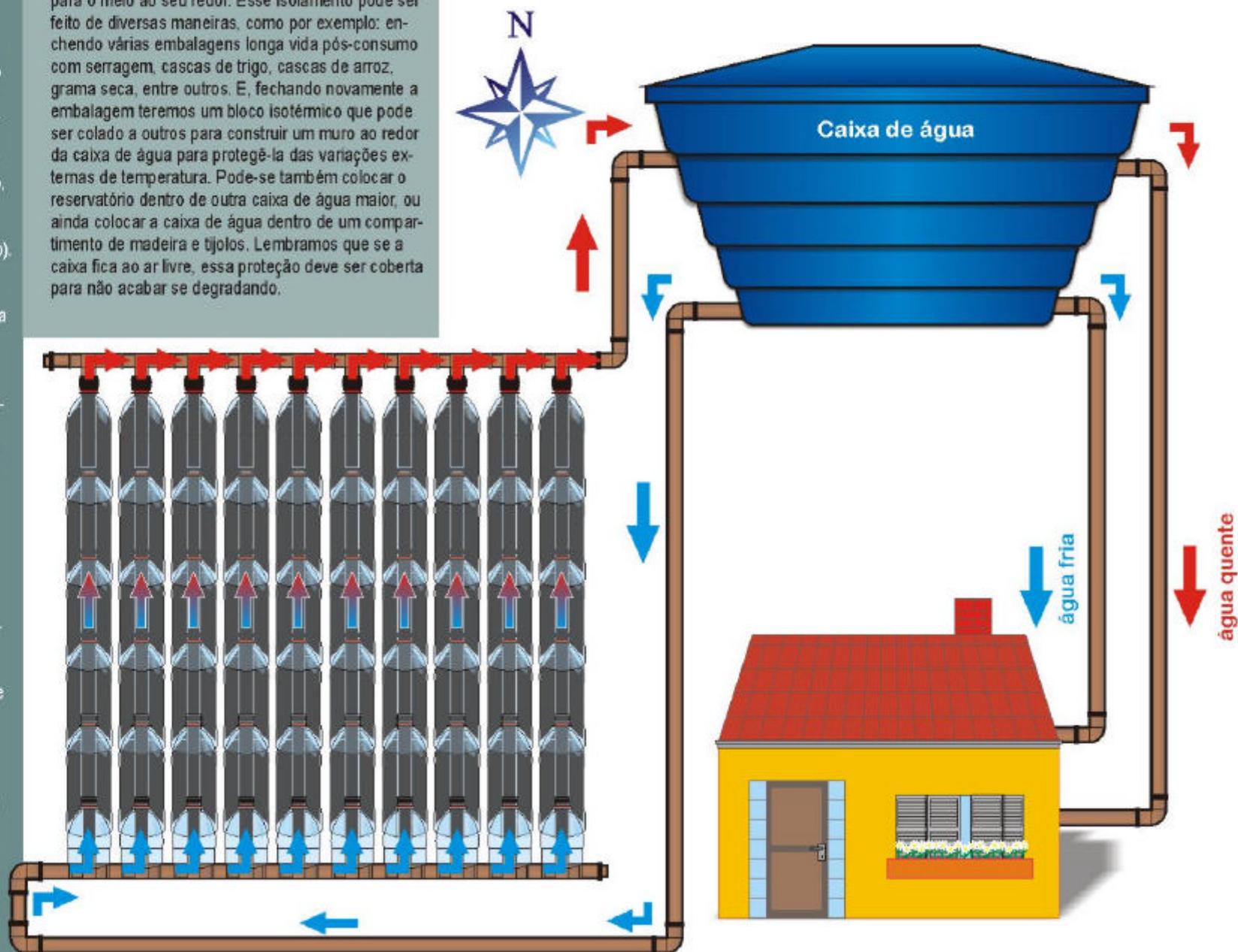
O tubo a ser encaixado na parte inferior do aquecedor e que levará água fria para a base do sistema pode ter o tamanho que for necessário, no entanto o retorno do aquecedor para a caixa de água deve ser o mais curto possível para que a água quente não perca o calor por extensas tubulações e/ou pelo contato 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 a 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. E, fechando novamente a embalagem teremos um bloco isotérmico que pode ser colado a outros para construir um muro ao redor da caixa de água para protegê-la das variações externas de temperatura. Pode-se também colocar o reservatório dentro de outra caixa de água maior, ou ainda colocar a caixa de água dentro de um compartimento de madeira e tijolos. Lembramos que se a caixa fica ao ar livre, essa proteção deve ser coberta para não acabar se degradando.



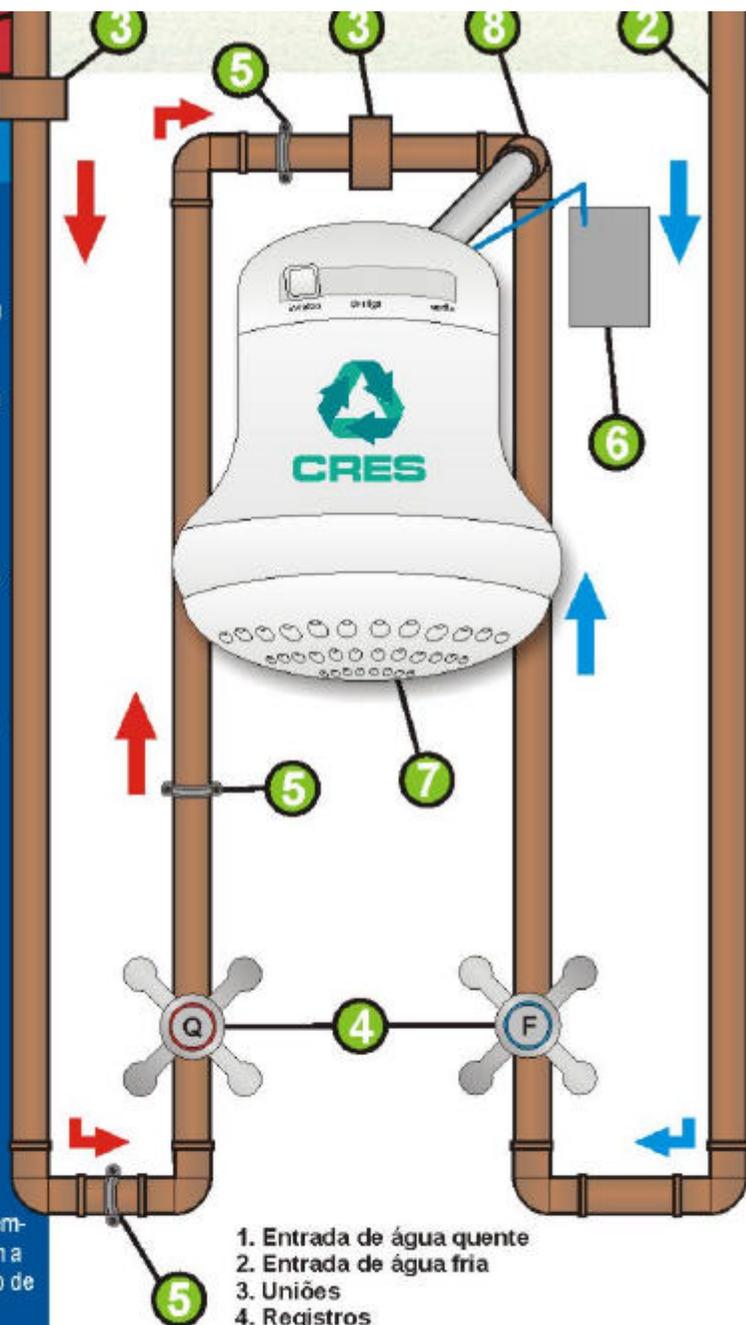
Chuveiro

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.

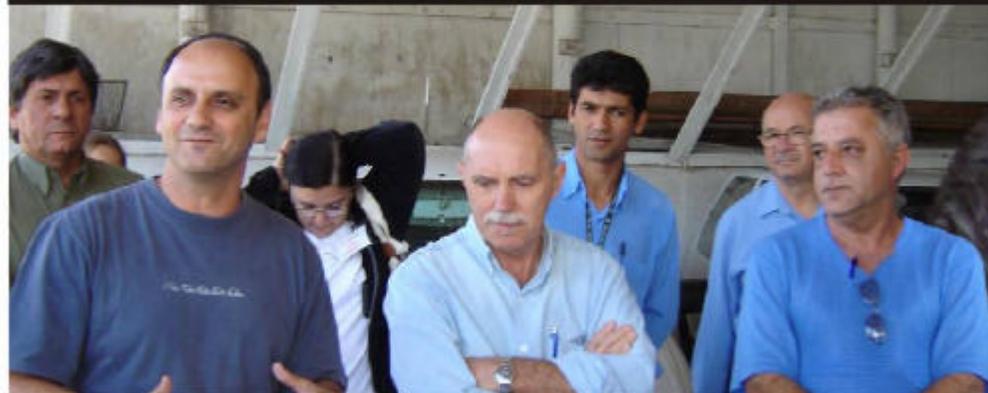
A água quente abastece o chuveiro com apenas um furo no teto, sem a necessidade de quebrar a parede.

O controlador com ajuste eletrônico de temperatura, conectado em série à entrada de energia elétrica do chuveiro, comum no mercado, facilita a regulagem 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'

Agradecimento especial do Governo do Estado do Paraná ao Sr. José Alcino Alano e aos amigos da CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina, pelo apoio recebido na montagem do 1º protótipo do Aquecedor Solar no Paraná.



Valdoli N. de Aguiar

José A. Alano

Pedro P. Souza



Primeira turma capacitada para construir o aquecedor solar com recicláveis.



SEMA - Curitiba - PR.
Instrutor: Sr. José Alano.



Sr. José Alcino Alano e esposa no 2º Seminário sobre PGRS - SEMA, Ministério Público e UTFPR no Paraná, apresentando o Aquecedor Solar.

UTFPR - Curitiba - PR.



Finalização do "Manual do Aquecedor Solar" com Willian Bill na SEMA.

SEMA - Curitiba - PR.



1ª Oficina descentralizada no Paraná realizada no laboratório - Conforto Ambiental da Cesumar - Maringá, para a montagem do Aquecedor.

CESUMAR - Maringá - PR
Instrutor: Paulino H. Mexia



2ª Oficina descentralizada no Paraná realizada em Foz do Iguaçu.

UDC - Foz do Iguaçu-PR.
Instrutor: João Repposi Filho.

AQUECEDOR SOLAR

COM RECICLÁVEIS



AQUECEDOR SOLAR



SEMA
SECRETARIA DE ESTADO DO
MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS



COMECE NÃO DESPERDICANDO ESTA IDÉIA