MANUAL SOBRE A CONSTRUÇÃO E INSTALAÇÃO DO AQUECEDOR SOLAR COM DESCARTÁVEIS

O mesmo poderá ser baixado em:

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

Projeto: José Alcino Alano e família
E-mail: josealcinoalano@ibest.com.br
Tubarão - Santa Catarina

ATENÇÃO: Ao acessarem **www.sema.pr.gov.br/** , no link

terão outro manual deste projeto, elaborado e disponibilizado pela **Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná, SEMA**, aos quais seremos eternamente gratos. Não somente por investirem na divulgação e implantação desta alternativa de aquecedor solar no Paraná, mas sim, pela grandeza e sensibilidade de terem a visão de que os problemas sócio-ambientais não têm fronteiras e dizem respeito a nós todos. Um agradecimento, muito especial, à **CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina S.A.**, pelo interesse e parceria desde 2005, que através do setor de Responsabilidade Social, tem viabilizado a implantação do aquecedor em todo o Estado. A nossa gratidão também, à **Tractebel Energia S.A**. pelo apoio ao projeto, que somado a participação efetiva do **Rotary Club Cidade Azul e do Rotary Club de Capivari**, vários aquecedores já foram implantados em instituições que atendem crianças, e um grande número ainda por instalar em entidades com atendimento social diversificado.

O apoio ao projeto pelas empresas e poder público é fundamental. Mas tem sido graças ao envolvimento dos seus funcionários e da própria comunidade, que estamos conseguindo beneficiar um expressivo número de pessoas e entidades, em todo o Brasil.

Dirijo-me a todos na 1ª pessoa do plural, em razão da participação e apoio irrestrito que tenho da minha família e amigos, sem os quais minha vida não teria sentido.

Sendo impossível nomear e agradecer a todas as pessoas, empresas, instituições, imprensa, não especificamente pelo apoio ao nosso projeto, mas sim, por todas as ações que beneficiam diretamente o meio ambiente e as causas sociais, achamos por bem, que o nome do jornalista **André Trigueiro** (**www.mundosustentavel.com.br**), representa a todos, tanto pela sua grande contribuição nas questões sócio-ambientais, como também pela sua preocupação com o próximo, quando, num gesto altruísta abriu mão dos rendimentos sobre a venda do seu livro "**Mundo Sustentável",** em prol do **CVV - Centro de Valorização da Vida.** Acessem **www.cvv.org.br** , e temos a certeza de que concordarão conosco, ao conhecerem o magnífico trabalho prestado por esta instituição, pois em decorrência do aumento do suicídio nas grandes metrópoles, a mesma tem como objetivo a prevenção, através do apoio emocional oferecido por pessoas voluntárias às pessoas angustiadas, solitárias ou mesmo sem vontade de viver.

Esperamos que as informações contidas nos textos, diagramas e fotos, forneçam-lhes, dentro das nossas limitações, todas as informações necessárias á construção e instalação dessa alternativa de aquecimento solar. É muito importante a qualidade dos materiais e o capricho com que devem ser confeccionados, tanto para implantá-lo como na durabilidade do sistema. Contamos com a criatividade e boa vontade de todos, na aplicação e em melhorias no projeto, cabendo a cada um adaptá-lo as suas necessidades, pois cada imóvel tem sua realidade. Sucesso!!

Sumário

1-Apresentação
1.1-Histórico
1.2-Finalidade
1.3-**"Cuidados especiais"**

2-Como funciona um Aquecedor Solar
2.1-Circulação por termo sifão
2.2-Circulação forçada

3-Produzindo os componentes do conjunto
3.1-Passo a passo sobre a construção do coletor solar
3.1.1-Escolha das garrafas PET, como e qual tamanho cortá-las
3.1.2-Caixas Tetra Pak de 1 litro (retangular, de leite, sucos, etc.)
3.1.3-Corte, pintura dos tubos, e montagem do coletor
3.2-Caixa d'água ou reservatório
3.3-Isolamento térmico da caixa ou reservatório

4-Tópicos referentes à instalação do conjunto
4.1-Dimensionar o projeto conforme o consumo e região do país
4.2-Distâncias da caixa d'água até os coletores e dos pontos de consumo
4.3-Como preparar e fixar os coletores
4.3.1-Reforçando e instalando as tubulações nos coletores
4.3.2-Posição dos coletores em relação ao norte
4.3.3-Inclinação em relação a Latitude local
4.3.4-Desnível obrigatório dos coletores
4.3.5-Fixação dos coletores sobre o telhado ou em suportes
4.4-Isolamento térmico dos barramentos e das tubulações
4.5-Misturadores: são várias as alternativas.

5-Testes de eficiência e dos materiais aplicados no projeto:
5.1-Tempo necessário de exposição solar e testes de eficiência térmica
5.2-Análise de resistência térmica das garrafas PET
5.3-Ensaios de tração e alongamento
5.4-Ensaio de intemperismo artificial em QUV
5.5-Ensaio de intemperismo artificial em Weather-O-meter
5.6-Dosagem de Dioctilftalato (DOP)
5.7-Conclusão final sobre os ensaios de resistência dos materiais

6-Informações complementares
6.1-Lista de materiais, fotos e outras informações.

1-Apresentação

1.1-Histórico

Somos conscientes das facilidades e conforto que essa gama de embalagens nos proporciona, mas é visível o impacto ambiental que causam quando descartadas de maneira incorreta e irresponsável. Jamais foi ou será o nosso propósito, incentivar o consumo para conseguirmos as embalagens para o projeto, mas sim, encontrarmos um destino útil às garrafas PET, caixas Tetra Pak, isopor, sacolas plásticas, etc..

Surgiu-nos então a idéia de aplicá-las num aquecedor solar alternativo, em sintonia com nossa preocupação na adoção, sempre que possível, por sistemas ecologicamente corretos. Em conseqüência dos resultados obtidos, com um projeto extremamente simples e de baixo custo, vimos que poderíamos dar um destino coletivo, implantando o mesmo em residências de famílias com baixa renda e em instituições com fins sociais.

1.2-Finalidade

Comprovarmos de que é possível, com uma reciclagem direta e sem qualquer processo industrial, reutilizarmos essas embalagens (pós-consumo) em projetos sócio-ambientais, possibilitando às pessoas com menor poder aquisitivo, terem mais conforto, dignidade, qualidade de vida e economia de energia elétrica. Também nos levar a refletir sobre a responsabilidade que cada um tem na hora de consumir, gerando o mínimo de lixo possível e destinando-o corretamente. Reavaliar o nosso estilo de vida, em todas as áreas é fundamental, pois atitudes simples e se adotadas por todos, minimizarão os impactos desastrosos ao meio ambiente e a nossa própria sobrevivência.

É lamentável, mas são poucas as pessoas e empresas que, de forma espontânea, demonstram ter o compromisso e responsabilidade com destino final das embalagens de seus produtos. O que é uma pena, pois quem não tem essa consciência, também não tem a preocupação com a sustentabilidade e o bem estar de seus semelhantes, prova disso são: em terra lixões saturados e nos oceanos o assustador "Oceano de plástico", matéria que terão acesso em: **http://veja.abril.com.br/050308/p_092.shtml .**

Queremos também chamar a atenção, sobre a pouca utilização do sol como fonte de energia térmica no aquecimento de água, num país ensolarado como o Brasil. Não importa o tipo de aquecedor solar que você instale em sua residência ou comércio, há no mercado excelentes sistemas. Além da redução em nossa conta de luz, ao aproveitarmos essa fonte de energia gratuita estaremos dando a nossa contribuição, principalmente nos horários de pico, para aliviar o sistema gerador e distribuidor de energia elétrica, sendo o meio ambiente o maior beneficiado e de forma abrangente.

Para que tivéssemos a liberdade de disponibilizá-lo em domínio público, a todos na forma de autoconstrução, em 2004 entramos com o Pedido de Patente junto ao INPI, eliminando o risco de que outro requeresse a Patente, e que nos impedisse de levarmos

em frente o projeto. Mas ressaltamos que o nosso propósito jamais foi ou será, extrair dividendos na comercialização do aquecedor, ou de qualquer produto e equipamentos que fazem parte da produção e instalação do mesmo.

Para preservarmos a credibilidade do projeto, duas restrições foram necessárias:

a) Que o aquecedor solar com descartáveis não possa ser produzido em escala industrial por empresas, mas somente por associações ou cooperativas de catadores e instituições sociais, como um gerador de renda complementar ás famílias envolvidas.

b) Que jamais se utilize o mesmo com fins eleitoreiros, em barganha política partidária, mas liberado para políticas sociais. O que é muito diferente!

Se Deus quiser, juntos conseguiremos proporcionar uma melhor qualidade de vida ao maior número possível de pessoas. Através dos contatos pessoais e do grande número de e-mails que recebemos, são claras as preocupações das pessoas com os problemas sócio-ambientais, mas também dispostas a se envolverem, não só com este projeto, e sim com tudo que contribua com a sustentabilidade e inclusão social.

Temos a consciência da modéstia do projeto, que o mesmo é uma alternativa e tem suas limitações. Mas graças ao envolvimento da população, das parcerias e da imprensa em todos os seus segmentos, possibilitaram-nos divulgar e viabilizar a sua aplicação em um grande número de residências e instituições, em todo o Brasil. Portanto acreditamos estar dando, mesmo que pequena, a nossa contribuição.

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

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

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

1.3- "Cuidados especiais"

Observação importante se faz necessária, quanto ao cuidado que devemos ter no manuseio com as garrafas pet, caixas Tetra Pak, enfim, com todo tipo de lixo. As precauções são quanto à procedência das embalagens, pois se estiverem contaminadas, oferecem-nos riscos de contágio com doenças extremamente graves. Citando como exemplo a leptospirose, causada pelo contato com a urina de ratos.

Em caso de dúvidas, informe-se junto à vigilância sanitária, secretaria de saúde de seu município ou com pessoas qualificadas, sobre os cuidados que devemos ter.

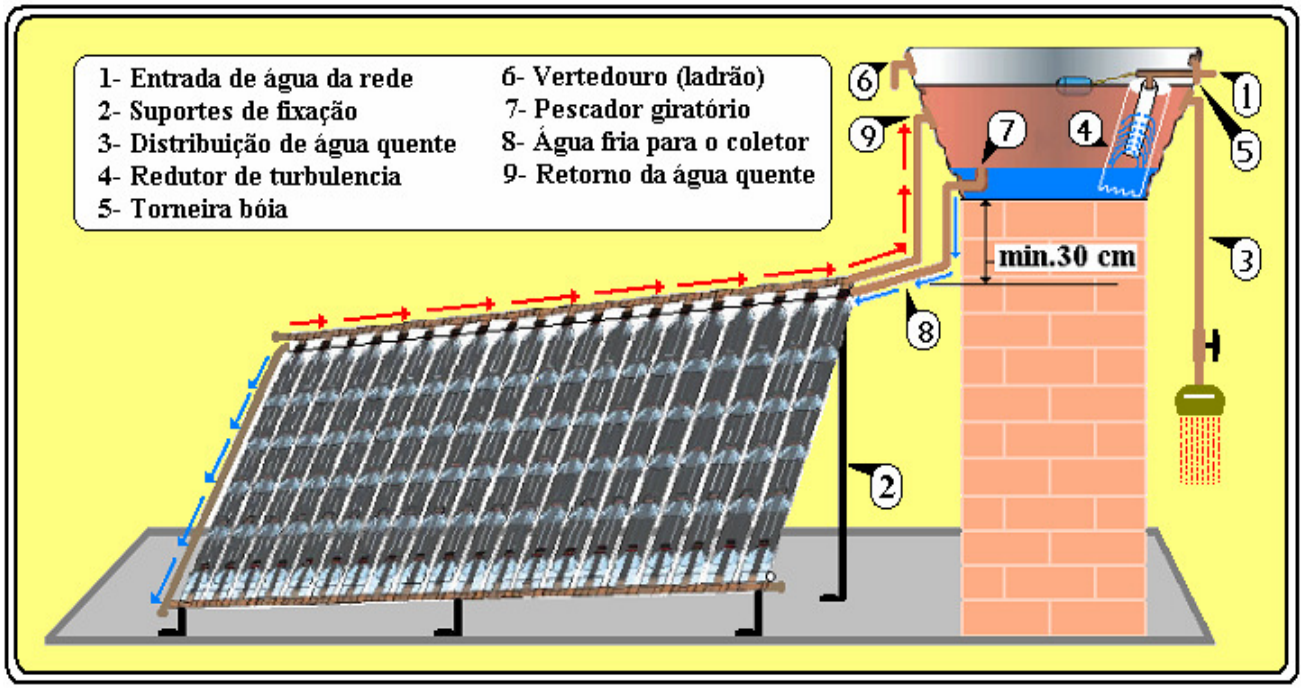
2-Como funciona um Aquecedor Solar

2.1-Circulação por termo-sifão

O principio de funcionamento por termo sifão é o que melhor se adapta á sistemas simples, como ao nosso projeto. Desde que, tenhamos a possibilidade de instalarmos o

coletor solar com o barramento superior do coletor, ligado ao retorno de água quente (9), sempre abaixo do nível inferior (fundo) da caixa ou reservatório, como indicado no diagrama nº1, sendo o ideal 30 cm o mínimo e no máximo 3 m essa diferença.

Diagrama básico de um aquecedor solar n° 1



Essa diferença de altura é necessária para garantir a circulação da água no coletor, pela diferença de densidade entre a água quente e a fria, sendo que á medida que a água esquenta nas colunas do coletor, ela sobe para a parte superior da caixa ou reservatório pressionada pela água fria, que por ser mais pesada flui para a parte inferior do coletor empurrando á água quente para a parte de cima da caixa.

Mas atenção, para que haja essa circulação autônoma, é necessário que o retorno de água quente, **item 9 no diagrama n°1**, fique inserido dentro da água da caixa. Efeito idêntico aos aquecedores convencionais do mercado, com sistema termo sifão, diferenciando-se apenas nos materiais aplicados na sua fabricação. Esse processo permanece enquanto houver radiação solar.

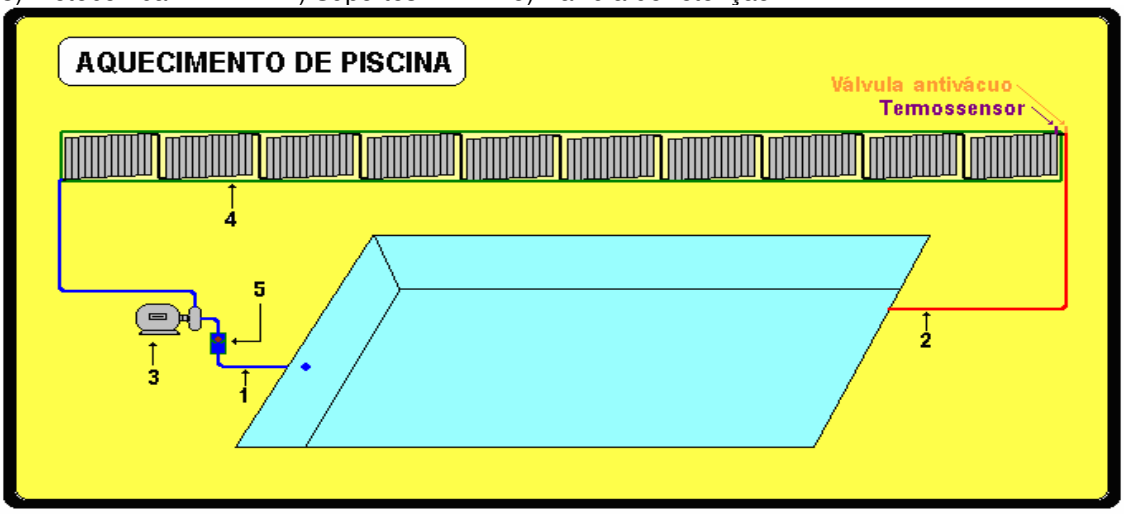
2.2-Circulação forçada

Sistema em que o coletor solar fica mais alto do que a caixa ou reservatório, um exemplo é o aquecimento de piscinas, **Diagrama n°2**. Esse sistema é dotado de um termosensor, responsável pelo acionamento de uma motobomba. Ou seja, assim que o coletor solar estiver produzindo água quente e atinja a uma temperatura pré-estabelecida, o termosensor aciona a motobomba efetuando a troca de água quente pela fria no coletor e desligando a motobomba. Esse ciclo repete-se enquanto tiver radiação solar suficiente para o aquecimento.

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

Diagrama nº2:

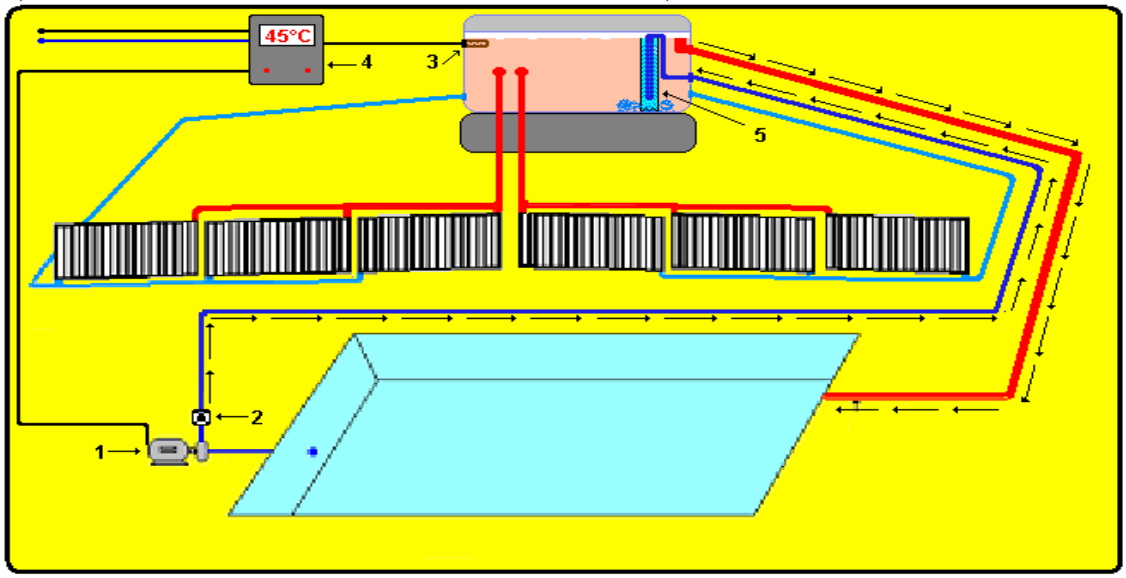
1) Entrada de água na motobomba 2) Retorno de água quente
3) Motobomba 4) Suportes 5) Válvula de retenção



Mas devido a possível falta de energia elétrica ou a pane em um dos componentes do sistema de bombeamento, por medida de segurança, criamos um sistema misto que garante a circulação nos coletores por termo-sifão. Quando a água da caixa atinge a temperatura superior pré-determinada pelo comando, cabe ao sensor instalado na caixa acionar a motobomba, enviar a água para ser aquecida ao fundo da mesma, e com isso drenar todo o volume de água quente através de um vertedouro (ladrão), até que o sensor detecte a água com a temperatura inferior pré-estabelecida e desative a motobomba.

Diagrama n°2ª:

1) Motobomba 2) Válvula de retenção 3) Termo sensor
4) Comando 5) Redutor de turbulência



3-Produzindo os componentes do conjunto

3.1-Passo a passo sobre a construção do coletor solar

Sendo o coletor solar responsável direto pelo o bom desempenho de um sistema de aquecimento, o mesmo requer uma atenção muito especial. Nosso coletor solar diferencia-se dos demais, no que tange aos materiais utilizados na sua construção e rendimento térmico. Com intuito de baixar custos, utilizamos nas colunas de absorção térmica, tubos e conexões de PVC, menos eficiente do que os tubos de cobre ou alumínio aplicados nos coletores convencionais. As garrafas pet e as caixas Tetra Pak, substituem a caixa metálica, o painel de absorção térmica e o vidro utilizado nos coletores convencionais. A caixa metálica com vidro ou as garrafas pet, tem como função proteger o interior do coletor das interferências externas, principalmente dos ventos e oscilações da temperatura, dando origem a um ambiente próprio. O calor absorvido pelas caixas Tetra Pak, pintadas em preto fosco, é retido no interior das garrafas e transferido para a água através das colunas de PVC, também pintadas em preto. Ressaltamos que apesar de simples, um sistema de aquecimento solar contém detalhes indispensáveis, na sua confecção e instalação, para um bom 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 55ºC quando aplicado em sistemas com baixa pressão), sem causar o amolecimento dos mesmos, e por conseqüência comprometer a estrutura do coletor solar ou de todo o conjunto, vindo a provocar vazamentos ou mesmo causar a destruição do coletor solar. O motivo é que a água que circula no coletor tanto é aquecida, como limita a temperatura a níveis seguros ao PVC.

No capítulo **4, item 4.1-Dimensionar o projeto conforme o consumo e região do país** - detalharemos as informações de como dimensionar o projeto.

3.1.1-Escolha das garrafas PET, como e qual tamanho cortá-las:

Dois são os tipos de garrafas, PET de dois litros, que utilizamos na construção do mesmo, dando preferência às garrafas transparentes (cristal) lisas (tipo Fanta), e as cinturadas tipo Pepsi, Coca e de outras marcas com o mesmo perfil. Como informação, o primeiro coletor solar que instalamos em nossa residência foi feito com garrafas (cristal) lisas, completando em maio de 2008 cinco anos e meio. Nota-se que há fuga de calor entre as garrafas, em razão da dilatação entre as mesmas, já que por serem lisas e totalmente retas não limitam o encaixe, o que não ocorreu com o outro coletor feito, há cinco anos, com garrafas cinturadas de Coca e Pepsi. Para facilitar o corte das garrafas, sugerimos um gabarito simples, ou seja: cortem 02 pedaços de tubos em PVC de 100 mm: 01 com 29 cm e o outro com 31cm . Em seguida faça um corte longitudinal nos 02

tubos, possibilitando a introdução da garrafa no mesmo, definindo o tamanho da garrafa a ser cortada. O tubo de 29 cm servirá de medida para o corte das garrafas lisas e as de Pepsi e o tubo de 31cm, apenas para o corte das garrafas de Coca.

Cortem as garrafas com o tamanho suficiente para ajustarem-se entre si, o que evitará a fuga do calor gerado e a entrada de umidade. As medidas dos tubos devem ser ajustadas para cada região, pois há diferença na altura das garrafas, já que são sopradas em matrizes que definem o mesmo volume, mas com perfil diferente. Mesmo as garrafas de Pepsi e de Coca há diferentes tamanhos por região, em razão das matrizes onde são sopradas.

Com o objetivo de facilitar os cortes e as dobras nas caixas Tetra Pak, e o corte das garrafas PET, em projetos maiores, fizemos alguns equipamentos que agilizam muito, estas operações. Caso tenham interesse em conhecê-los ou construí-los, disponibilizamos um pequeno vídeo com as informações básicas, neste endereço:

http://video.msn.com/video.aspx?mkt=pt-br&user=5709179723580993805 , clicar no título: **Cortadores e dobrador de ca...**, pause e aguarde carregar até a faixa vermelha passar da metade, para depois apertar o PLAY.

Sugestões: após o consumo do refrigerante lavem 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 voltando à temperatura ambiente causará o aumento do volume, pressurizando a mesma e eliminando o risco de autoamassar-se, quando guardada em lugar frio até a sua aplicação no coletor solar.

Caso tenham poucas garrafas e entre elas algumas amassadas, poderão ser aproveitadas. Adicionem 100ml de água fria, tampe-a e leve-a ao forno microondas por 45 segundos, e ao retirá-la do forno, gire a mesma na horizontal por uns 10 segundos, deixe-a em pé e só depois com cuidado desenrosque a tampa lentamente para liberar a pressão. Joguem a água fora rapidamente, evitando que a garrafa se deforme com a água quente em seu interior, sem a sustentação da pressão, deixando-a esfriar sem a tampa.

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

3.1.2-Caixas Tetra Pak de 1 litro (retangular, de leite, sucos, etc.)

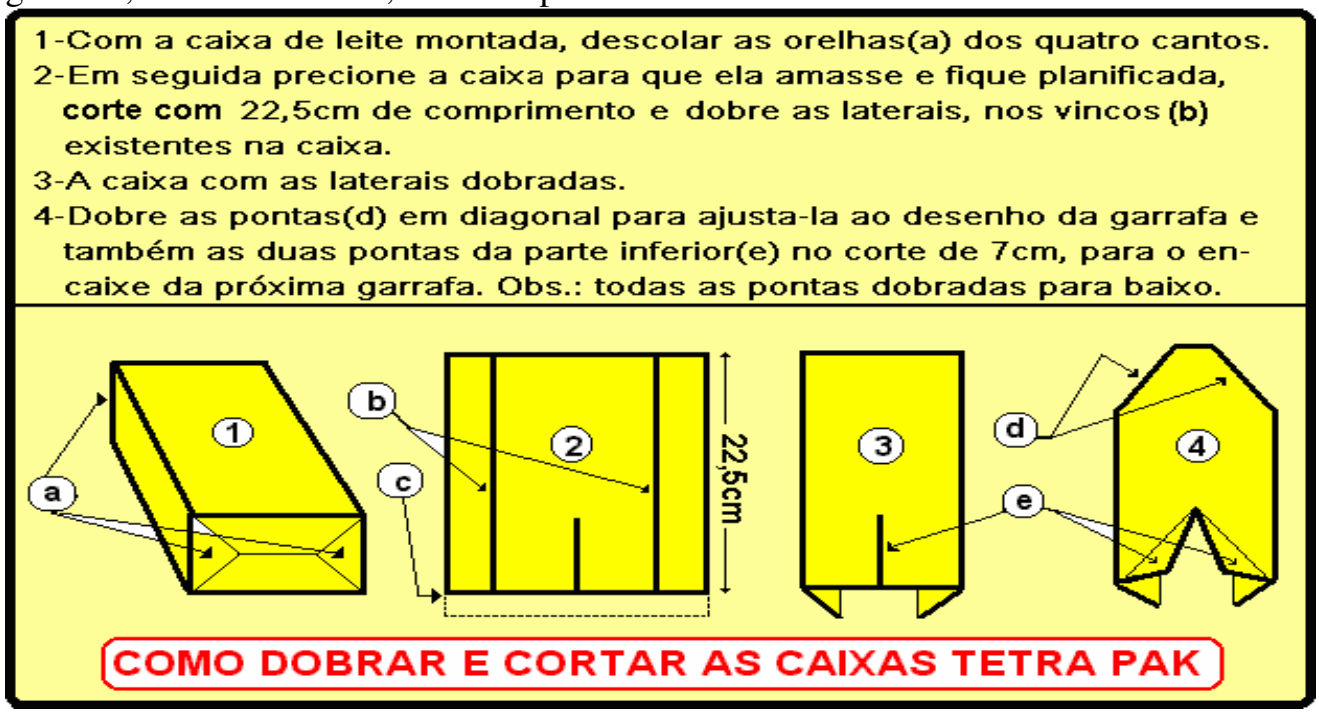
As caixas tetra pak têm em sua composição, 5% de alumínio, 20% de polietileno e 75% de celulose, o que dificulta sua coleta como apenas papel, exigindo para reciclá-las equipamentos especiais na separação dos três materiais. São poucas as empresas especializadas em tal processamento, o que desestimula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

A aplicação delas em nosso projeto oferece excelentes resultados, pois a combinação dos três materiais evita que se deformem na temperatura a que serão submetidas, dentro das garrafas, ao contrário se optássemos por papel comum. Vale lembrar que, quando vazias as caixas devem ser abertas na parte de cima (consumo) e descoladas as orelhas que a mantém montada, em seguida lavadas e posicionadas para que escorra toda á água, pois caso não sejam lavadas, haverá a formação de microorganismos e forte mau cheiro. Na seqüência devemos planificá-las, reduzindo dessa forma o espaço para guardá-las, deixando-as prontas para os cortes, dobras e pintura.

Com o propósito de simplificar o corte nas caixas Tetra Pak, adotamos um único tamanho para os diversos tipos de garrafas, ou seja com 22,5cm de comprimento **e** com 01 corte de 7cm na parte de baixo da caixa, que servirá de encaixe do gargalo da próxima garrafa. Devemos dobrá-la aproveitando os vincos das laterais da mesma, e com mais duas dobras em diagonal na parte de cima para que se amolde à curvatura superior interna da garrafa, dando também sustentação à caixa, mantendo-a reta, e encostada no tubo de PVC.

Obs.: Todos os cortes e dobras devem ser feitos antes da pintura.

A seguir, o diagrama demonstrando o procedimento com as caixas Tetra Pak, e o gabarito, em tamanho real, utilizado para dobrar as mesmas manualmente:

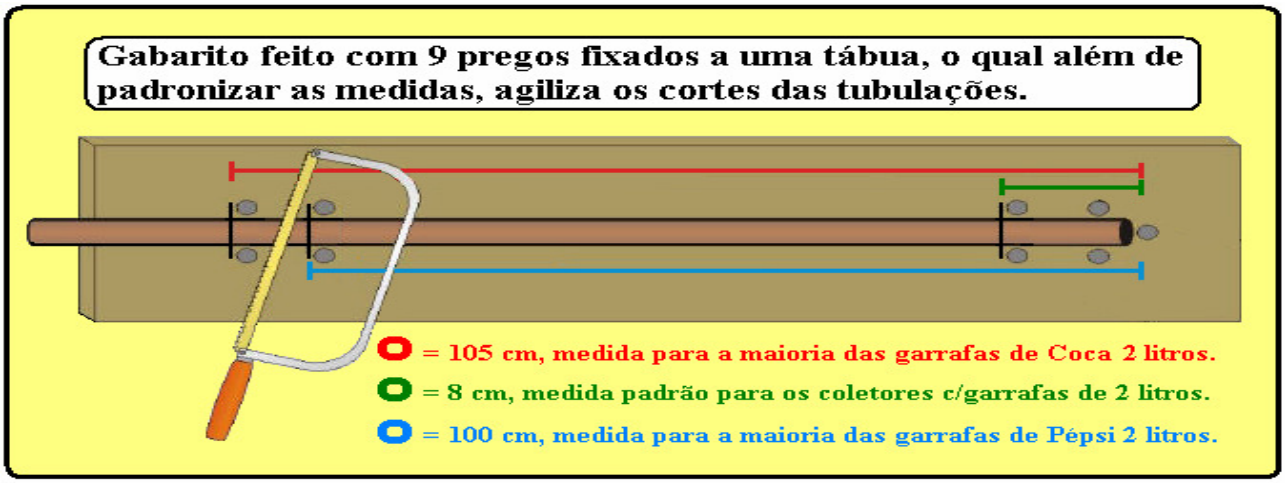


Gabarito
Tamanho real

Toda a tinta utilizada no coletor solar deverá ser esmalte sintético preto fosco, secagem rápida para exteriores e interiores, indicada para ferro, madeira, etc.Evitem a compra em spray, torna a pintura muito mais cara. Em projetos pequenos, dêem preferência a latas de 1 kg, e, para um melhor aproveitamento da tinta, espalhem as caixas devidamente planificadas lado a lado, pintando várias de uma só vez com um rolo de pintura.

Obs.: A tinta com brilho compromete o desempenho do coletor, já que os raios solares serão em parte refletidos. Também, devido á umidade nas caixinhas, é normal a formação de condensação (umidade) no interior das garrafas, nas primeiras horas de exposição ao sol do coletor solar.

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



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

100cm- para colunas com 5 garrafas cinturadas (Pepsi,Sukita) = 02- litros
105cm- para colunas com 5 garrafas de Coca = 02 - litros.

Obs.: Mas como citamos na página 09, em razão dos diversos tamanhos e modelos de garrafas existentes, sugerimos uma prévia seleção antes de cortá-las, para em seguida encaixa-las em fileiras com 05 garrafas. Escolha entre as fileiras, a fileira

com o tipo de garrafa que ficou mais alta, sendo essa a que determinará o tamanho dos tubos a serem cortados. Para as fileiras mais baixas, devemos cortar uma 6ª garrafa no tamanho que compense a diferença, já que os tubos devem ter um tamanho único.

O motivo de aplicarmos no máximo cinco garrafas por coluna, visa não dificultar a instalação do coletor solar em relação à altura da caixa d'água, conforme abordado no item **2.1- Circulação por termo sifão**, pois aqui no sul do país exige-se uma maior inclinação em razão da latitude local. Citamos como exemplo Tubarão/SC, cidade onde moramos, a latitude é 28º28' S, enquanto que em Fortaleza a latitude é 3º43' S.
Voltaremos ao assunto no item **4-Tópicos referentes à instalação do conjunto**.

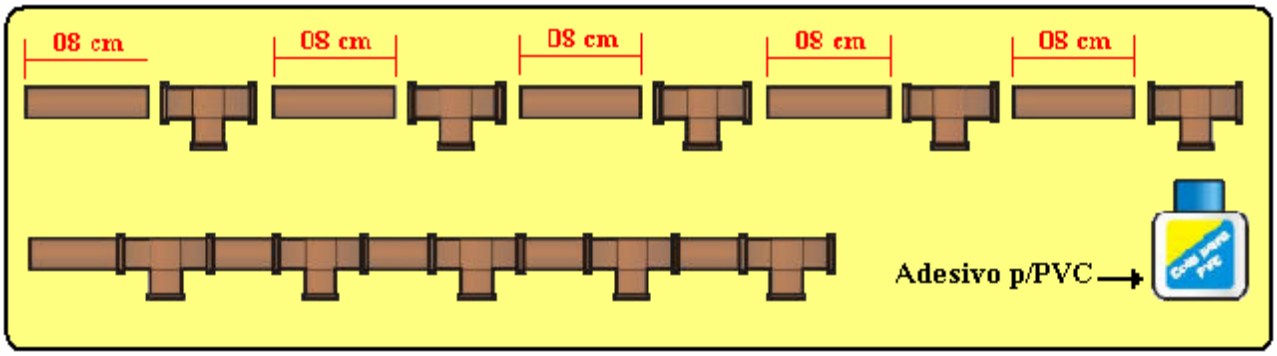
Antes da pintura nos tubos das colunas, com a mesma tinta aplicada nas caixas longa vida, devemos isolar as duas extremidades de cada tubo com fita crepe de 19mm. A razão da fita é preservar o espaço que será inserido nas conexões tipo "T", sem tinta, servindo também na hora da montagem, como referência de encaixe perfeito.

Os tubos de 20mm(1/2) de distanciamento entre colunas, devem ser cortados com 8cm e sem pintura. Medida esta padrão, a todos coletores que utilizem garrafas de 2 litros.

Quanto à montagem do coletor, ela é muito simples e requer apenas atenção na ordem na colocação dos componentes, tendo sempre o cuidado de não aplicar o adesivo no fechamento inferior, de cada módulo, sendo necessário apenas que se encaixe o barramento ás colunas com a ajuda de uma ripa de madeira e um martelo de borracha, o que torna a manutenção, quando necessária, facilitada, pois basta que se desencaixe o barramento inferior, realize a manutenção e encaixe novamente o barramento ás colunas. Se fossem coladas teríamos que cortar todas as colunas, o que dificultaria o seu reaproveitamento e com a perda total do barramento inferior.

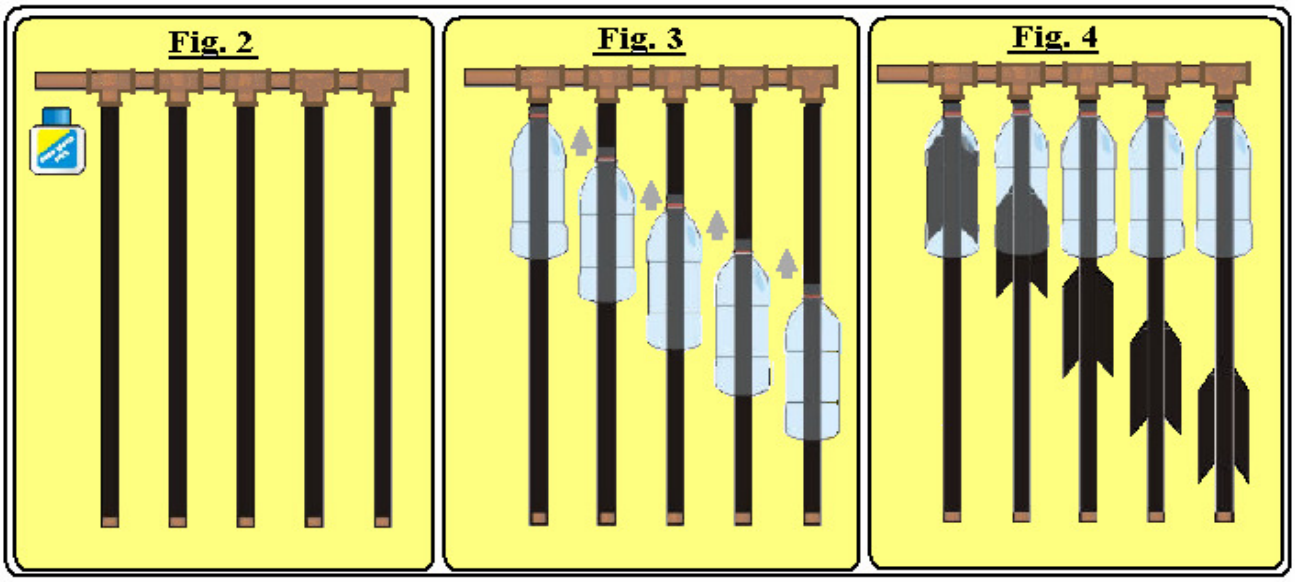
Iniciando a confecção do coletor solar, cada barramento, superior ou inferior, será composto c/ 05 conexões "T"e 05 distanciadores de 08 cm, procedendo conforme **Fig.1**:

Fig.1:



O segundo passo é inserir, também com adesivo, os 05 tubos(colunas) ao que será o barramento superior, **Fig.2**, sendo o passo seguinte, a montagem das garrafas e caixas longa vida, **Fig.3 e 4**. Em regiões muito frias, é interessante preencher a parte de baixo, entre a garrafa e a caixa longa vida, **Fig.8**, com algum tipo de isotérmico que não absorva umidade, como: rótulos plásticos, sacolas plásticas, quando também achamos oportuno sugerir que, para o fechamento da última garrafa, utilize-se os fundos que

foram retirados das garrafas, furando-os com uma serra copo de 20 mm, em substituição a ponta de mais uma garrafa que utilizaríamos para tal fechamento. Mas atenção para que o tamanho de cada coluna de garrafas, tenha a mesma altura do tubo(coluna), **Fig.5. C**uidado esse necessário, para que as garrafas fiquem firmes e não haja vazamentos do calor gerado dentro delas. Finalizando a montagem do módulo, encaixar o barramento inferior, **Fig. 5 e 6**, "sem adesivo", utilizando-se de um martelo de borracha e uma ripa estreita (03 cm) de madeira, com o cuidado de bater sempre no centro do "T ", pois se batido nas extremidades o risco de racha-lo será alto. Para proteção da parte do conjunto que fica encostada no chão, é aconselhável de se utilize uma tábua, ou papelão grosso, para amenizar o impacto causado sobre o piso.



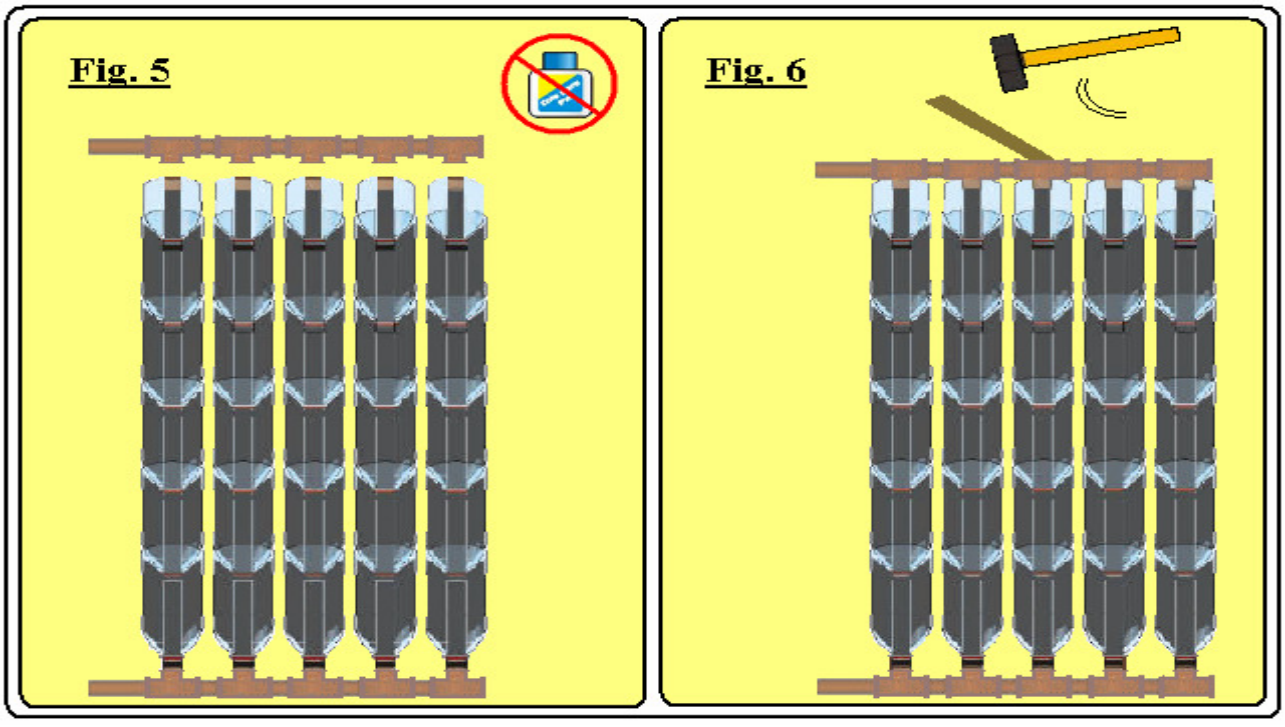


Fig. 8

A 1ªgarrafa de cada coluna deve ser vedada, com tiras de borracha (ex.: câmaras de ar) ou fita autofusão, para que se evite a fuga do calor gerado no interior da coluna e impeça que o vento gire as garrafas e tire as caixas longa vida, pintadas em preto fosco, da posição voltada para o Sol, o que reduziria o rendimento térmico do coletor, **fig.9.**

Fig. 9 **Fita autofusão** **Sendo colocada** **Depois de colocada**

Como referência, num aquecedor solar para uma família com 04 pessoas, serão utilizadas para aquecer 200 litros d'água, no mínimo, 240 garrafas PET(2L) ou 200 se o fechamento inferior for feito os fundos das garrafas furados com serra copo , e 200 caixas longa vida retangular(1L), quantidade esta que formarão 02 coletores solares com 04 módulos cada, idênticos ao mostrado na **Fig.10**.

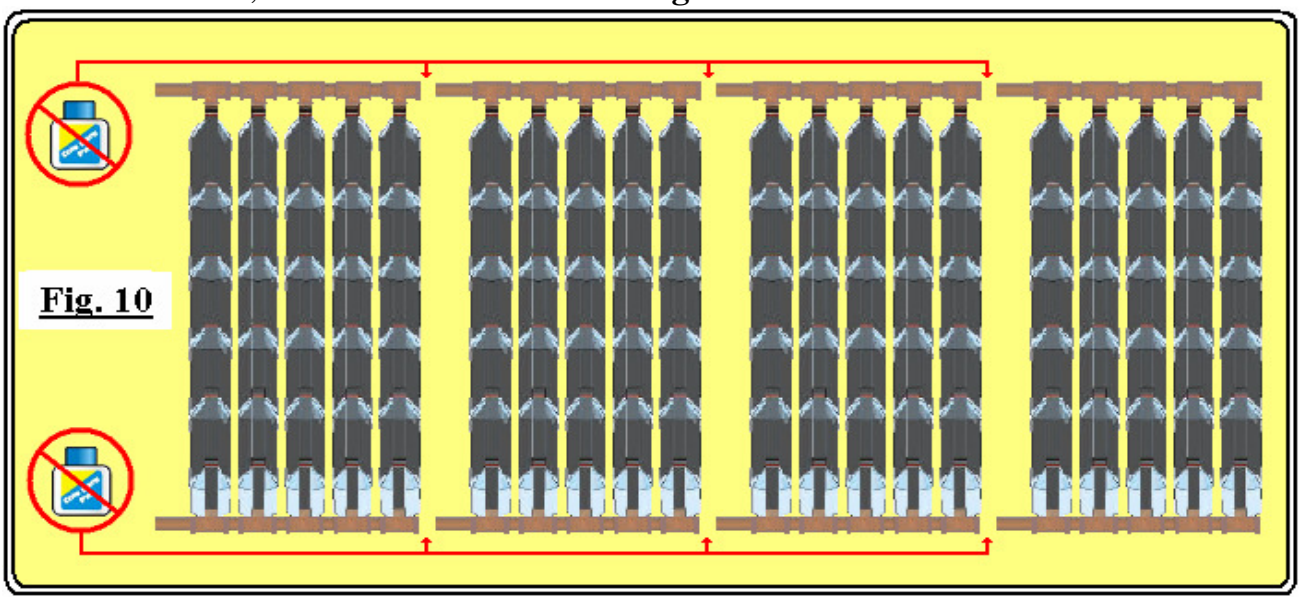


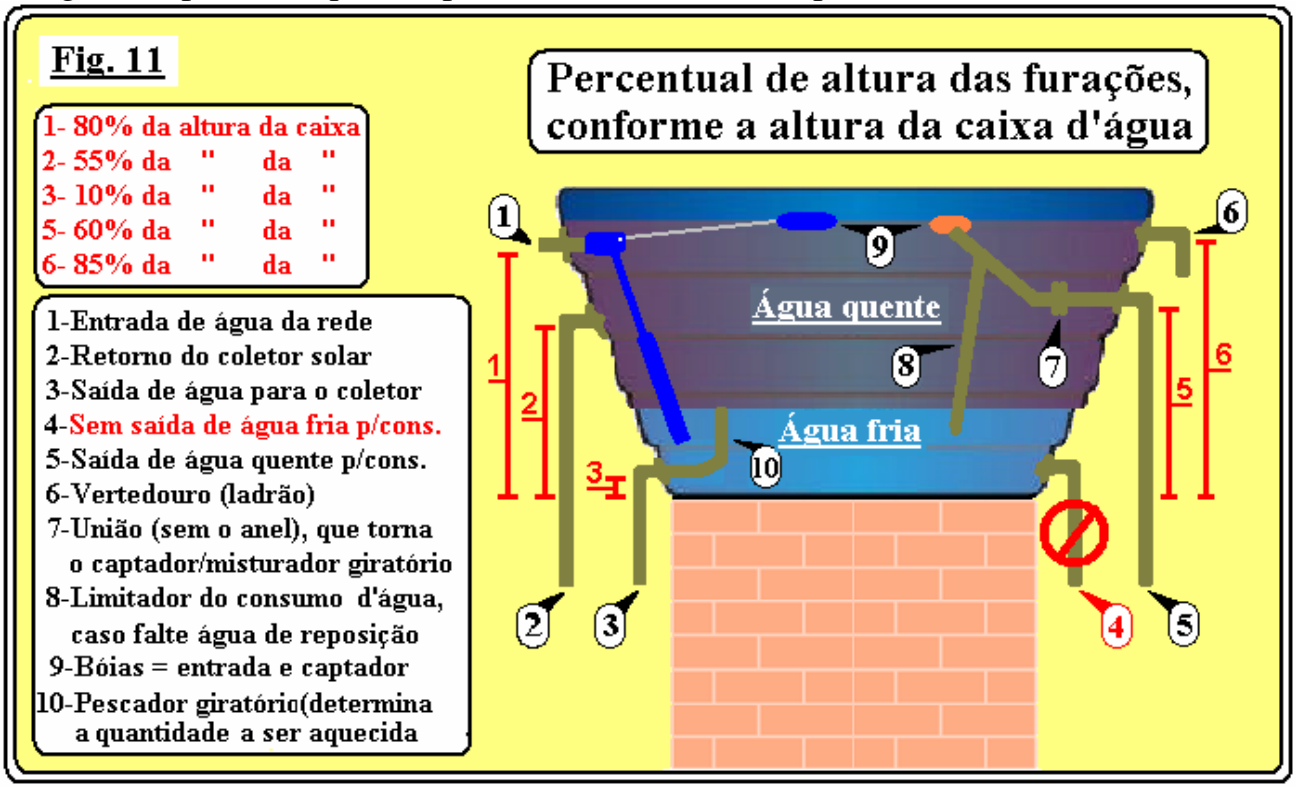
Fig. 10

A razão de optarmos por módulos com 05 colunas, é quanto ao manejo na hora de construí-lo ou transportá-lo. É aconselhável que se componha um coletor com no máximo 05 módulos. Este cuidado é para evitarmos que, devido ao comprimento, curvaturas se formem e bolhas de ar se acumulem no barramento superior, bolhas estas que paralisará a circulação e superaquecerá a água no interior do coletor solar, fazendo com que a alta temperatura amoleça o PVC e danifique o mesmo. Ressaltando, que essas curvaturas nos barramentos também geram tensões sobre as conexões "T", causando trincas e vazamentos. Com exceção de projetos grandes, onde os desníveis são acentuados, os suportes reforçados, de ferro galvanizado, e o diâmetro das tubulações que os interligam, com no mínimo de 32mm. Mas trataremos deste assunto detalhadamente, no capítulo: **4 -Tópicos referentes à instalação do conjunto.**

3.2-Caixa d'água ou reservatório

Aplicamos no projeto, em nossa residência, uma caixa plástica de 250 litros somente como reservatório de água quente, mas isso não indica que caixas de outros materiais sejam dispensadas. Entretanto, **tenham muito cuidado e não usem recipientes que continham produtos químicos, pesticidas, inseticidas, etc. Mesmo bem lavados, continuarão contaminados e oferecendo riscos em potencial à saúde**. Portanto evitem transtornos, ao terem a certeza da origem dos mesmos.

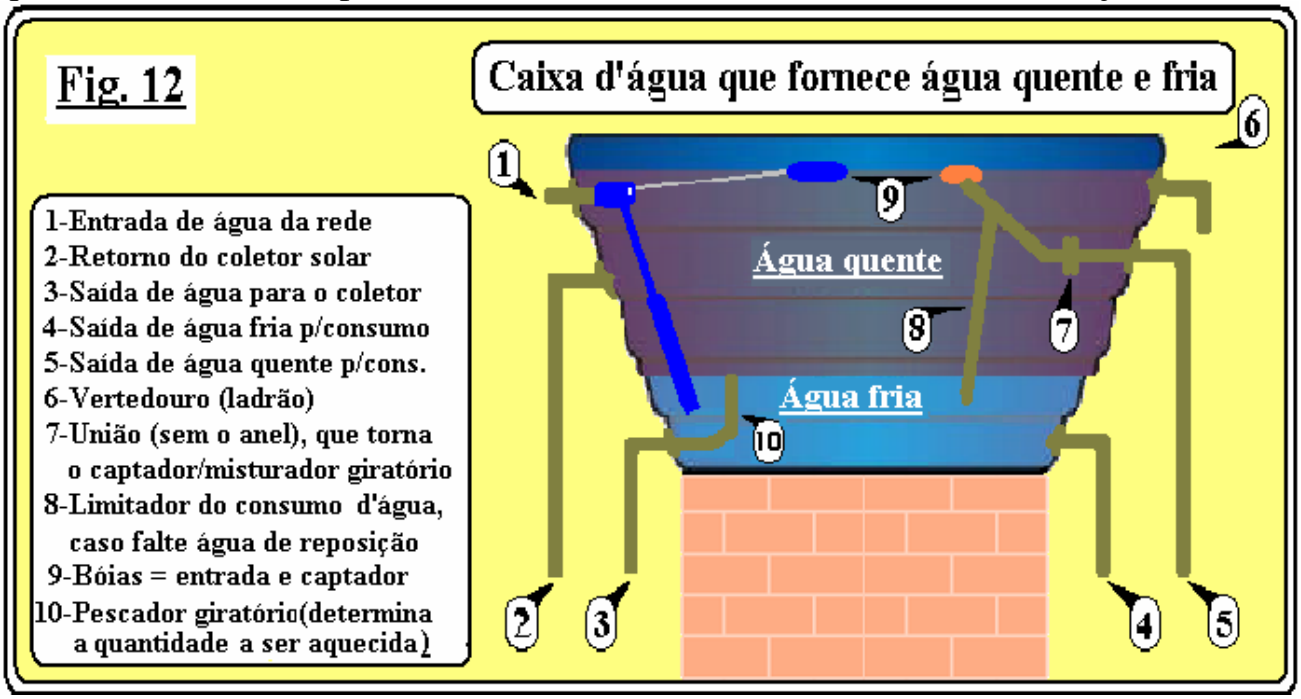
A **Fig. 11** detalha com que percentual, em relação à altura da caixa d'água, devem ser feitas as furações para os flanges, onde serão instaladas: a entrada da torneira bóia e o retorno de água quente dos coletores solares, e as saídas de água quente para o consumo, de água fria para ser aquecida pelos coletores solares, e para o vertedouro (ladrão).



A própria caixa d'água existente no local, poderá ser aproveitada no fornecimento de água quente e fria, desde que a quantidade de água fria não ultrapasse o volume a 1/3 da água a ser aquecida. Por exemplo, se a caixa d'água instalada no imóvel for de 500 litros, para um bom rendimento térmico os coletores solares deverão totalizar 350 garrafas, e no máximo 400 garrafas, sempre utilizando o **pescador giratório.**

O item **10-pescador giratório,** da **Fig.11,** é uma alternativa interessante, pois tem como função variar o volume de água a ser aquecida, nos dando a opção de escolhermos a quantidade e temperatura que desejarmos. Nada mais é do que uma curva de PVC com um pedaço de tubo, acoplados ao flange que leva a água fria até os coletores solares. Com esse recurso, o volume de água abaixo do nível escolhido não será aquecido, o qual poderá ser utilizado no captador, da **Fig.15,** na função de misturador. Mas tomem o cuidado para que o número de garrafas não exceda o número de litros a ser aquecido. Também ótima opção para ser utilizado como laboratório, em experiências escolares.

Atenção: Na **Fig. 12** vale lembrar, que este sistema em que a caixa d'água fornece água quente e fria, somente poderá ser utilizado onde a rede de abastecimento seja confiável..

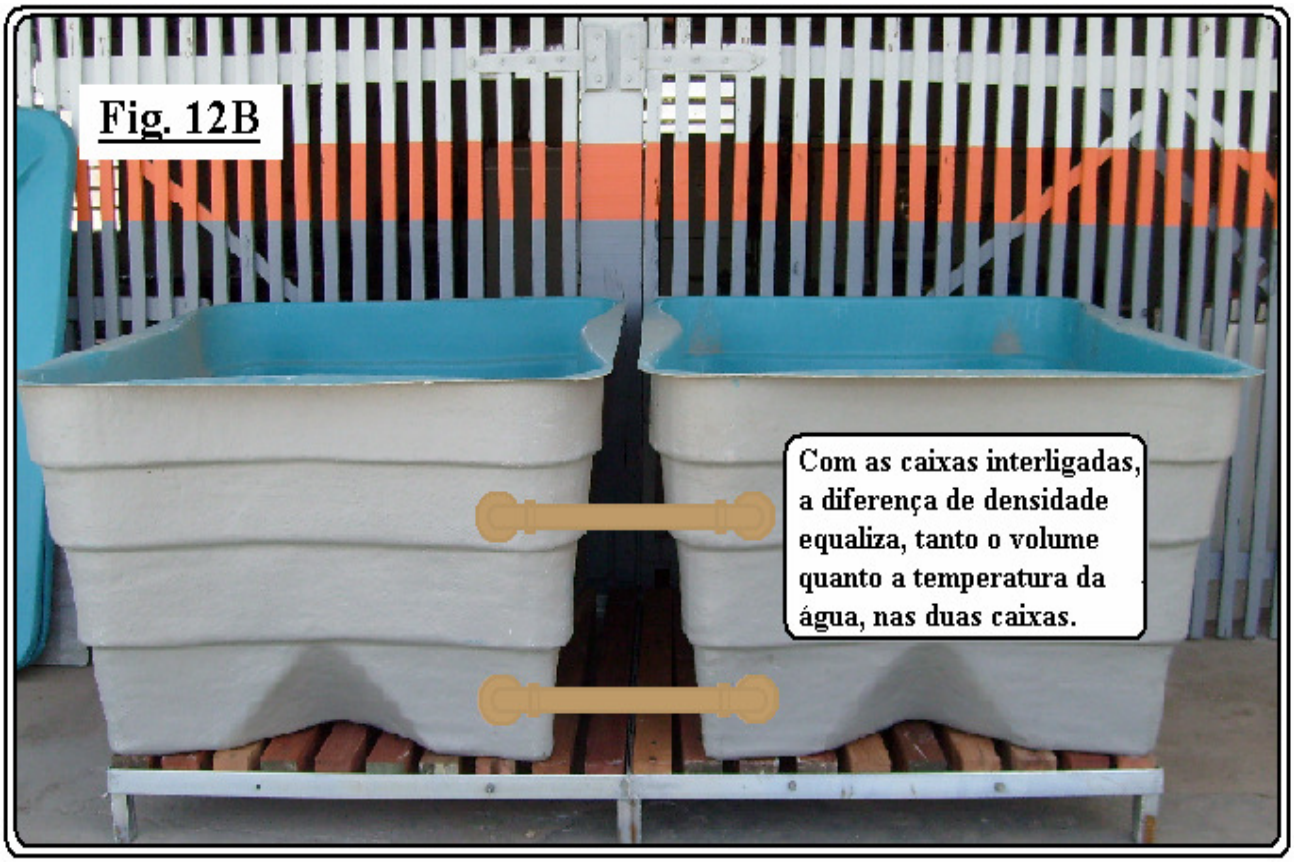


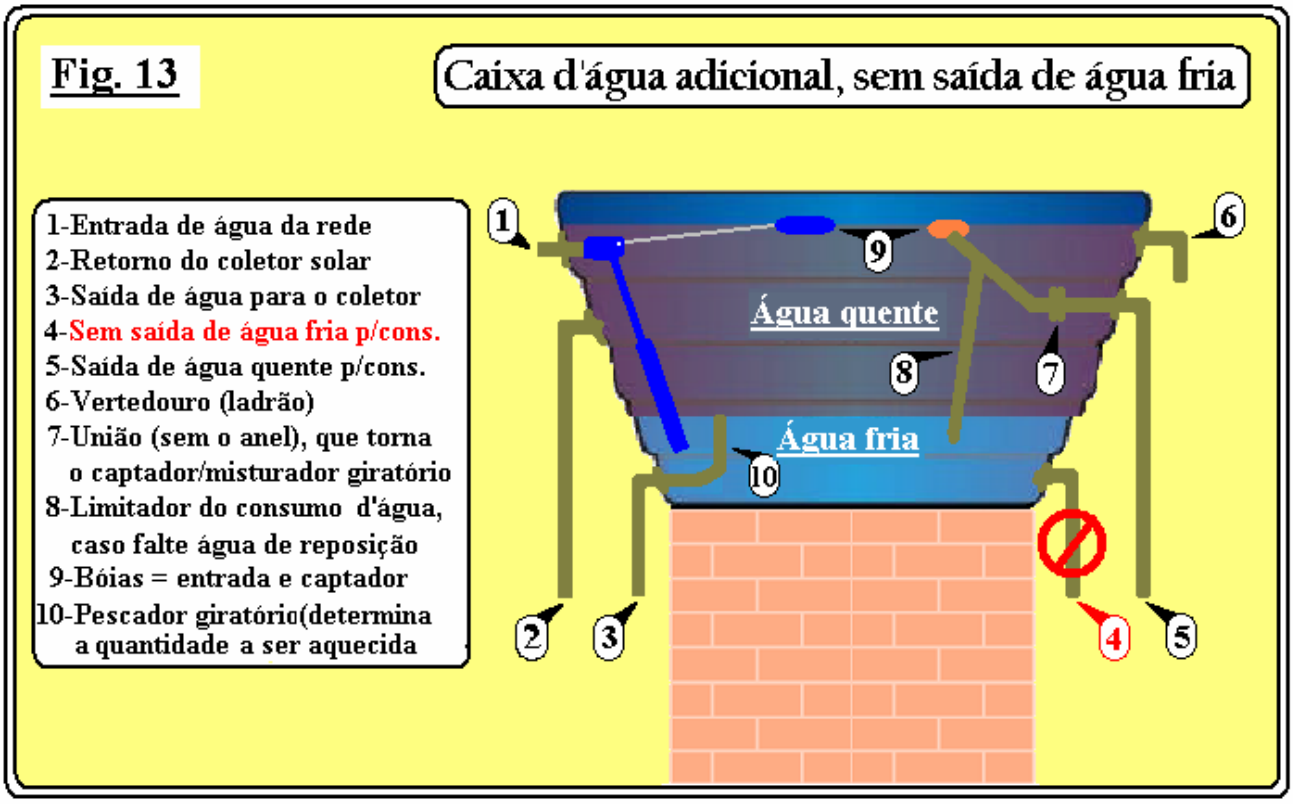
Por experiência própria, recomendamos que se instale uma outra caixa d'água somente para o sistema de aquecimento, sendo o motivo principal a segurança dos coletores solares. Segurança porque não será necessário que se instale uma saída de água fria para consumo, próximo ao fundo dessa nova caixa, já que a água fria continuará sendo fornecida pelo sistema pré-existente, ou seja, da caixa antiga. E se faltar água de reposição, da rede, a saída de água quente para o consumo conta com um limitador, o captador/ misturador flutuante, **Fig.15**. Esse dispositivo faz com que falte água para o consumo, mas continuará mantendo o volume de água suficiente na caixa para manter

submersas as ligações com os coletores solares, **Fig.13**, requisito indispensável, para que a circulação autônoma do sistema por termo-sifão aconteça. A água circula por diferença de densidade, mas não ao ponto de retornar acima do nível da água na caixa. Ainda com referência a saída de água fria da mesma caixa, não seria possível limitar o consumo, pois se é instalada próximo ao fundo da caixa, numa possível falta d'água da rede de abastecimento, baixaria o nível ao ponto de paralisar a circulação, o que provocaria o superaquecimento dos coletores solares.

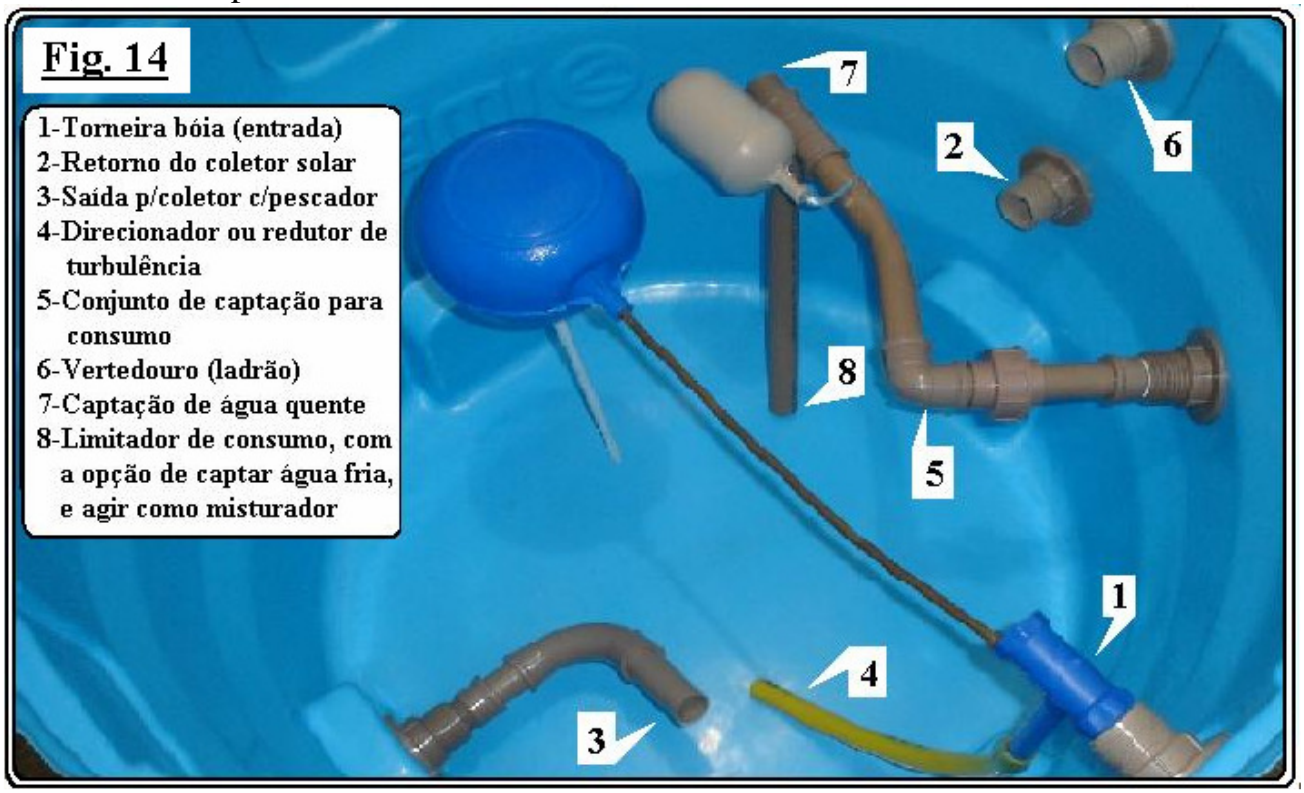
Observação muito importante: jamais liguem à saída de água fria para os coletores em uma caixa e liguem o retorno com a água quente em outra caixa.

Em projetos maiores, por uma questão de praticidade quanto ao manuseio, é freqüente se utilizar duas caixas. Mas as mesmas deverão ser interligadas próximo ao fundo e a 60% da altura delas, Fig. 12B, e utilizadas apenas para o sistema de aquecimento. Portanto, cabendo ao sistema pré-existente no imóvel ou a outra caixa, o fornecimento de água fria.

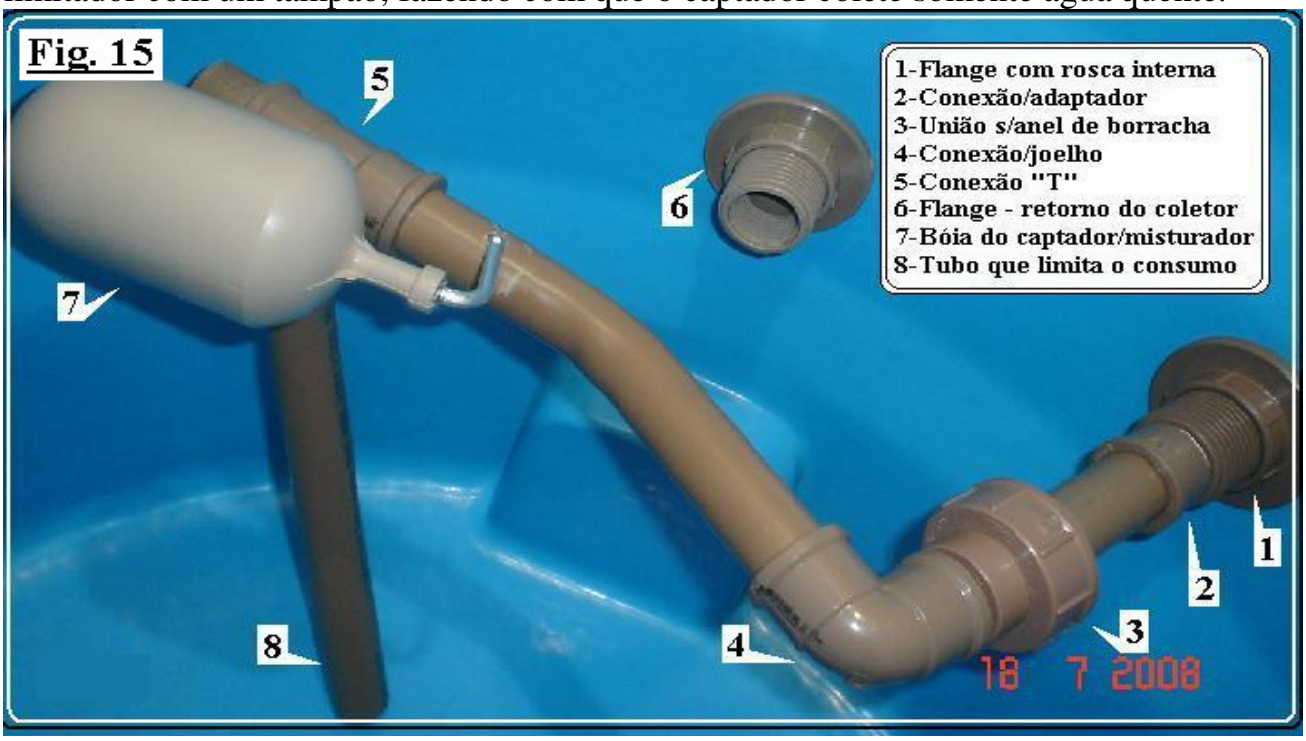


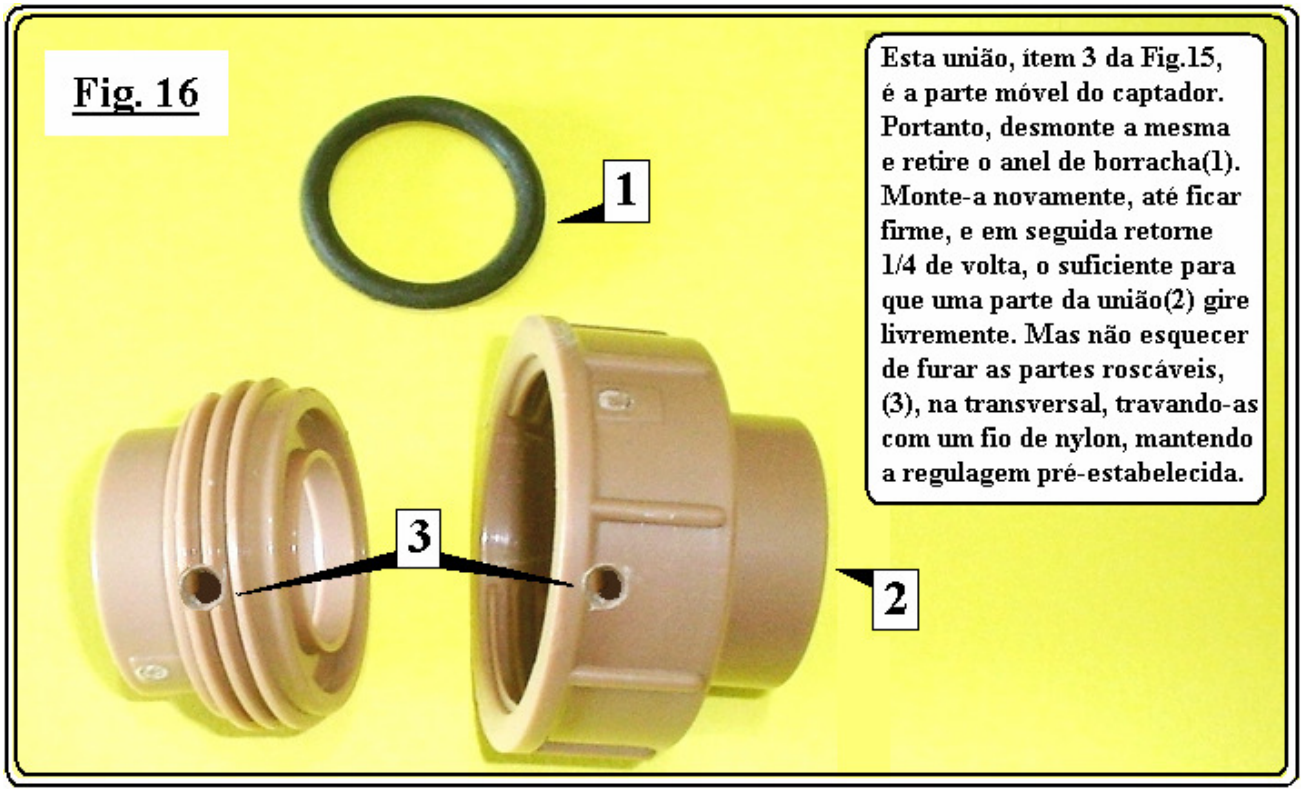


Na **Fig.14,** é possível visualizarmos toda instalação da caixa d'água e a função de cada item, faltando apenas o redutor de turbulência.



Na **Fig.15,** a relação dos componentes utilizados na confecção do captador/misturador e limitador de consumo, observando que não citamos as medidas dos tubos e conexões, porque depende do tamanho do projeto, variando entre 25 e 32 mm. A **Fig.16** descreve as funções da união, e de como aplicá-la, e na **Fig. 17 ,** a opção de que se feche o limitador com um tampão, fazendo com que o captador colete somente água quente.





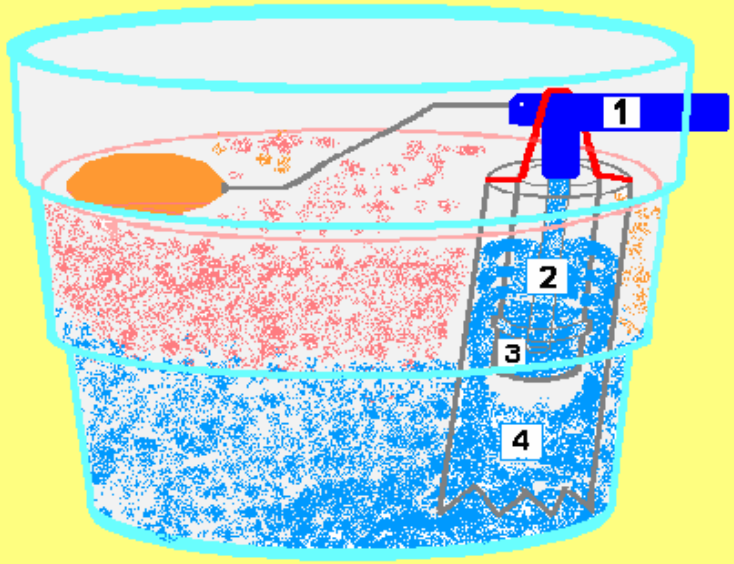
Em projetos onde haverá consumo rápido, citando como exemplo a utilização de vários chuveiros ao mesmo tempo, se faz necessário à instalação de uma torneira bóia de alta vazão, para que a mesma reponha a água consumida rapidamente, mas sem causar turbulência. Por isso a importância de se instalar o redutor de turbulência. **Fig.18 e 19**. Instalado junto a torneira bóia, **item 1**, ele tem como função direcionar a água fria de reposição ao fundo da caixa d'água, sem causar turbulência, evitando a mistura da água quente com a fria. Através do **Diagrama nº18**, iremos descrever o seu funcionamento. O **item 2**, é apenas um pedaço de tubo com diâmetro variável, pois depende da torneira bóia a ser utilizada, e que tem a função de direcionar a água até 5cm do fundo do 2º tubo, **item 3,** de 50mm. Esse tubo tem a parte inferior fechada e com 20 furos de 10 mm ao redor do mesmo. Mas atenção, as furações devem ser feitas apenas no corpo central do tubo, deixando sem furos, 3cm na extremidade superior e 5cm na parte inferior (tampado). **Item 4,** tubo de 100mm que serve de condutor para a água sem turbulência.

Porque reduz a turbulência?

O jato d'água liberado pela bóia através do **item 2,** é dirigido até o fundo do **item 3,** causando um turbilhonamento no interior do mesmo, mas impossibilitando que a água retorne para cima, pois será drenada através dos furos laterais. Essa água liberada do **item 3**, já atenuada, é dirigida ao fundo da caixa através do tubo de 100mm**, item 4,** devidamente recortado em forma de dente de serra (dentes em média de 20mm), apoiado no fundo da caixa e encostado à parte de baixo da bóia. **Diagramas nº18 e 19:**

Fig. 18

Componentes do redutor de turbulência



1 - Torneira bóia simples ou de alta vazão.

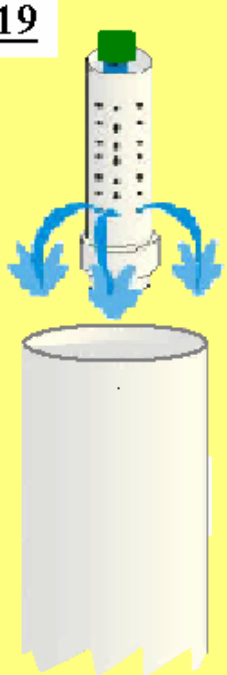
2- Tubo de prolongamento da bóia

3- Tubo de 50mm com 35cm de comprimento, tampado na parte inferior e com 20 furos de 10mm nas laterais.

4- Tubo de 100mm, com o comprimento entre o fundo da caixa e a parte de baixo da bóia.

Fig. 19

Redutor de Turbulência



3.3-Isolamento térmico da caixa ou reservatório

Nos acumuladores convencionais de mercado, usam-se isotérmicos de alta eficiência. Tais acumuladores, em sua maioria, dispõem de aquecimento complementar com energia elétrica ou a gás, para os dias de chuva ou encobertos, controlados por termostatos que acionam este recurso, sempre que a água fique com a temperatura abaixo do pré-estabelecido pelo usuário.

Por ter o nosso projeto, a característica de torná-lo viável economicamente a todos, não dispõe desse aparato, sendo os mesmos substituídos por chuveiro elétrico com controle eletrônico ou modelos com várias opções de temperatura, ou simplesmente a instalação de um controlador ao chuveiro elétrico comum, conectado em série à entrada de energia elétrica do chuveiro. Comum no mercado chuveiros com este recurso, eles facilitam a regulagem da temperatura ideal de banho, sem a necessidade de variar o fluxo da água no registro. E com um detalhe muito importante, a energia elétrica é gasta somente com a água consumida.

Sendo a caixa d'água a responsável por acumular a água quente, e se a mesma não ficar bem protegida debaixo do telhado, faz-se necessário um bom isolamento térmico. **Mas cabe aqui um alerta:** num local onde não se fará uso de água quente diariamente, como creches, colégios, etc., é aconselhável que não se isole a caixa, fazendo com que a temperatura da água quente acumulada baixe naturalmente durante a noite, e que no dia seguinte a água não entre quente nos coletores e atinjam temperaturas acima da permitida pelas propriedades físicas do PVC.

O aproveitamento de materiais disponíveis basicamente em todas as regiões, será de extrema importância, há inúmeras opções. Para quem reside no meio urbano, dentre tantas, destacamos o isopor das embalagens de supermercados, que vem com frios, (ex.com queijo, presunto, etc.), em eletro-eletrônicos, sacolas plásticas, papéis, etc..

Em outras regiões, como no meio rural, também temos alternativas de isotérmicos, como: serragem, cascas de trigo, cascas de arroz, grama seca, etc. Podemos fazer blocos isotérmicos com qualquer um desses isolantes, bastando para isso enchermos caixas Tetra Pak de 1L e fechando-as novamente. Para fixar esses blocos, na caixa , use cola ou amarre-as com tiras feitas de garrafas PET, tomando o cuidado de preencher os espaços entre as caixinhas, quando fixadas em recipientes redondos ou de cantos arredondados, com sacolas plásticas, papéis, etc.

Com a caixa ao ar livre, o isolamento térmico deverá ser protegido com uma lona contra a umidade, o que evitará a redução da eficiência do mesmo e a sua destruição.

Como a reposição de água fria é feita no fundo da caixa, não é necessário o isolamento térmico desse local. Outro tipo de isolamento térmico simples e eficaz, porém mais caro, é colocarmos uma caixa d'água dentro de um compartimento feito de madeira, tijolos, ou mesmo dentro de uma outra caixa maior. Para tal, um espaço de no mínimo 6 cm deve ser deixado entre a caixa e o amparo escolhido, para o devido preenchimento com qualquer um dos isolantes acima citados. Nesse caso, procurem colocar os isotérmicos dentro de sacolas de supermercado ou sacos plásticos, pois facilitará, caso necessitem, a retirada do isolamento para uma possível manutenção. Apliquem o isolamento térmico,

somente após terem completado toda a instalação do projeto, encherem d'água todo o sistema e conferirem se não há vazamentos. Isolem também a tampa da caixa.

4-Tópicos referentes à instalação do conjunto

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

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

Como foi instalado praticamente no verão, e com uma exposição solar em torno de 6 horas, aquecia a água na parte superior da caixa até 52 ºC, sendo necessário misturar com água fria para utilizá-la. Mas ao chegar o inverno, aqui em Tubarão, a temperatura da água na caixa, pela manhã, que no verão fica em torno de 22 à 25ºC, no inverno gira entre 13 à 16ºC. Em conseqüência dessas diferenças entre as estações do ano e a redução da radiação solar no inverno, a eficiência térmica caiu dos 52 ºC no verão para no máximo 35 ºC no inverno, e com pequena quantidade de água nessa temperatura.

Corrigimos o problema da falta de água quente com a construção se mais um coletor com as mesmas dimensões do primeiro, diferindo na quantidade de garrafas nas colunas, que passou de 04 para 05. Mesmo no inverno, em dias ensolarados os dois coletores suprem à demanda de água quente para os banhos das 04 pessoas da nossa família.

Para simplificar o dimensionamento de um projeto, sugerimos que instalem uma garrafa para cada litro de água a ser aquecida. Ex.: para aquecermos água suficiente para uma família de 04 pessoas, em banhos que não ultrapassem 8 minutos, no mínimo 200 litros d'água deverão ser aquecidos. Portanto com um projeto de 200 garrafas PET e 200 caixas Tetra Pak. Vale ressaltar, que em sistemas que foram instalados com mais de 1000 garrafas, a eficiência aumenta. Ex.: 1000 garrafas aquecem em média 1300 litros.

Diante do exposto, sugerimos que cada um encontre o dimensionamento, levando em conta o clima da região onde habita e o consumo do imóvel.

Observação importante: Verifiquem se no local a ser instalado não há árvores ou construções que causem sombreamento sobre os coletores, entre as 09 e 16 horas. Até as 16 horas porque há imóveis, ou situações, em que os coletores só poderão ser instalados se voltados para o **Oeste**.

4.2-Distâncias da caixa d'água até os coletores e dos pontos de consumo

Se possível, instalem à caixa o mais próximo possível dos coletores solares e dos pontos de consumo. Dos coletores porque haverá mais eficiência na circulação e

aquecimento, e dos pontos de consumo porque diminuirá o desperdício de água, pela distância da tubulação, até que a água quente chegue aos mesmos.

4.3-Como preparar e fixar os coletores

4.3.1-Reforçando e instalando as tubulações nos coletores

Antes de levá-los ao telhado, ou aos suportes, os coletores devem ser preparados. Depois de montados os coletores, **Fig.10** na **pág.15**, dois tubos de esgoto de 40 mm devem ser amarrados aos barramentos, com arame n°16 utilizado para fixar alambrados, a cada 50 cm e sobre as conexões "T" por serrem mais reforçadas. Também amarrações devem ser feitas, a cada metro, entre os dois tubos brancos. **Fig. 20 a 24.**

Com os coletores amarrados e ainda no chão, procedam à instalação do dreno, das tubulações, das uniões e dos 02 tampões, deixando-os prontos para serem içados e fixados sobre o telhado ou suportes. Mas muito cuidado, jamais utilizem tubos e conexões na instalação dos coletores até a caixa com menos de **25 mm**, sendo que para projetos com mais de 400 garrafas, devemos aumentar esse diâmetro para **32 mm.**

ATENÇÃO: com os coletores ainda no chão, encha-os com água e verifiquem se não há vazamentos, e drenem toda a água após a inspeção. Ao instalarem, cubra-os com uma lona até que os mesmos estejam ligados a caixa d'água e prontos para aquecer, pois se ficarem expostos ao sol sem água, ou com água em seu interior mas sem circular, os danos aos coletores solares serão graves.

Mais informações através das fotos legendadas, de **20 a 24:**

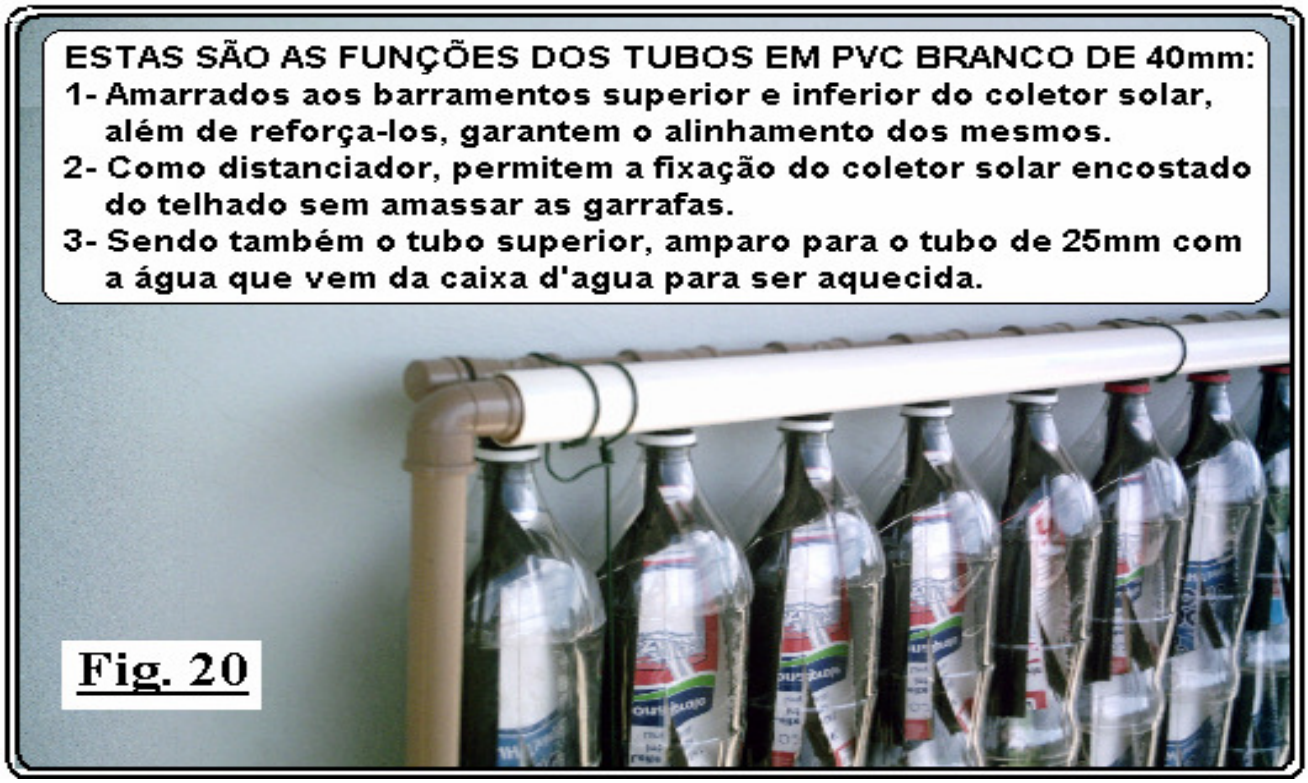


Fig. 20

Fig. 21

Tubo de 25mm, que vem por dentro do tubo do tubo de PVC branco de 40mm, trazendo a água da caixa d'agua para ser aquecida, com a ligação no barramento inferior.

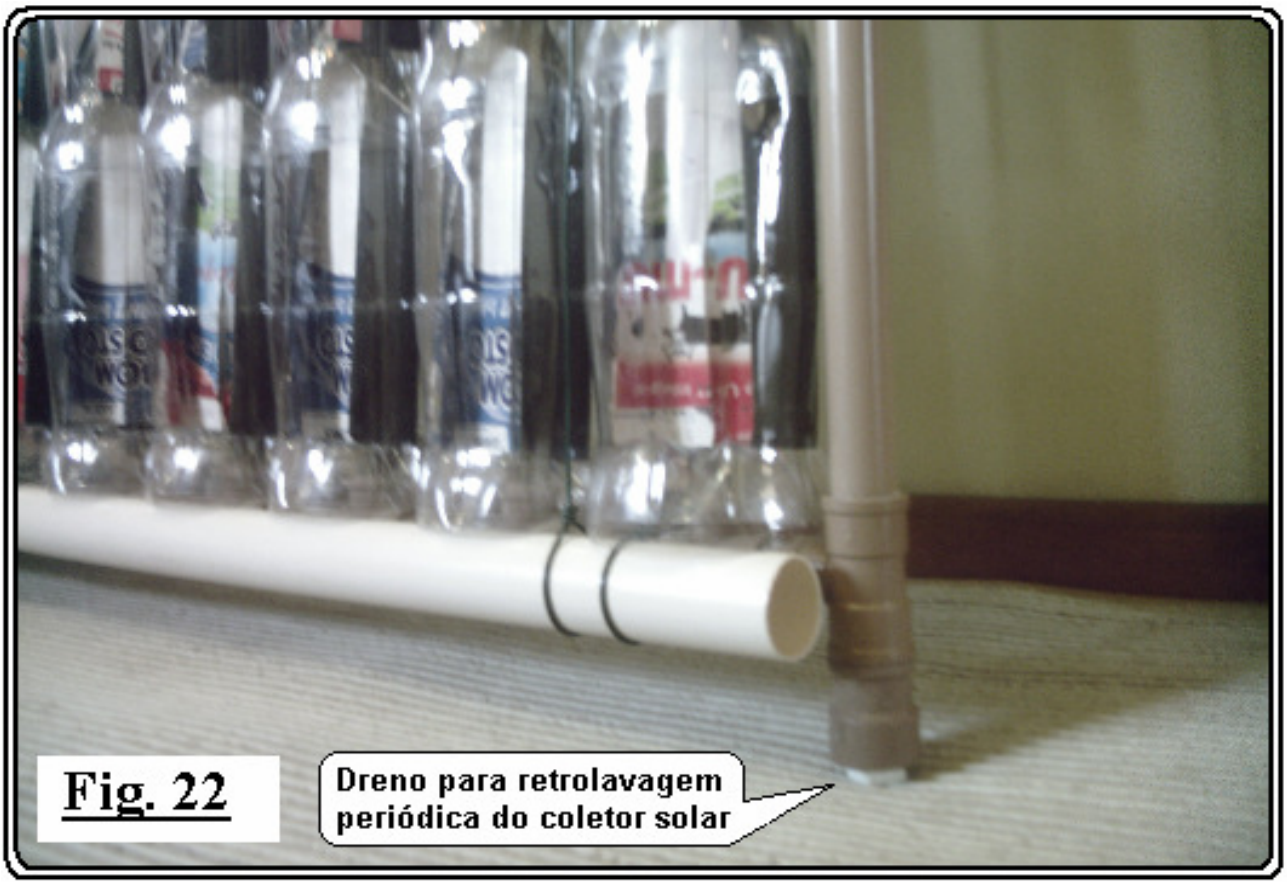
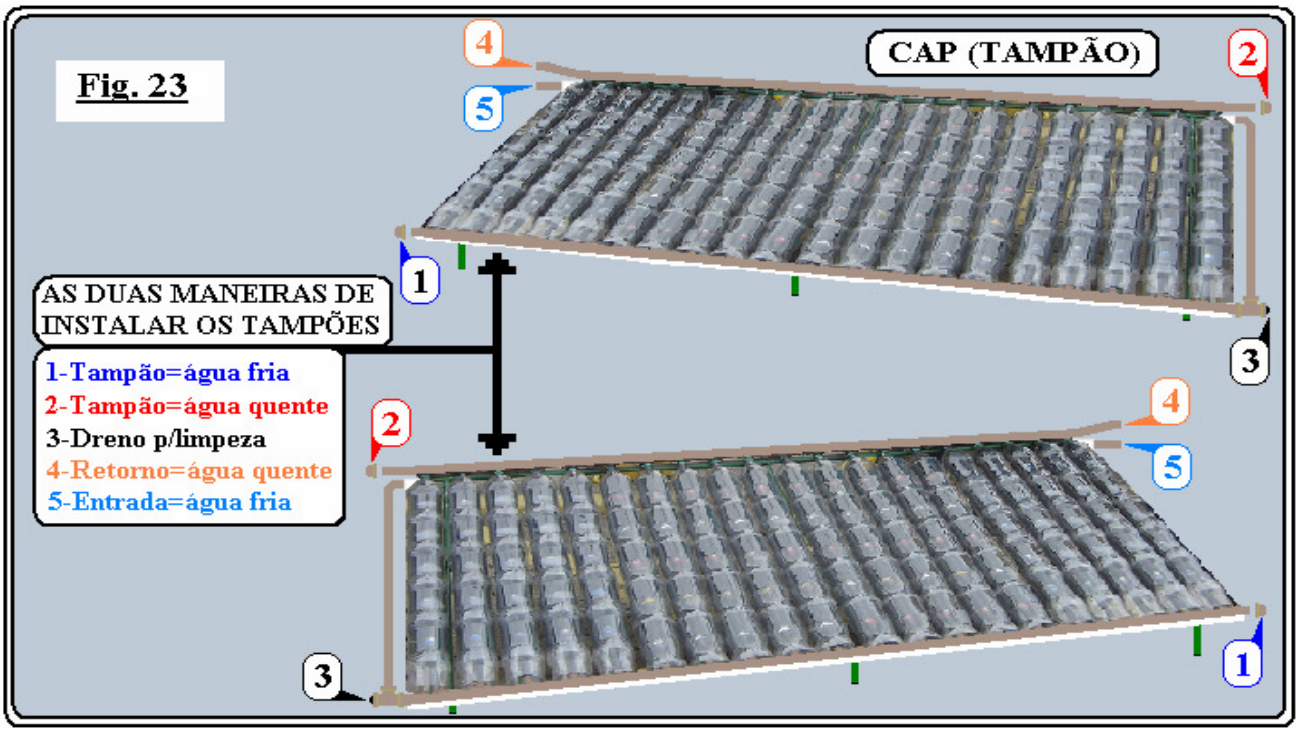


Fig. 22

Dreno para retrolavagem periódica do coletor solar

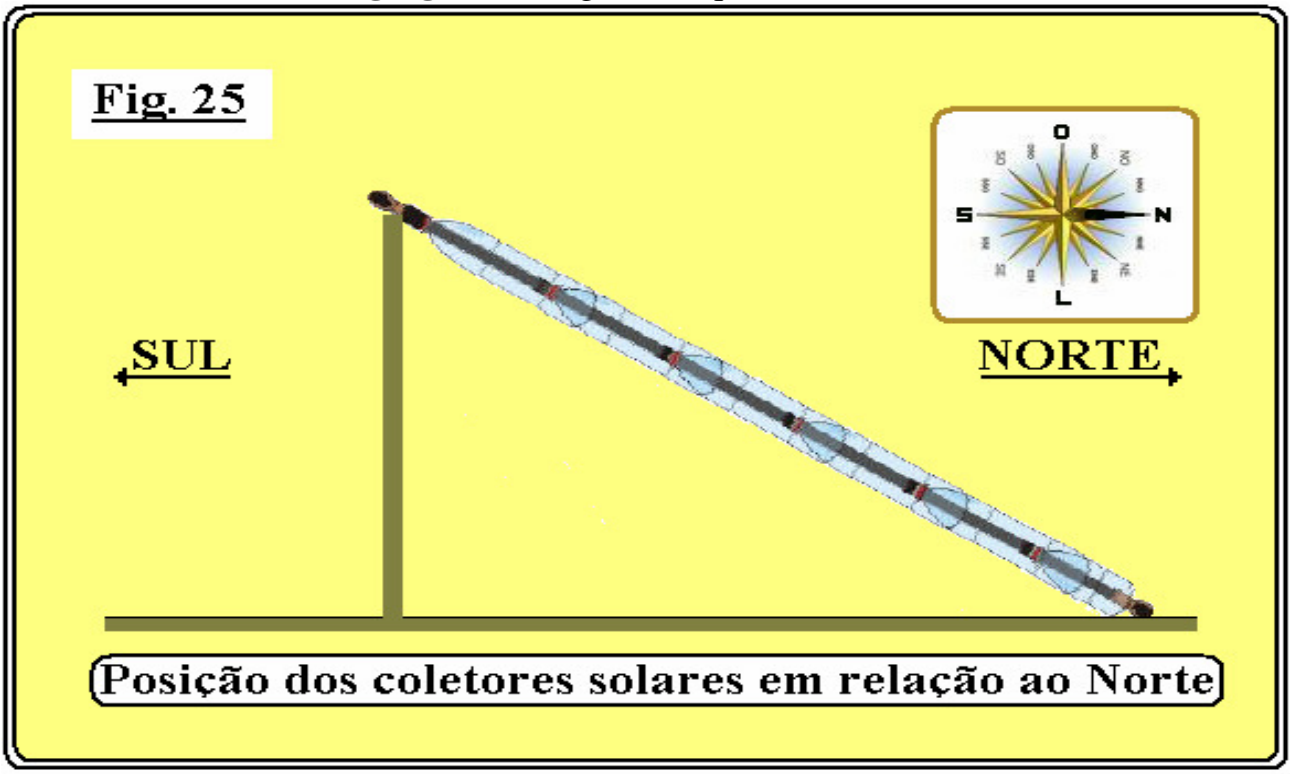


4.3.2-Posição dos coletores solares em relação ao norte

Instalem os coletores solares, quando possível, voltados para o N**orte**. **Fig. 25**.
Na impossibilidade, instalem os mesmos voltados para o **Oeste,** mas nunca para o **Leste.**

Há uma diferença entre o **norte magnético,** para onde as bússolas apontam, e o **norte geográfico**, **Fig. 26,** que é o ponto de intercessão da superfície do planeta com o eixo de rotação da terra. Mas optamos pelo **norte magnético**, porque simplifica e basta-nos uma bússola para encontrarmos a posição dos coletores, em relação ao norte. Se preferirem instalar através do **norte geográfico**, sugerimos que utilizem o **Gnômon.**

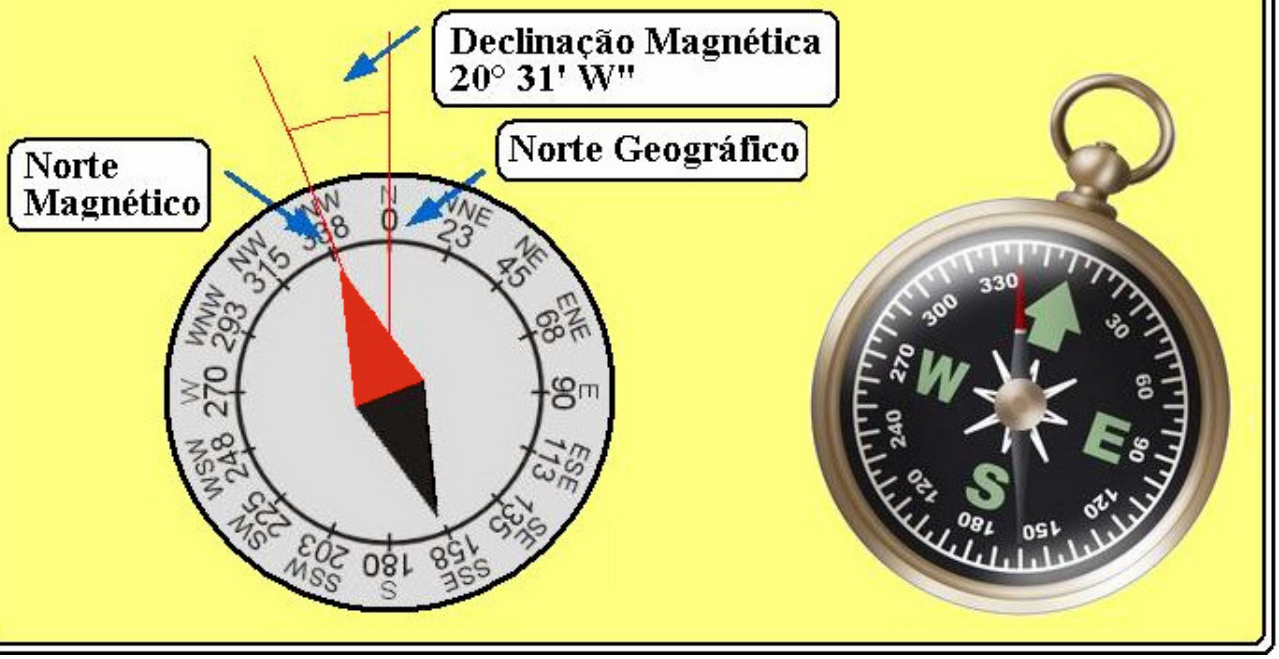
Fig. 25



Posição dos coletores solares em relação ao Norte

Fig. 26

Diferença entre Norte Magnético e o Norte Geográfico

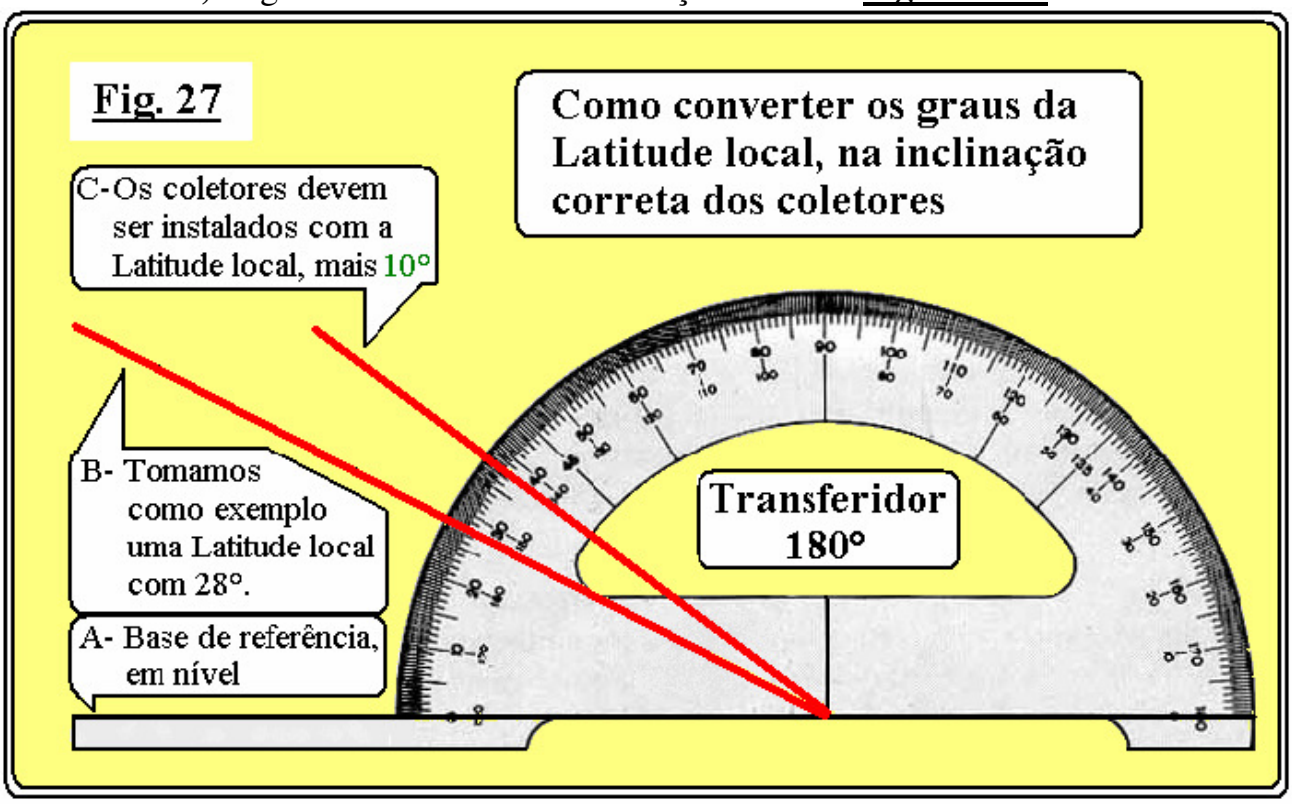


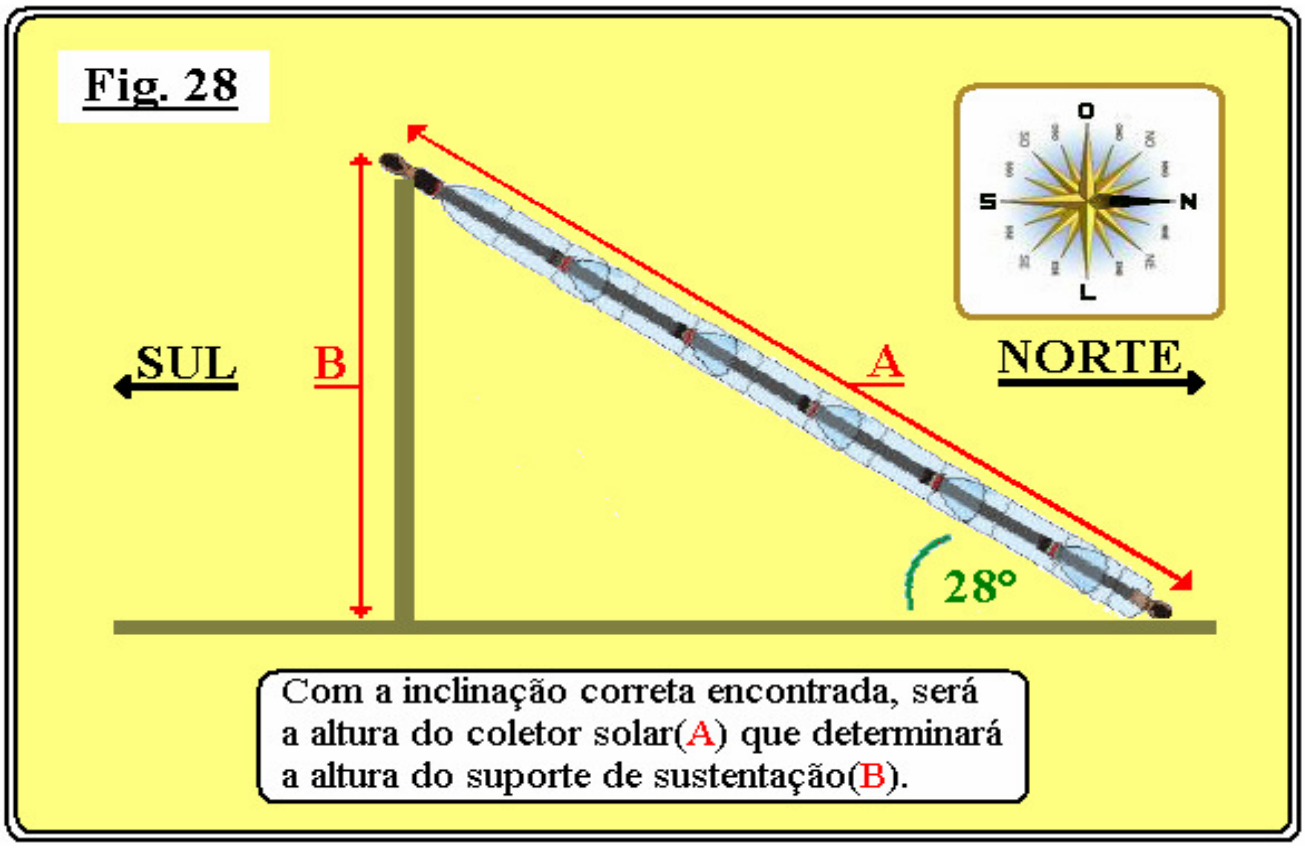
4.3.3-Inclinação em relação a Latitude local

A eficiência de um sistema de aquecimento solar, não depende apenas do posicionamento dos seus coletores em relação ao **Norte,** mas também da inclinação dos mesmos segundo a **Latitude** local. Apenas como informação: **O que é Latitude**?
Latitude é a medida em graus entre dois paralelos, e os paralelos são linhas imaginárias que cortam a Terra em fatias horizontais, paralelas à Linha do Equador. Os paralelos mais conhecidos são o Trópico de Capricórnio, Trópico de Câncer, Círculo polar Ártico, Círculo Polar Antártico, e a própria Linha do Equador.

O que determina o local da Terra por onde passam essas linhas é a medida do ângulo de incidência dos raios de sol na superfície. Assim, quando o raio de sol incidir na superfície da Terra em seu maior ângulo de inclinação, teremos a marca de um trópico.

O raio de sol é energia em forma luminosa. Assim, um raio que incida em ângulo reto (90 graus, frontal) terá uma área de incidência pequena, ou seja, a dispersão dessa energia no solo será mais concentrada. Já o raio de sol que incide na superfície da Terra em um ângulo menor (aproximadamente 23 graus, que é a mesma medida dos Trópicos), ou seja, incide meio que deitado terá uma área de incidência muito maior para distribuir sua energia, e por este motivo transfere menos calor por centímetro quadrado de solo. Desta forma, no Equador, aonde o raio de sol chega ao solo mais concentrado, o clima é mais quente. Nos trópicos, aonde o raio de sol chega ao solo mais espalhado, o clima é menos quente. Nos pólos, aonde o raio de sol chega muito mais espalhado, o clima é muito menos quente. Caso desconheçam a **Latitude** de onde irão instalar o aquecedor solar, encontre-a em: **www.aondefica.com/lat_3_.asp** , e convertam, com um **Transferidor,** os graus encontrados na inclinação correta**.** **Fig. 27 e 28.**





Caso optem por fixar os coletores diretamente sobre o telhado sem levar em conta a latitude local, e se ao conferirem apresente muita diferença, terão que ampliar a área quadrada de absorção solar com mais coletores para compensar a perca pelo posicionamento incorreto.

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

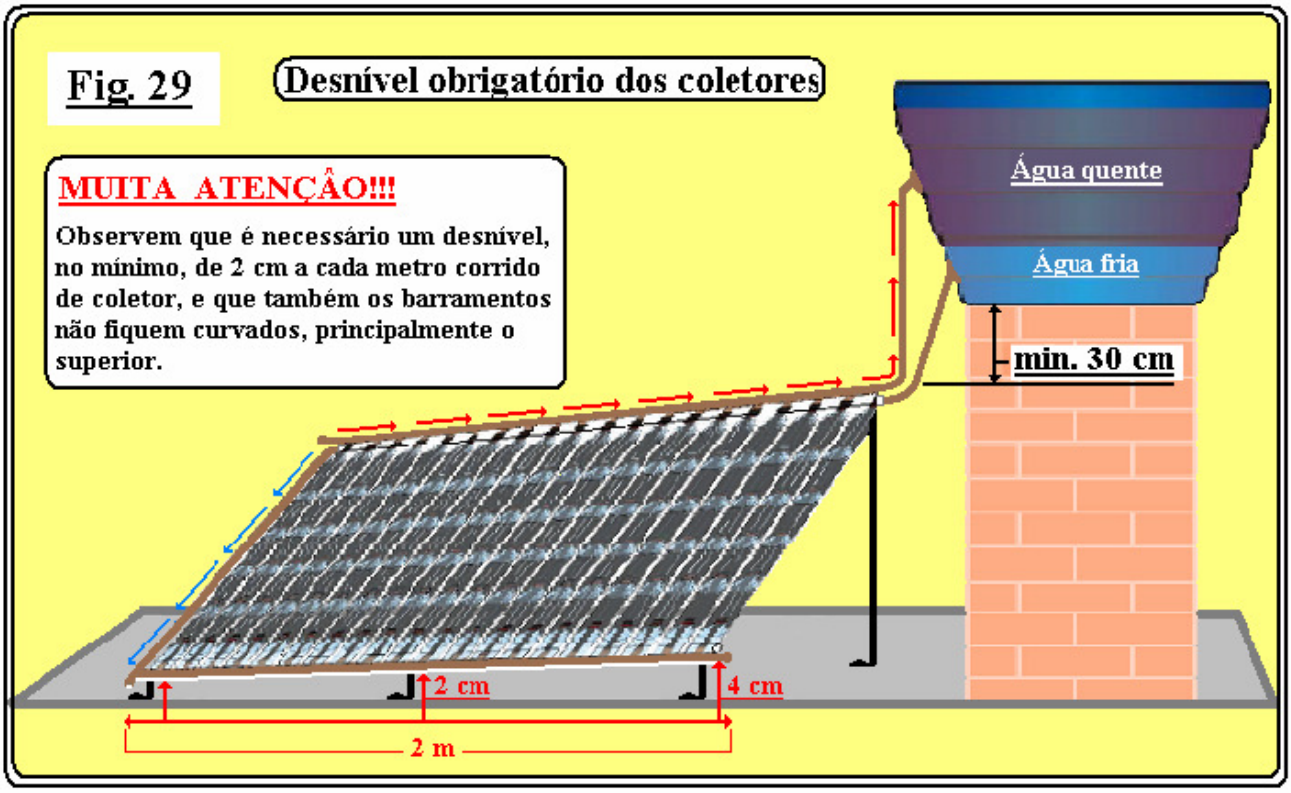
Mas **muito cuidado**, mesmo no **Equador** os coletores devem ser instalados com no mínimo **10**° de inclinação, pois abaixo de **10**° compromete a circulação por termo-sifão.

4.3.4-Desnível obrigatório dos coletores

A água em processo de aquecimento, ao atingir **40°C**, começa a liberar bolhas de ar. Em recipientes abertos isso não é problema, mas em circuitos fechados, que é o caso dos aquecedores solares por termo-sifão, se os coletores solares não forem instalados com, pelo menos, 02 cm de desnível por metro corrido, **Fig. 29,** o acúmulo dessas bolhas no barramento superior será inevitável. Esse ar paralisa a circulação do sistema, superaquece os coletores, e claro, não aquece a água do reservatório.

Na maioria dos coletores industrializados as tubulações, por serem metálicas, não serão afetadas, bastando apenas que uma correção no desnível das placas coletoras seja efetuada, para que o sistema passe a operar normalmente.

Mas o nosso sistema por ser uma alternativa de baixo custo, todos os componentes do conjunto são em PVC, e é lógico, com limites de temperatura.

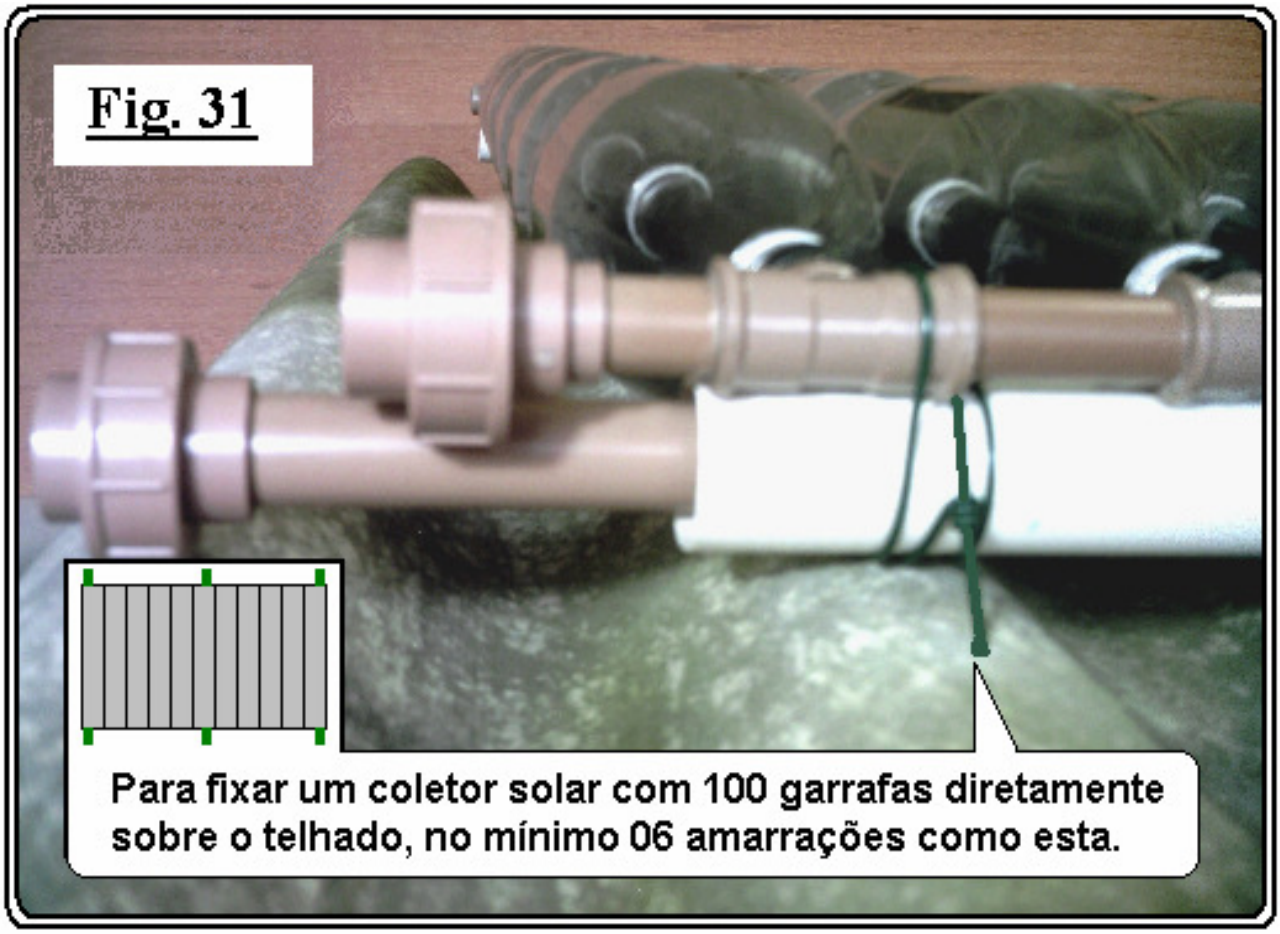


Portanto, ao implantarem o projeto prestem muita atenção, não apenas com os cuidados citados anteriormente, como o dimensionamento, mas também a esses dois detalhes importantíssimos, que é o desnível dos coletores e a ascendência das tubulações que interligam os mesmos a caixa d'água, ou seja, sempre a subir. **Fig. 30.**

Ao darmos a preferência pelo sistema de circulação por termo sifão, torna-se obrigatório que o fundo da caixa fique sempre acima da parte superior do coletor solar, ou seja, mínimo de 30 cm e máximo 3 m, **(Pág. 6, It. 2.1- Circulação por termo sifão).**
Atenção: **C**abe a cada um escolher o melhor local para implantar o projeto, mas sem esquecer, que ao falar em caixa d'água estamos falando de peso. Portanto, não improvisem ou instalem em locais duvidosos que possam ruir e causar sérios problemas. (Lembre-se que cada litro d'água pesa 1 quilo).

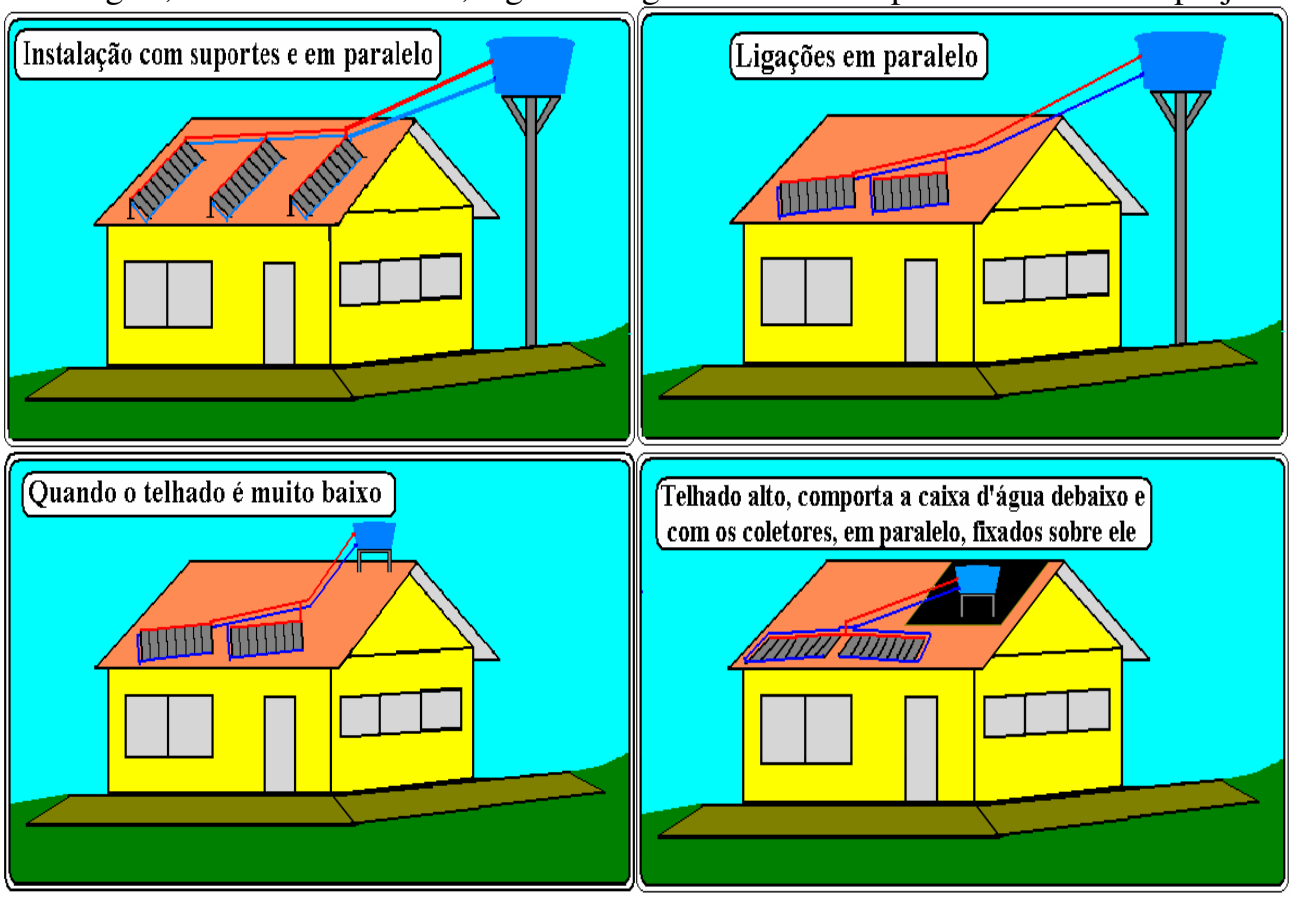
4.3.5-Fixação dos coletores sobre o telhado ou em suportes.

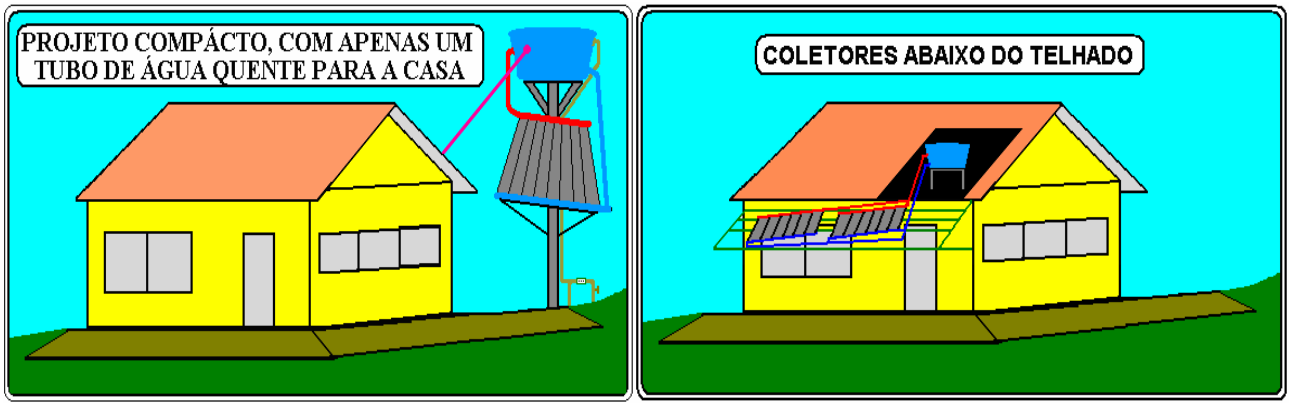
A maioria dos projetos para residências, com até 400 garrafas, tem sido fixados sobre o telhado, pois requer apenas que se furem as telhas e amarre-os à armação. **Fig. 31 e 32.**



Se for necessário que sejam fixados sobre suportes, fica a critério de cada um o material a ser utilizado. Mas cuidado, não basta apenas que os coletores fiquem firmes, verifiquem se os dois barramentos ficaram retos e com o desnível necessário.

A seguir, através de casinhas, algumas sugestões de como podemos instalar o projeto:



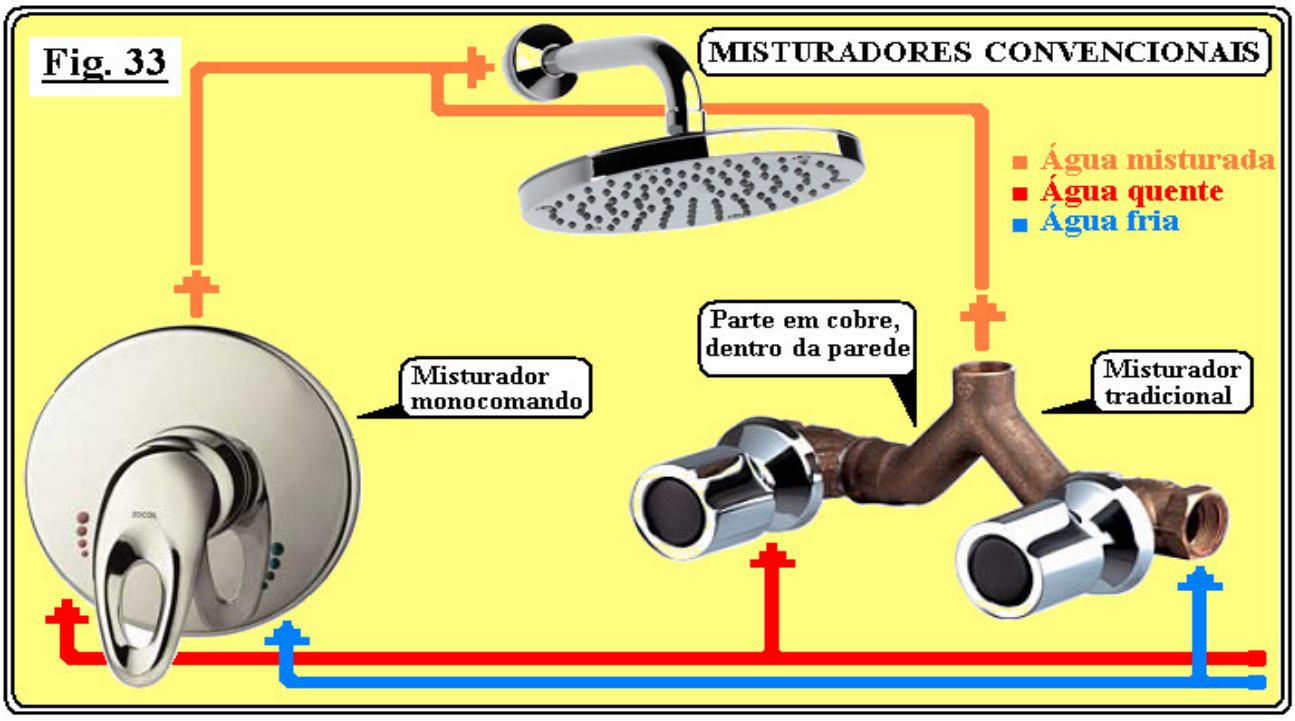


4.4-Isolamento térmico dos barramentos e das tubulações

No início envolvíamos os barramentos, principalmente os superiores, de cada coletor e os tubos que interligam o mesmo à caixa, com isopor e fixados com tiras cortadas de garrafas PET verde. Atualmente não isolamos mais os barramentos e as tubulações que ficam expostas ao sol, mas apenas pintamos com a mesma tinta, preto fosco, utilizada no restante do projeto. Tendo sol, o calor absorvido pela tinta compensa a maior parte do calor dissipado. O resultado é o mesmo e simplifica bastante, pois quando não tem sol não há circulação, e se não circula também não dissipa.

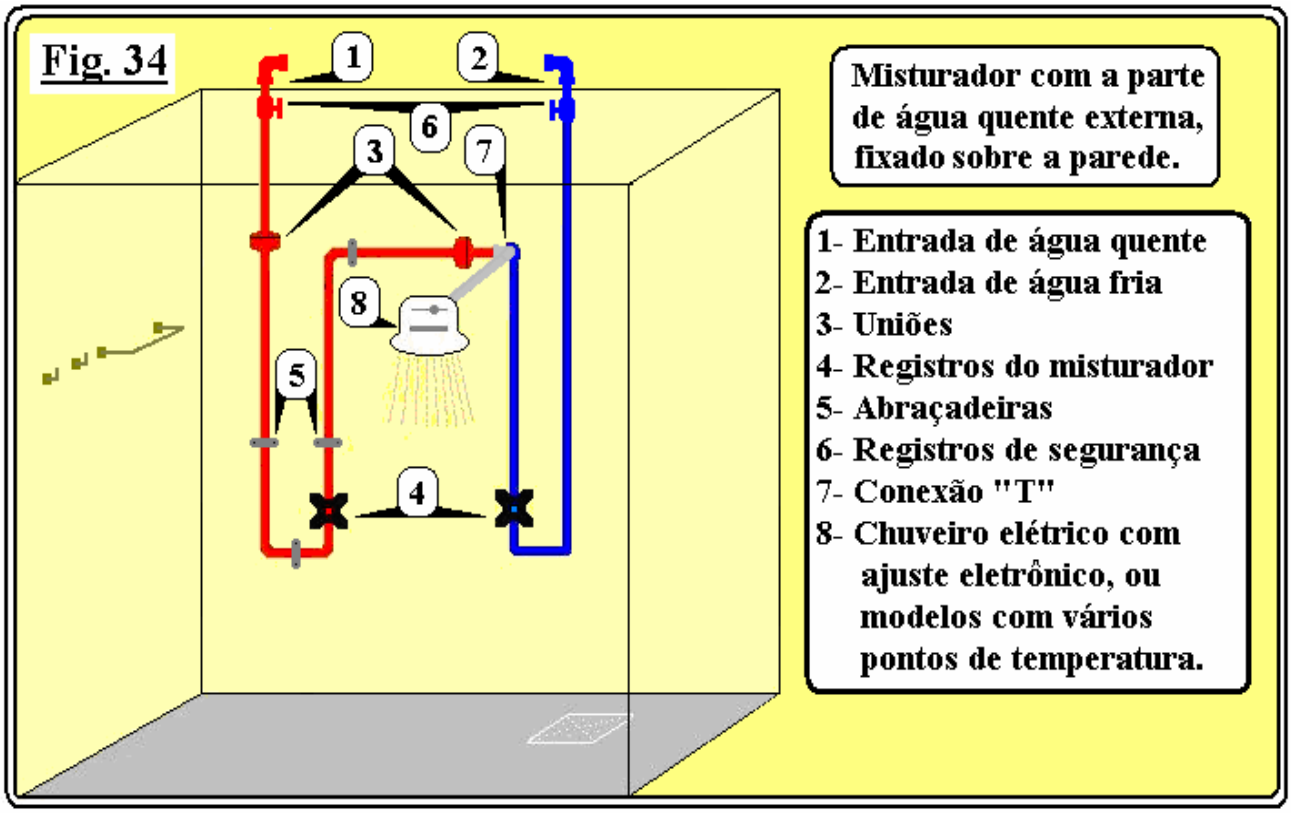
4.5-Misturadores : são várias alternativas.

Em qualquer sistema de aquecimento, o meio tradicional de se encontrar a temperatura ideal da água, é através de misturadores conectados a tubulações de água quente e fria. E quando o sistema conta com apoio elétrico ou a gás, no reservatório, instala-se apenas a ducha no lugar do chuveiro elétrico. **Fig.33.**

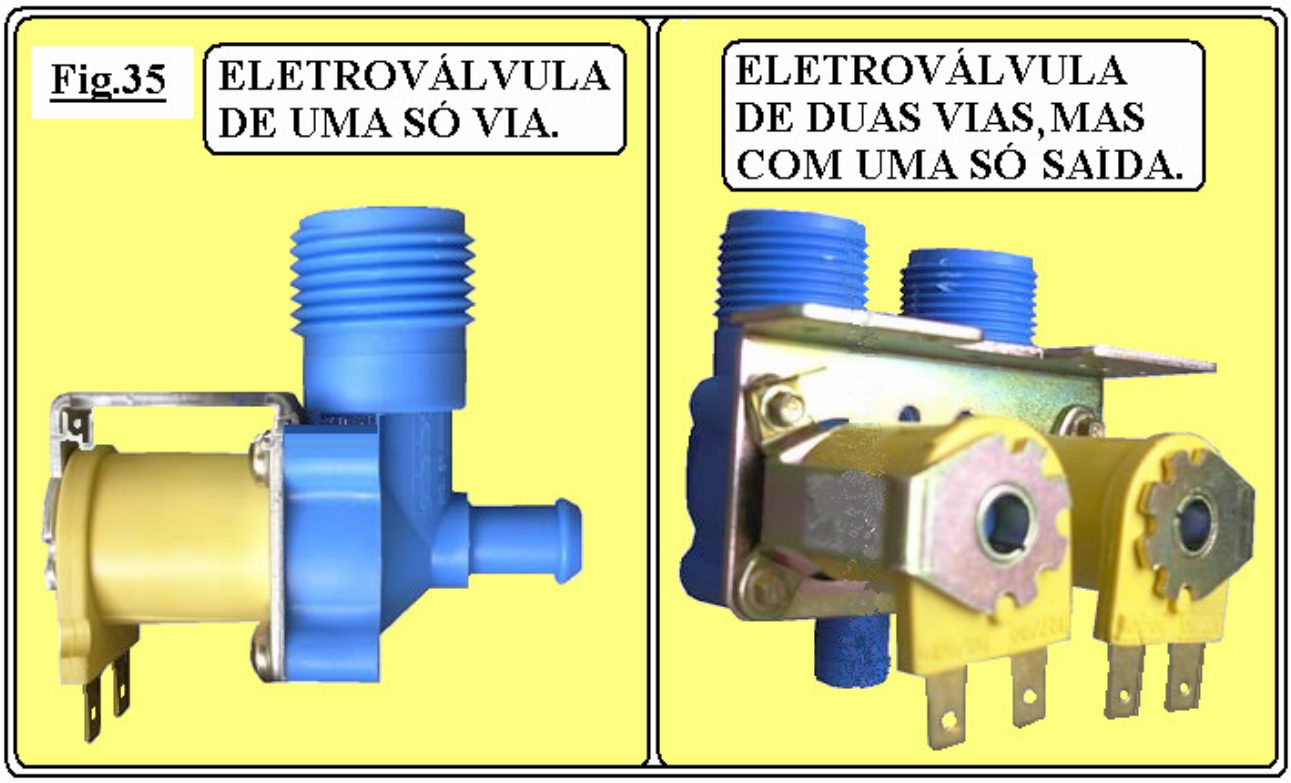


Sabemos da qualidade e eficiência dos misturadores mostrados na **Fig.33,** mas inacessível, pelo seu custo, as pessoas com baixa renda. Sendo o nosso projeto uma alternativa de baixo custo, temos três opções de misturadores. Opções estas que não oneram o sistema, pois requerem apenas que se faça um furo no teto do banheiro, para a passagem do tubo com água quente. Procuraremos demonstrar, através de diagramas e fotos legendadas, todos os detalhes sobre os mesmos. Vejamos:

1. Essa opção já foi detalhada a partir da **Pág.19,** através do texto e das **Figuras 14, 15, 16, 17,** onde a mistura dentro da própria caixa d'água do aquecedor, torna possível que se envie, através de uma só rede, a água em temperatura agradável para o consumo em dias muito calor. Ótimo também para ser utilizado na cozinha. Porém, em regiões onde as estações do ano são bem distintas, ex. o sul do Brasil, durante o inverno será necessário tamponar a parte inferior do misturador, **Fig.17**, limitando-o as funções de captador de água quente e limitador de consumo.
2. Verifiquem que este segundo misturador, **Fig.34,** mesmo sendo singelo, tem as mesmas funções dos modelos mostrados na **Fig.33,** bastando apenas que se faça um furo no teto para a passagem do tubo com água quente, já que a água fria continuará sendo fornecida pela rede existente no local.



3)Aparentemente o terceiro parece ser mais complicado, mas na realidade ele é muito simples, barato e prático. Passamos a utilizar a eletroválvula, porque a mesma é aplicada em máquinas de lavar louças e de lavar roupas, tanto na entrada de água fria quanto para a entrada de água quente. Portanto, indicada para suportar os níveis de temperaturas alcançados pelos aquecedores convencionais, sendo então muito mais tranqüilo em nosso projeto, já que o mesmo é limitado, em razão das tubulações em PVC, a não ultrapassar os 55°C. Na **Fig.35**, fotos dos dois tipos de eletroválvulas que utilizamos, e a seguir, na **Fig.36-A e B**, dois diagramas das mesmas inseridas, nas instalações hidráulica e elétrica, nesse tipo de misturador. Na **Fig.36-A,** aplicamos apenas a eletroválvula simples no fornecimento de água quente, cabendo a rede existente no local a distribuição da água fria. Na **Fig.36-B**, observem que utilizamos uma eletroválvula de duas vias e uma só saída. As eletroválvulas apenas liberam ou fecham à água, mas não tem o recurso de variar o fluxo. Mas contamos com o recurso dos registros de segurança, **item 10** das **Fig.36 e 37**, os quais podem ser ajustados, conforme a estação ou região, para liberarem a água quente e fria em quantidades diferenciadas, até que se encontre a temperatura ideal. No inverno, na região sul do Brasil, a temperatura da água dificilmente atingirá níveis que necessite a mistura com água fria, sendo que já foram instalados vários projetos com este recurso, principalmente com as eletroválvulas duplas da **Fig.36-B,** em cozinhas e em banheiras nas creches e funcionam muito bem.



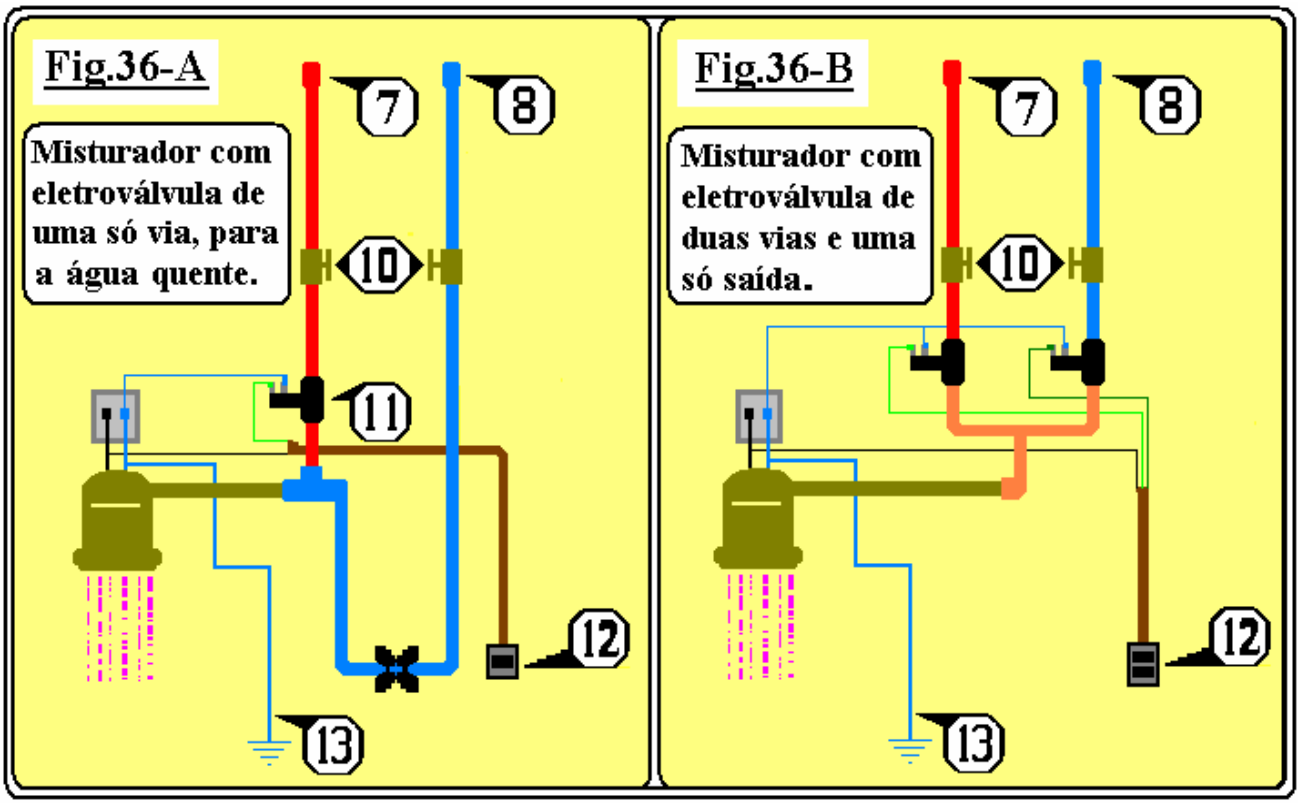


Fig.36-A
Misturador com eletroválvula de uma só via, para a água quente.
7
8
10
11
12
13
Fig.36-B
Misturador com eletroválvula de duas vias e uma só saída.
7
8
10
12
13

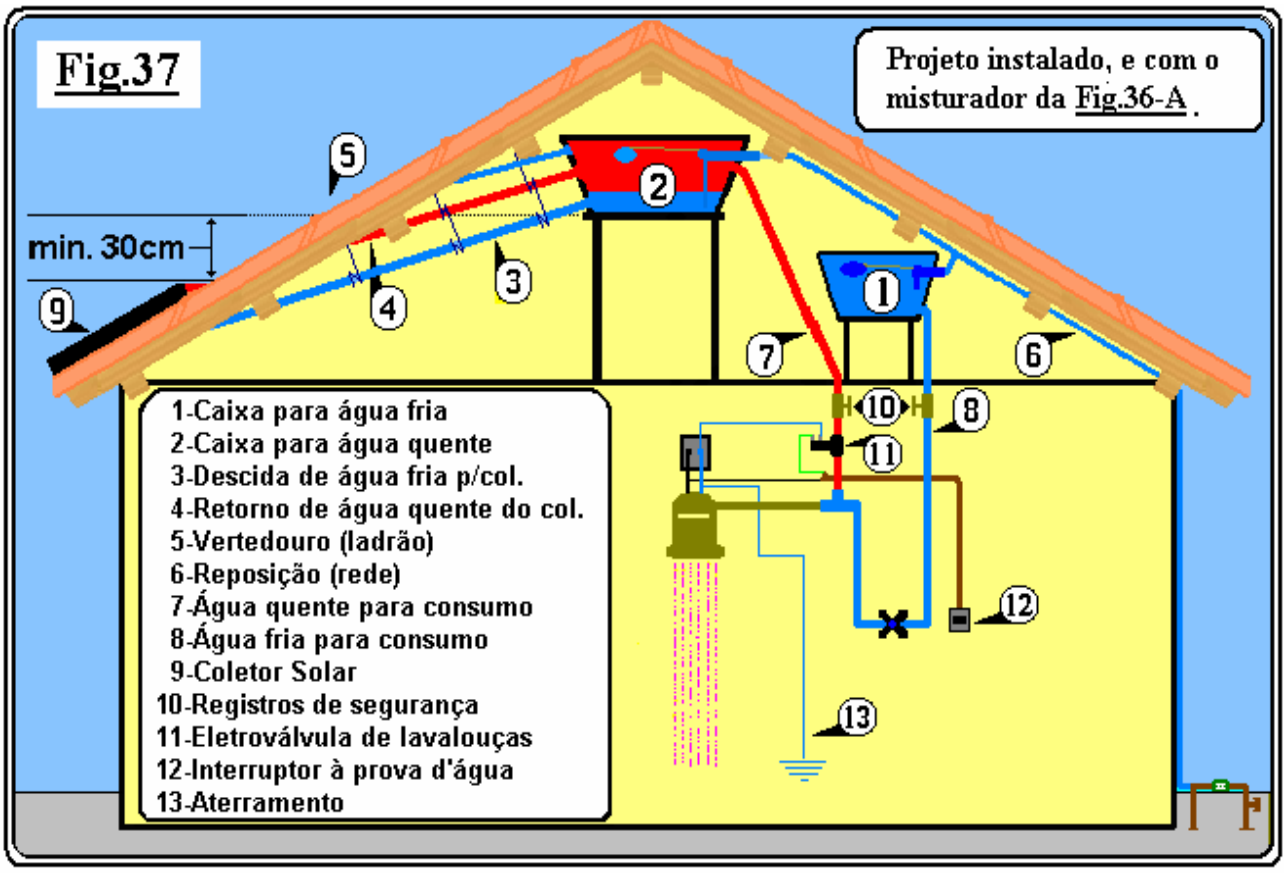


Fig.37
Projeto instalado, e com o misturador da Fig.36-A .
min. 30cm
1-Caixa para água fria
2-Caixa para água quente
3-Descida de água fria p/col.
4-Retorno de água quente do col.
5-Vertedouro (ladrão)
6-Reposição (rede)
7-Água quente para consumo
8-Água fria para consumo
9-Coletor Solar
10-Registros de segurança
11-Eletroválvula de lavalouças
12-Interruptor à prova d'água
13-Aterramento

5-Testes de eficiência e dos materiais aplicados no projeto:

5.1-Tempo necessário de exposição solar e testes de eficiência térmica

Somente a partir das 10 horas é que começamos a notar o aumento da temperatura da água, mas sendo após 6h no verão ou 5h no inverno, em dias ensolarados, que o mesmo atingirá a temperatura máxima. Mesmo em dias semi-encobertos e dependendo da região, haverá algum rendimento, e lógico, com parcial economia de energia elétrica.

Com o propósito de avaliar a eficiência térmica e a resistência dos materiais aplicados no projeto, vários ensaios e testes foram efetuados em laboratórios, sendo os locais e nomes das equipes, citados a seguir. O nosso muito obrigado a todos, pelo empenho, profissionalismo e neutralidade com que avaliaram o projeto.

Por uma questão de respeito e ética, alguns dos resultados, só serão liberados na íntegra e com a autorização dos mesmos.

1-UERJ - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pelos professores:
Prof°. Carlos Eduardo Leal, Doutor em Física.
Prof°. Luis Chiganer, Mestre em Engenharia Elétrica.
Prof°. José Carlos Xavier, Mestre em Física
com a participação dos alunos:
Anna Carolina Henriques, Faculdade de Engenharia
Rodrigo Faria, Faculdade de Engenharia
Luisa Carneiro, Faculdade de Engenharia

2-LACTEC - Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento,
a pedido da COHAPAR - Companhia de Habitação do Paraná.
EQUIPE TÉCNICA:
Giseli Ribeiro Vergés - Departamento de Tecnologia em Materiais
Marilda Munaro - Departamento de Tecnologia em Materiais
Denis A. L. Kulevicz - Engenheiro Mecânico - Departamento de Eletro-Mecânica
Robson Cardoso - Técnico Mecânico - Departamento de Eletro-Mecânica
Dr.Gilson Paulillo - Departamento de Eletro-Mecânica
Dr.Eduardo Marques Trindade – Departamento de Tecnologia em Materiais.

3-UFSC - Universidade de Santa Catarina, tendo como orientadora:
Anelise Destefani1- Engª Sanitarista e Ambiental, Mestre, Professora do CASCGO ,
Marlos José de França – Co-orientador Geógrafo. Mestrando em Educação Agrícola e Professor do Curso Técnico em Agropecuária do CASCGO
Com a participação dos alunos: Jailson Mira Fernandes, Raimundo Martignago, Robson Belli Martignago, Gerson Nascimento, e Jailson Nascimento.

4- Teste comparativo de eficiência entre o nosso coletor e coletor ASBC feito com forro alveolar de PVC, em julho de 2006, cujos resultados poderão ser acessados em: **www.sociedadedosol.org.br/novidades/novidades_2006_05.htm**
Mas ao acessarem, não deixem de conhecer o grande trabalho que, o Sr. Augustim e uma dedicada equipe, fazem para disseminar o conhecimento sobre energia solar.

E foi com base nos testes efetuados em um coletor com 100 garrafas(02m²), numa vazão constante de 0,02L/s, onde o rendimento médio instantâneo alcançado foi de 36%, que montamos esta tabela, **Fig. 38,** com os três ciclos de aquecimento diário nas duas estações, bem definidas, do sul do Brasil. Ou seja, inverno e verão.

Obs.: Lembrem-se, a eficiência deste tipo de coletor solar depende exclusivamente do dimensionamento do sistema. Ou seja, 01 garrafa para cada litro d'água.

INVERNO

1° Ciclo **Fig.38**

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
15°C	5,4°C	0,02	83 min.	20,4°C

2° Ciclo

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
20,4°C	7,3°C	0,02	83 min.	27,7°C

3° Ciclo

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
27,7°C	9,9°C	0,02	83 min.	37,6°C

VERÃO

1° Ciclo

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
22°C	7,9°C	0,02	83 min.	29,9°C

2° Ciclo

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
29,9°C	10,7°C	0,02	83 min.	40,6°C

3° Ciclo

Temperatura inicial na caixa d'água	+ 36%	Vazão [L/s]	Tempo	Temperatura dos 100L
40,6°C	14,6°C	0,02	83 min.	55,2°C

5.2-Análise de resistência térmica das garrafas PET :

Pela curva de DSC, foi obtida a temperatura de transição vítrea, 74ºC, esta temperatura corresponde à transição vítrea borrachosa da amostra, ou seja, acima desta temperatura o material apresenta características borrachosas. Foi obtida ainda a temperatura de fusão do material, em 248ºC. A análise termogravimétrica mostrou que o material apresenta início de degradação térmica acima de 400ºC, em atmosfera inerte, e praticamente não possui carga inorgânica.

5.3-Ensaios de tração e alongamento:

As tabelas a seguir apresentam os resultados dos ensaios de tração e alongamento à ruptura dos corpos-de-prova, retirados de uma garrafa PET nova e de material reciclado:

Tabela 1: Resultados do ensaio de tração à ruptura.

Limite de Resistência (MPa)			
PET NOVA		**PET RECICLADA**	
1	**150,4**	1	**154,6**
2	**132,3**	2	**156,1**
3	**151,8**	3	**161,6**
4	**168,7**	4	**154,0**
Média	**150,8 (± 14,9)**	**Média**	**156,6 (± 3,5)**
Variação: + 4 %			

Tabela 2: Resultados do ensaio de alongamento à ruptura.

Alongamento (%)			
PET NOVA		**PET RECICLADA**	
1	**12,4**	**1**	**5,0**
2	**9,9**	**2**	**4,7**
3	**10,0**	**3**	**4,5**
4	**12,0**	**4**	**5,8**
Média	**11,1 (± 1,3)**	**Média**	**6,6 (± 3,6)**
Variação: - 40 %			

Observando os valores da Tabela 2, nota-se uma redução na porcentagem de alongamento à ruptura, indicando que o material reciclado apresenta início de degradação quando comparado ao PET de garrafa nova, porém com variações aceitáveis para o tipo de aplicação desejada.

5.4-Ensaio de intemperismo artificial em QUV:

Os registros fotográficos das amostras de garrafa PET após 240 horas de ensaio em câmara QUV, demonstraram um leve amarelamento em relação à amostra de PET nova, porém sem fissura ou quebras do material.

5.5-Ensaio de intemperismo artificial em Weather-O-meter:

Após ensaio realizado, por 1000 horas, em câmara **Weather-O-meter**, por avaliação visual, percebe-se uma leve opacidade da garrafa PET, sem fissuras ou quebra do material. A caixa de leite longa vida revestida por esmalte sintético mantém sua aderência e a aparência fosca (importante para conservação do calor no interior da garrafa). O tubo de PVC apresenta escurecimento, porém sem fissuras, e a junção entre os canos feita com fita de alta fusão isolante permanece aderida, sem descolamentos, preservando a vedação do sistema.

5.6-Dosagem de Dioctilftalato (DOP):

Não foram identificados resíduos de DOP nos processos de lavagem, indicando a boa estabilidade química dos materiais plásticos utilizados, frente à aplicação proposta.

5.7-Conclusão final sobre os ensaios de resistência dos materiais:

Os ensaios de resistência física, química e fotoquímica, tiveram como objetivo principal inferir na resistência a ser apresentada pelos materiais componentes do sistema, quando aplicados em campo. A partir da avaliação dos resultados obtidos antes e após intemperismo artificial dos materiais recicláveis utilizados na fabricação do aquecedor solar, concluiu-se que os materiais apresentam boas propriedades térmicas e mecânicas, e, mesmo após envelhecimento, os indícios de degradação dos materiais são significativamente pequenos, com variações aceitáveis para o tipo de aplicação desejada.

6-Informações complementares

Certamente ficaremos em débito de mais informações, mas acreditamos que o básico está inserido neste manual. Por se tratar de uma alternativa de aquecimento solar, este projeto teve como objetivo inicial aquecer apenas a água do banho de famílias de baixa renda, com coletores de até 300 garrafas. Mas entidades sociais tiveram interesse, e atualmente vários aquecedores com mais de 1000 garrafas já foram instalados, exigindo que os projetos sejam bem elaborados e construídos com a melhor qualidade possível.

São muitas as fotos dos projetos instalados, dentre as quais selecionamos algumas a partir da **pág.45.**

LISTA DE MATERIAIS PARA 01 AQUECEDOR SOLAR COM 200 GARRAFAS, PORÉM SEM OS MATERIAIS PARA A DISTRIBUIÇÃO DA ÁGUA QUENTE, POIS CADA IMÓVEL TEM SUA REALIDADE.

MATERIAIS DIVERSOS	**VALOR UNIT**	**QTDE**
CAIXA D'AGUA - 310L		01
REGISTRO ESFERA em PVC - SOLDÁVEL 25 mm		04
FLANGES em PVC P/CAIXA D'AGUA 25 mm, c/rosca interr		05
TORNEIRA BOIA de 25 mm, c/tomada para mangueira.		01
CONEXÃO "T" em PVC 20 mm		80
CONEXÃO "T" em PVC 25 mm		06
BUCHA DE REDUÇÃO em PVC - 25 mm P/20 mm		04
LUVA L/R em PVC DE 25 mm		04
TAMPÃO em PVC C/ROSCA EXTERNA DE 25 mm		02
LUVA SOLDÁVEL em PVC 25 mm		03
TAMPÃO em PVC (CAP SOLDAVEL) 20 mm		04
ADAPTADOR em PVC COLA/ROSCA 25 mm		02
JOELHOS em PVC 90° 25 mm		02
CURVA em PVC 90° 25 mm		06
UNIÃO SOLDÁVEL em PVC 25mm		06
TUBO SOLD.em PVC 25 mm (coletores à caixa)		18 mts
TUBO SOLDÁVEL em PVC 20 mm		54 mts
TUBO em PVC p/ESGOTO 40 mm		08 mts
FITA CREPE **19mm*** **(*Atenção para medida citada)**		01 rolo
TINTA ESMALTE SINTETICO PRETO FOSCO		02 kgs
SOLVENTE		01 litro
ROLO P/PINTURA C/10 cm (se possível de lã)		
COLA PARA PVC C/PINCEL - POTE COM 175 grs.		01
FITA DE ALTOFUSÃO (Rolo Grande)		01 rolo
ARAME ZINCADO E ENCAPADO n°16(Utiliz. p/fi alambrados)		01 rolo
FITA VEDA ROSCA 1/2		01
LIXA D'AGUA GR.100		01
BÓIA P/CAIXA DE DESCARGA		01
CAIXAS DE LEITE LONGA VIDA (caixa retangular) **		220un.
GARRAFAS PET (Coca, Pepsi, Sukita, Fanta, etc.) **		240un.
** **Estes materiais serão arrecadados pela comunid assistida.**		

Bem da Vida, do Sr.**Hebert Lincoln Carvalho**
Vencedor do Concurso "Energizando a Poesia", realizado pela SIGA – RJ (Sociedade de Incentivo e Apoio ao Gerenciamento Ambiental), em parceria com a Eletrobrás – PROCEL Ministério da Cultura (Lei Rouanet) e Rede Futura de Televisão, em 1999.

BEM DA VIDA

A energia vem do vento, a energia vem da chuva
Vem do fogo, vem do sol...
A energia, bem da vida
Caminha pelo fio, viaja pelo espaço
Até o mais fusco e distante paiol
Até o mais sozinho dos quintais...
A energia vem de longe e atravessa os pantanais.

É dádiva que o homem lapidou
Que aquece nosso banho e conserva o alimento
É bálsamo que encanta o dia-a-dia
É luz que ameniza o sofrimento.

No rádio, na TV, nos momentos de alegria
Nas ruas, nas escolas e nas vilas...
Nos hospitais, nas mãos que levam à cura
Em cada átomo, em cada fibra
Onde tudo se transforma, onde tudo se recria.

A energia é a própria vida!
Um raio de esperança que nos alivia
O sonho de criança que a magia propicia
A lâmpada que se acende no barraco e na mansão
No Nordeste, Sul ou Sudeste, onde haja escuridão.

A energia se propaga pelos campos e cerrados
Ilumina os caminhos apagados
É algo que se gasta, se desgasta
E que um dia pode se acabar...
Só depende de nossa consciência
O quanto mais ela irá durar.

TRATAMENTO DE ÁGUA SEM PRODUTOS QUÍMICOS

Diante da simplicidade e utilidade do projeto para tratamento de água contaminada sem produtos químicos, que tomamos conhecimento através do Jornal da Band no dia 06/01/05, entramos em contato com a Profª.Dra. Dejanira de Franceschi de Angelis, pesquisadora da UNESP, afim de solicitar a sua permissão para anexar a matéria neste manual. Nossos agradecimentos à Dra. Dejanira e a todos os envolvidos no projeto.

A seguir a matéria:

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

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

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

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

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

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

Casa Familiar do Mar em Laguna – SC.

Creche Joana de Angelis – Tubarão – SC.

Centro Integrado João de Paula – Exército de Salvação – Joinville – SC.

COMBEMTU – Comissão do Bem Estar do Menor de Tubarão – SC.

Creche Chico Mendes - Florianópolis - SC.

ABECELESC de Tubarão - Celesc
30.11.2007

Paraná em Ação e Sema levam a oficina do aquecedor solar ao Exército em Cascavel. Foto:SERC

Alunos e Professoras do Colégio Henrique [illegible] em frente à sua residência