

AQUECEDOR SOLAR DE ÁGUA FEITO COM TUBOS DE PVC próprios para água potável e resistentes às intempéries

MANUAL DE CONSTRUÇÃO E INSTALAÇÃO

Versão 1.2 nov 2012



PROJETO EXPERIMENTAL
solução barata para aquecer água para banho

Nota: *Aquecedor Solar de Água com o coletor solar feito com tubos de PVC: Criação, pesquisa e desenvolvimento por Edison Urbano.*

Obs.: Esse projeto foi baseado na tecnologia do ASBC - Sigla que caracteriza o Aquecedor Solar de Baixo Custo, projeto originalmente elaborado pela equipe da ONG Sociedade do Sol que, para a confecção do seu coletor térmico solar, usa placas alveolares de PVC (normalmente usadas para construções de forros).

ÍNDICE

INTRODUÇÃO

Energia Elétrica - consumo sustentável. Formas simples para economizar energia elétrica.

Estudo do consumo de energia elétrica por um chuveiro elétrico.

Explicações gerais do projeto experimental do Aquecedor Solar de água feito com tubos de PVC próprios para água potável.

Aprendendo a dimensionar um Aquecedor Solar feito com tubos de PVC.

MONTAGEM do(s) COLETOR(es)

MONTAGEM do COLETOR feito com TUBOS de PVC.

Obs.: as medidas podem ser alteradas livremente dependendo da necessidade e do espaço disponível.

MONTAGEM do RESERVATÓRIO TÉRMICO

1º PASSO - ESCOLHA DO TIPO E TAMANHO DO RESERVATÓRIO.

2º PASSO - FAZER A FURAÇÃO PARA AS FLANGES (entradas e saídas d'águas).

3º PASSO - MONTAGEM DO REDUTOR DE TURBULÊNCIA.

4º PASSO - MONTAGEM DO PESCADOR.

5º PASSO - FAZER O ISOLAMENTO TÉRMICO.

INSTALAÇÃO

CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DESSE SISTEMA.

TUBULAÇÕES.

MISTURADOR DE ÁGUA QUENTE/FRIA.

CHUVEIRO CONTROLADO POR *DIMMER*.

INTRODUÇÃO

O consumo de energia elétrica no nosso país é muito alto, e para produzir essa energia toda é necessária a construção de usinas e redes de distribuição que geram um impacto enorme no meio ambiente.

As usinas hidrelétricas, vistas como “geradoras de energia limpa”, necessitam para a sua construção que uma vasta área seja alagada para formar as represas com grandes barreiras para gerarem altas pressões de águas que irão mover as imensas turbinas geradoras de energia elétrica.

As usinas termo-elétricas consomem os recursos naturais como carvão mineral, biomassas e derivados de petróleo, e produzem muita poluição, e as usinas nucleares, além de serem um risco enorme para o meio ambiente e para a população, geram um lixo radioativo (atômico) que precisa ser enterrado, danificando tudo a sua volta por sabe lá quantos 1000 anos.

As Usinas a Óleo Combustível usam enormes motores movidos a óleo Diesel ou Biodiesel, para fazerem funcionar os enormes geradores. A queima desses combustíveis poluem o meio ambiente.

Usinas Solares Fotovoltaicas custam muito caro e ocupam uma enorme área para serem construídas; e não funcionam à noite.

Usinas Termo Solares necessitam de uma enorme área para serem construídas e também não funcionam à noite.

As Usinas Eólicas necessitam de muito vento para ter um bom funcionamento; suas construções geram grande impacto sócio ambiental.

Usinas das Mares ou das Ondas são grandes equipamentos instalados no mar ou beira mar para aproveitar o movimento das marés ou das ondas para gerar energia elétrica.

Como não queremos perder o conforto que a energia elétrica nos traz, o melhor a fazer é economizarmos ao máximo para evitar que mais usinas, que danificam o meio ambiente, sejam construídas, sem contar que a economia de energia resulta em economia na conta, que nada mais é que economia do nosso dinheiro.

Veja a seguir algumas formas simples para economizar energia elétrica:

- Melhore (aproveitar) a iluminação natural dos ambientes. Para isso pode-se abrir as janelas durante o dia. Se possível troque janelas pequenas por grandes, telhas comuns por telhas translúcidas e pinte as paredes de cores claras, de preferência o branco.

- Troque as lâmpadas incandescentes por lâmpadas de baixo consumo.

Obs: A substituição das lâmpadas incandescentes por lâmpadas fluorescentes (lâmpadas frias) de boa qualidade podem gerar economia de até 65% e durar 10 vezes mais.

Importante: essas lâmpadas contêm mercúrio, substância tóxica nociva ao ser humano e ao meio ambiente; portanto, precisam ser manuseadas e descartadas de forma correta,

evitando a quebra e levando-as para um posto de reciclagem. As lâmpadas LEDs têm uma alta duração e baixo impacto ambiental, porém é uma tecnologia nova e ainda um pouco cara.

- Lembre-se de sempre desligar a(s) luz(es) quando o ambiente não estiver em uso.

- Elimine o consumo de ar-condicionado. Para isso use um ventilador, de preferência de teto, com a regulação para apenas circulação de ar sem necessidade de uma ventania. Pode-se eliminar também o consumo de ar-condicionado usando climatizadores evaporativos de ambiente. Esses climatizadores resfriam o ambiente por meio do sistema de aspersão de neblina. Essa técnica contribui para: diminuir a temperatura em até 12 graus, aumentar a umidade relativa do ar, eliminar gases e odores e suprimir a poeira em suspensão. Se não for possível eliminar o ar condicionado, o ideal é diminuir o consumo do equipamento. Para isso basta deixar a temperatura uns dois ou três graus acima do costume (por exemplo: se regulava o ar condicionado para 25°, agora regule para 27°; essa nova temperatura, com certeza ainda será bem agradável e a economia será enorme).

- No caso de aquecimento de um ambiente, diminua ou elimine a corrente de ar vinda de fora, feche portas e janelas, e coloque móveis ou plantas em locais que tenham corrente de ar. Durante o dia permita que entre bastante sol pelas janelas. Se usar aquecedor elétrico, prefira um que tenha circulador de ar, pois ele faz a sensação térmica subir rapidamente sem a necessidade de regular no nível máximo.

- Uma técnica que pode ajudar bastante no equilíbrio da temperatura de ambientes é o uso de vegetação, dentro e ao redor desses ambientes. Para locais sem laje ou forro, construir o telhado verde (cobertura vegetal sobre as telhas) e instalar placas de isolamento térmico sob as telhas também podem ajudar muito.

- Diminua o consumo da sua geladeira. Instale a geladeira longe de portas e janelas para evitar que ela tome sol e tenha que trabalhar mais para manter a temperatura interna. O mesmo pode acontecer se a geladeira ficar perto do fogão, lareira, aquecedor ou máquina que irradia calor. O hábito de abrir a geladeira e ficar pensando o que vai fazer também deve ser mudado; cada vez que a geladeira é aberta sai o ar frio e entra o ar quente do ambiente, por isso evite abri-la várias vezes. Nunca coloque peças de roupas para secar atrás da geladeira; isso também a forçará trabalhar mais.

- Evite usar o ferro de passar roupas. Procure adquirir roupas feitas com tecidos que não ficam amassados. Se estender corretamente as roupas no varal, elas não vão precisar ser passadas.

- Procure lavar as roupas de uma só vez. Assim vai economizar usando a máquina de lavar menos vezes.

- Não use secadora de roupas, use o SOL. Secar as roupas no sol é muito mais saudável porque o sol expulsa os ácaros das roupas.

- Alguns aparelhos têm uma função chamada *stand by*, que serve para mantê-los ligado em modo de espera. Apesar do equipamento consumir o mínimo de energia nessa condição, ainda estará consumindo. Se possível procure desligar totalmente os equipamentos que você pouco usa. O mesmo acontece com o monitor do computador quando está com o descanso de tela; se for deixar o computador ligado por um longo período sem usar o monitor, desligue-o.

- Recicle ou leve para reciclagem tudo que puder. Cada tonelada de papel reciclado economiza 35% de energia elétrica comparada com a produção de papel novo; uma tonelada de alumínio reciclado economiza até 90% de energia elétrica comparado com a produção de alumínio novo; assim todos os materiais também vão ter sua porcentagem de economia de energia elétrica comparado com a produção de materiais novos.

- Diminua o tempo do seu banho. **Obs.:** A classe residencial detém 24,8% do mercado de energia elétrica. Um chuveiro elétrico responde pela maior parcela de consumo de energia elétrica residencial, 25% a 35% do total gasto, e segundo estimativa do Procel (2005), calcula-se que o chuveiro consome de 6,2% a 8,7% do total de energia elétrica produzida no país.

Além dessas formas simples, podemos fazer uso de algumas tecnologias limpas para economizar ainda mais energia elétrica em nossas casas, como por exemplo a energia solar.

Como um dos grandes vilões do alto consumo de energia em uma residência é o chuveiro, vamos usar a energia solar para aquecer a água para o banho.

Veja a seguir um estudo do consumo de energia elétrica por um chuveiro elétrico:

Em média é utilizado um chuveiro de 4.000 a 8.000 W nas residências nacionais.

Uma pessoa que toma banho de dez minutos por dia, gasta 5 horas de banho por mês (média nacional). Isso significa que consome de 20 a 40 kwh por mês, dependendo da potência do chuveiro.

Veja a potência de seu chuveiro; some o número de pessoas de sua casa e calcule quantas horas seu chuveiro funciona por mês.

Exemplo:

chuveiro = 4.500 W => 4,5 kwh.

pessoas = 4 => 20 horas de banho por mês.

Consumo: 4,5 x 20 = 90 kwh por mês.

Em média esse valor representa de 30% a 50% do consumo de energia em uma residência.

Conclusão => consumo alto de energia elétrica.

Solução => Usar energia solar para aquecer a água para o banho.

Solução econômica => Construir um Aquecedor Solar com materiais disponíveis em lojas de materiais para construção.

Sistema tradicional de aquecimento de água no chuveiro residencial



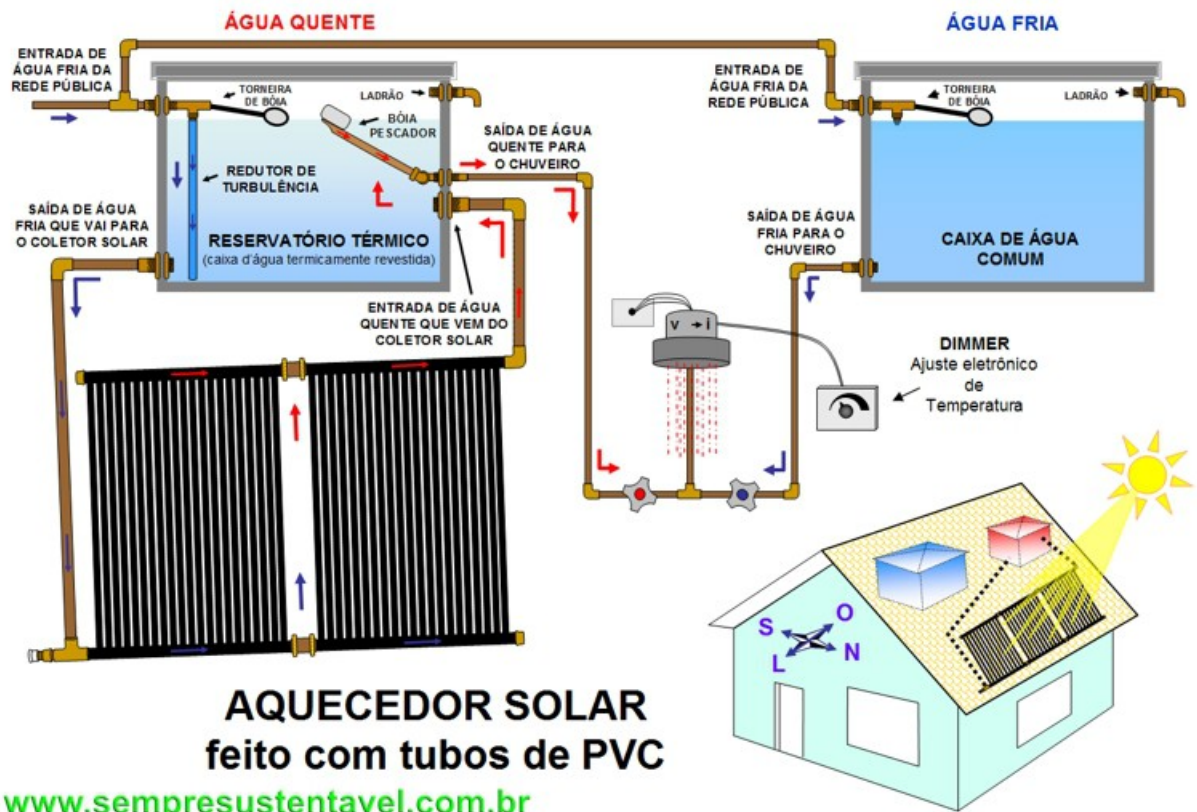
Explicações gerais do projeto experimental do Aquecedor Solar de água feito só com tubos de PVC próprios para água potável.

Esse Aquecedor solar de água é um sistema composto por coletores solares instalados sobre o telhado e ligados em uma caixa de água revestida com isolante térmico, que servirá para armazenar a água que foi aquecida nos coletores. Depois essa água (quente) será usada para o banho.

No box do banheiro vai ter um misturador de água quente/fria e um chuveiro com *dimmer* (ou chuveiro eletrônico) para servir de suporte térmico para os dias sem sol.

O sistema funciona por termo-sifão, ou seja: a água do fundo do reservatório (água mais fria) vai para os coletores que são instalados abaixo do nível inferior do reservatório; quando o sol bater nos coletores, vai aquecer a água que está dentro deles; a água quente vai ficar mais leve, e será empurrada de volta para o reservatório térmico pela água mais fria (mais pesada) que virá do fundo do reservatório para a base dos coletores. Essa circulação será natural e constante enquanto tiver sol.

Observe no desenho a seguir o esquema completo do circuito hidráulico de uma casa com esse Aquecedor Solar.



CIRCUITO DA ÁGUA QUENTE

- entrada de água fria no reservatório pelo tubo redutor de turbulência
- saída de água fria do reservatório para o coletor
- entrada de água fria no coletor
- saída de água aquecida no coletor
- entrada de água aquecida no reservatório
- saída de água quente do reservatório pelo pescador
- registro para dosar o volume de água quente no chuveiro
- dimmer para controlar a energia elétrica para o chuveiro, caso a água vinda do reservatório térmico esteja fria
- ladrão (segurança contra transbordamento)

CIRCUITO DA ÁGUA FRIA

- entrada de água (água fria da rua)
- torneira de bóia para limitar o nível máximo de água no reservatório térmico e na caixa d'água
- saída de água fria da caixa d'água para o chuveiro
- registro para dosar o volume de água fria no chuveiro
- ladrão (segurança contra transbordamento)

Aprendendo a dimensionar um Aquecedor Solar feito com tubos de PVC.

Quando uma pessoa vai tomar seu banho, ela consome (além dos produtos de limpeza) dois produtos importantes de uma só vez, que são: a energia elétrica e a água.

Para dimensionar o Aquecedor Solar, o dado mais importante é saber **quanto as pessoas da casa consomem de água para os banhos**. Para isso é preciso saber qual é a vazão de água no chuveiro e quanto tempo as pessoas demoram no banho.

Obs.: A água é medida em m^3 (metro cúbico)



Por exemplo: a vazão de água média de um chuveiro comum é de 3,5 litros por minuto, e o tempo médio de um banho é de 10 minutos; então um banho de 10 minutos vai consumir ($10 \times 3,5 = 35$) 35 litros de água. Isso quer dizer que, para cada pessoa será necessário 35 litros de água quente para o banho; então, teoricamente um Aquecedor Solar de 35 litros seria o suficiente, mas temos que fazer esse cálculo com uma boa sobra porque nem todos os dias tem 100% de sol, nem toda a água do reservatório térmico fica totalmente e igualmente quente, e nem todos tomam banho em 10 minutos; então vamos arredondar esse número para 50 litros por pessoa. (**Obs.:** em regiões mais quentes esse valor pode ser 40 litros por pessoa). Assim, uma família de 4 pessoas vai consumir ($50 \times 4 = 200$) 200 litros de água quente por dia, ou seja, um Aquecedor Solar com um reservatório de 200 litros é o ideal para essa família.

Esse valor de **50 litros por pessoa** é o número padrão que normalmente é usado para dimensionar o reservatório térmico desse modelo de Aquecedor Solar.

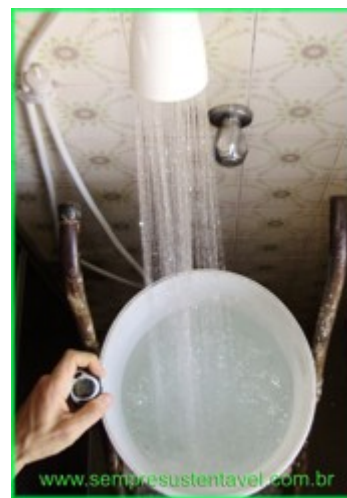
Caso queira ser mais preciso, primeiro calcule a vazão do seu chuveiro.

Para isso coloque um balde debaixo do chuveiro, abra o registro e marque um minuto, fechando imediatamente o registro após esse um minuto.

Depois meça o volume de água que juntou dentro do balde. Esse valor será a vazão do seu chuveiro por minuto.

Obs.: se esse valor estiver acima de 5 (cinco) litros por minuto, solicito que veja a nossa CAMPANHA para reduzir a vazão de água do seu chuveiro ou ducha e economizar rios de água potável. Para isso, instale um redutor de vazão entre o chuveiro ou ducha e a conexão da parede. É simples, é rápido, é barato e é eficiente. Saiba mais em:

www.sempresustentavel.com.br/campanhas/reguleavazao.htm



Depois marque o tempo que cada pessoa da casa demora no banho; some os tempos, multiplique pela vazão e terá a quantidade de litros de água que a família consome nos banhos por dia. Esse será o valor mínimo para o reservatório térmico do seu Aquecedor Solar, mas como nem todos os dias tem 100% de sol, sempre é aconselhável escolher um reservatório com pelo menos 20% a mais que o valor mínimo. Por exemplo, se a família consome 300 litros por dia, mais 20% serão 360 litros. Como no mercado normalmente temos caixa de 310 ou 500 litros, você vai ter que escolher entre ter um reservatório com um volume muito justo (310 litros) ou ter um reservatório com uma grande folga (500 litros). Como sugestão o ideal é escolher com grande folga; assim a variação de temperatura durante o banho será muito menor (isso porque a água dentro do reservatório não tem uma temperatura uniforme, de cima até embaixo).

Uma vez escolhido o tamanho do reservatório térmico, é necessário calcular a área em m^2 (metro quadrado) do(s) coletor(es) solar(es). Para esse cálculo a indústria adotou que, para cada 100 litros é necessário um coletor de $1m^2$ em regiões com boa insolação e temperaturas amenas (um bom centro de referência é a cidade de Belo Horizonte - MG). Se for uma região mais fria e pouco sol (como é o caso de São Paulo - SP) usa-se um coletor de $1m^2$ para cada 80 litros, e se for muito fria (como o sul do país) usar um coletor de $1m^2$ para cada 60 litros. Como sugestão, é sempre aconselhável perguntar para pessoas próximas à sua região, que tenham um sistema já instalado, como está a eficiência desse sistema de Aquecimento Solar; essa é a informação mais valiosa para dimensionar a área de coletor ideal para seu Aquecedor Solar. É importante saber que aumentar o número de coletores não vai significar que vai aquecer mais a água, e sim que **vai aquecer mais rápido** a água, aproveitando melhor cada rajada de sol, fazendo com que tenha mais água aquecida dentro do reservatório térmico em menor tempo. Isso será muito bom se tiverem banhos durante o dia, dando tempo para aquecer a água para os banhos da noite.

A seguir como construir um coletor (aberto - sem cobertura de vidro) com tubos de PVC e com área aproximada de 0,9 m² (por ser um tamanho que melhor aproveita os cortes dos tubos que normalmente são vendidos em barras de 6 ou 3m). Outro ponto favorável e que vai facilitar muito nossos cálculos é que nesse tipo de Aquecedor Solar, indicado exclusivamente para banho, a temperatura desejada não precisa ser muito alta como é o caso do equipamento industrializado; então use cada coletor (desse manual) como se tivesse 1m², ou seja:

para regiões quentes	=>	1 coletor para cada 100 litros
para regiões com baixa insolação	=>	1 coletor para cada 80 litros
para regiões frias	=>	1 coletor para cada 60 litros

IMPORTANTE: Sempre lembrar que esse tipo de coletor pode ser construído do tamanho que for necessário (apenas mudando o comprimento dos tubos para se adequar ao tamanho disponível em seu telhado ou cobertura), facilitando muito a sua instalação.

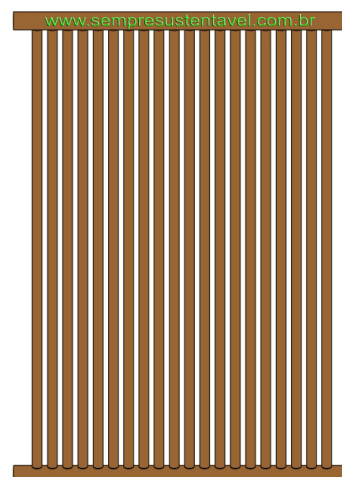
MONTAGEM do COLETOR feito com TUBOS de PVC

O desenho a seguir ilustra o **Coletor Solar** que vamos construir com esse Manual. Esse coletor terá uma área aproximada de captação solar = 0,9 m² e será construído **com tubos de PVC soldáveis marrom** (linha água fria).

Lista de materiais:

2 Barras (superior e inferior) com tubo de 32mm por 67cm de comprimento cada.

20 Barras de interligações com tubo de 20mm por 144cm de comprimento cada.



Passo-a-passo para a montagem do coletor solar feito com TUBOS de PVC:

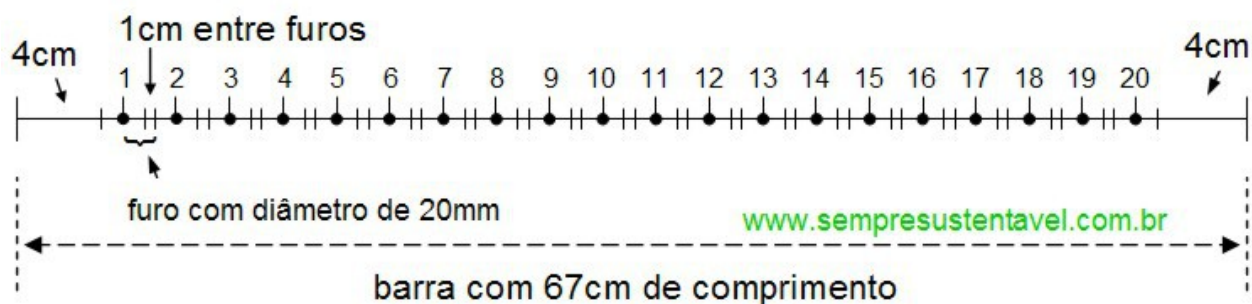
PREPARAÇÃO DO TUBOS de 32mm (marrom) superior e inferior, para a montagem do coletor solar:

1º) marcar com um lápis uma linha reta sobre o tubo (use uma régua como guia).



2º) marcar com lápis sobre essa linha os pontos que deverão ser furados. Veja no desenho a seguir os pontos com as bolinhas pretas.

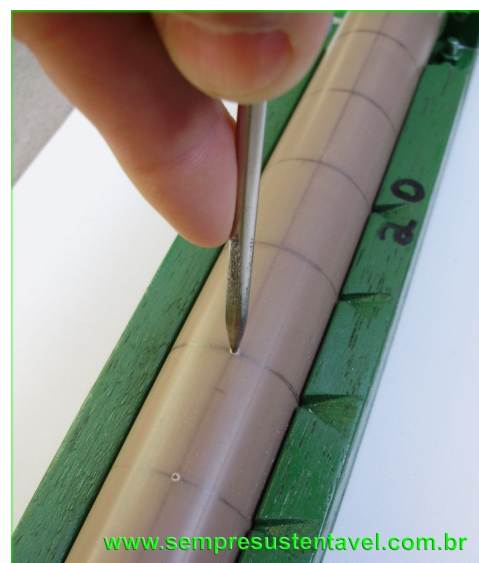
Medidas das furações dos tubos superior e inferior



Obs.: essas medidas podem ser alteradas livremente dependendo da necessidade e do espaço disponível no telhado.

3º) usar um ponteiro de metal tipo a ponta de um prego ou uma chave de fenda amolada formando uma ponta agulha para cravar uma marca no tubo sobre os pontos que vão ser furados. Isso é importante para não deixar a broca deslizar sobre o tubo na hora de fazer o furo (4º passo).

Veja na foto ao lado =>



4º) usar uma broca de +/- uns 5mm para fazer o furo que servirá de guia para o 5º passo.

Dica: Antes de fazer o furo, enfie no tubo uma peça de metal tipo uma serrinha de ferro para evitar que a broca atinja o outro lado do tubo.

5º) usar uma serra copo de 20mm para fazer os buracos conforme foto ao lado =>



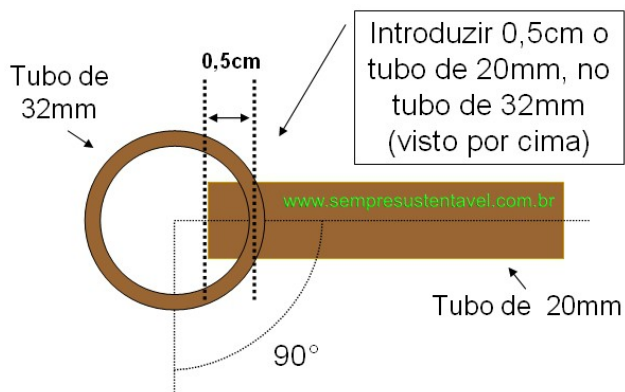
ALERTA! Quando for trabalhar com furadeira tome alguns cuidados importantes:

- se estiver com blusa com mangas compridas suspenda-as, dobrando os punhos da manga, ou se tiver com blusa ou blusão aberto, feche ou tire-o;
- se tiver cabelos compridos prenda-os e amarre-os para trás, ou use uma touca para prendê-los.

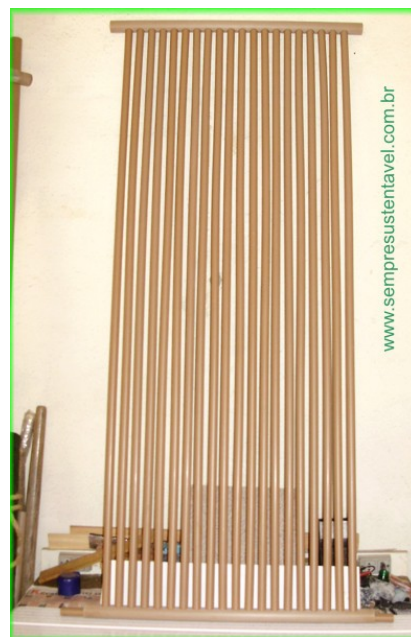
MONTAGEM DO COLETOR

1º PASSO - lixe e limpe com álcool todos os tubos, e nas áreas onde vão ser coladas use solução limpadora (ou preparadora) para tubos e conexões soldáveis de PVC rígido.

IMPORTANTE: cada tubinho deve entrar nos tubos superior e inferior +/- 0,5cm (meio centímetro).



Para facilitar a colagem, trabalhe sobre uma mesa encostada na parede e monte o coletor na vertical, também encostado na parede, conforme foto ao lado =>



Use um tubo de 20mm enfiado no tubo de 32mm (inferior) e encaixe todos os tubinhos de 20mm nos seus buracos.

Veja a foto ao lado =>

Na ponta superior (encostada na parede) encaixe todos os tubinhos nos furos do tubo superior de 32mm.

Obs.: Nessa fase não é necessário colocar um tubo de 20mm dentro desse tubo superior (de 32mm).

Após encaixar tudo certifique-se que todos os tubinhos estão encostando no tubo de 20mm enfiado no **tubo inferior**.



Ajuste o esquadro do coletor.

Dica: Para deixar no esquadro use uma régua esquadro ou piso grande encostado no coletor. Veja na foto ao lado =>



2º PASSO - fazer a colagem dos tubinhos nos tubos de 32mm.

A melhor cola para fazer essa união é a PLEXUS 310. Essa é uma cola bi-componente de secagem rápida e alta resistência. Ela só é vendida pela MaxEpoxi www.maxepoxi.com.br. Eles enviam a cola via transportadora para todo o Brasil.

Caso não consiga essa cola, você pode usar a Araldite 24horas ou Resina Isofitalica misturada com pó mineral (pó de vidro, pó de mármore, talco feito com pó mineral, etc.).

Para usar a Plexus 310, primeiro prepare alguns sacos plásticos desses que vem alimentos (farinha, feijão, etc.). Lave bem, e depois de secar faça um pequeno furinho em uma ponta, veja foto ao lado =>



Depois, usando luva de látex e mascara, coloque a mesma quantidade de cada componente sobre uma madeirinha com um palito para cada componente.

IMPORTANTE - nunca use o mesmo palito para retirar os componentes dos potes, ou seja, use um palito para cada pote.



Depois, com um terceiro palito, misture bem os dois componentes, mas não demore, todo o processo daqui pra frente deve ser rápido para não perder a cola, pois ela começa a secar em menos de quinze minutos, não tendo mais condições de aproveitá-la.



Depois pegue a cola misturada com o palito e introduza no saco plástico bem próximo do furinho. Use a outra mão para apertar o saquinho contra o palito enquanto puxa o palito e deixa a cola no fundo do saquinho. Veja fotos abaixo.



=>



Por último aplique a cola apertando o saquinho, e, ao mesmo tempo esfregando a cola sobre as uniões dos tubos. Evite criar bolhas de ar durante esse processo.

Veja foto ao lado =>



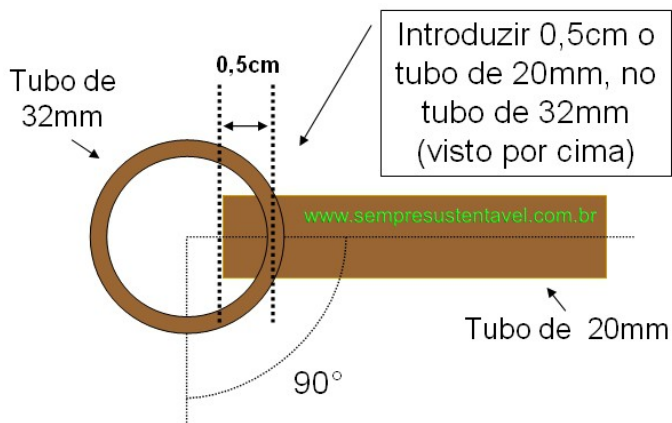
IMPORTANTE: essa colagem é o ponto mais crítico da montagem. É importante que esfregue bem a cola sobre o PVC para que não fique pontos falhos. E é importante também que faça esse trabalho sem demora, pois a cola seca muito rápido e quando ela começa a secar (começa a ficar fibrosa), não presta mais.

Depois que terminar de colar todo um lado, aguarde uma meia hora, vire o coletor para colar o outro lado. Procure unir bem a colagem desse lado com a do outro lado para evitar vazamentos. Espere mais meia hora para colar o outro tubo de 32mm na outra ponta do coletor.

Se você tiver certeza que todos os tubinhos de 20mm foram cortados exatamente do mesmo tamanho, repita as mesmas operações feitas na primeira colagem, ou seja, use um

tubo de 20mm enfiado no tubo de 32mm e pressione os tubinhos para encaixá-los bem e poder fazer a colagem exatamente como foi feita anteriormente.

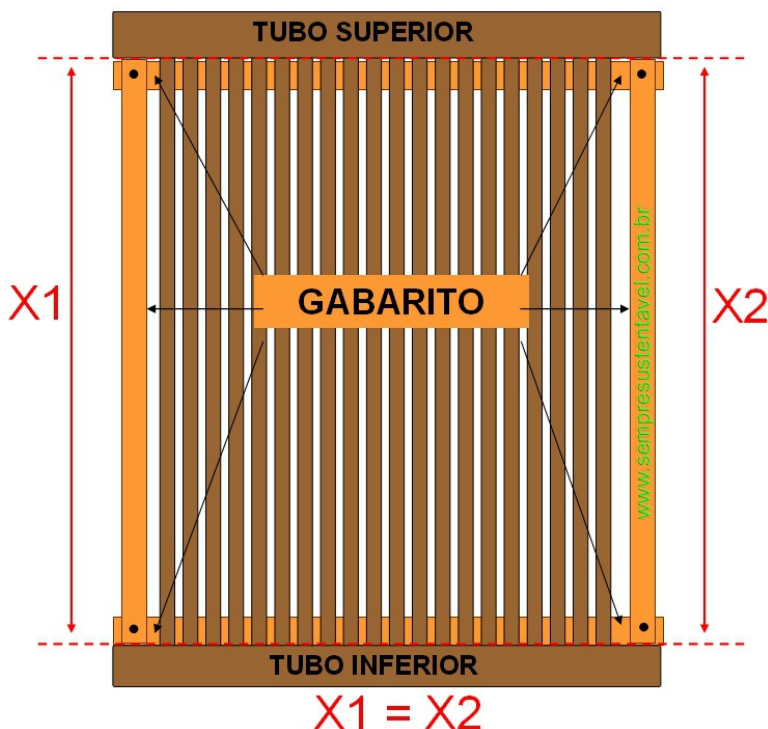
Caso não tenha essa certeza procure deixar +/- 0,5cm do tubinho de 20mm para dentro do tubo de 32mm conforme desenho ao lado =>



IMPORTANTE: é importante deixar os dois lados do coletor com a mesma medida (comprimento), $X1 = X2$. Essa medida deve ser a mesma para todos os coletores que fizer. Isso será fundamental para fazer as uniões entre coletores (em paralelo - ver 6º PASSO).

Se desejar, faça um gabarito (com ripas de madeira, ferro, tubos, etc.) para servir de guia para fazer a colagem dos tubinhos nos tubos superiores.

Veja exemplo ao lado =>



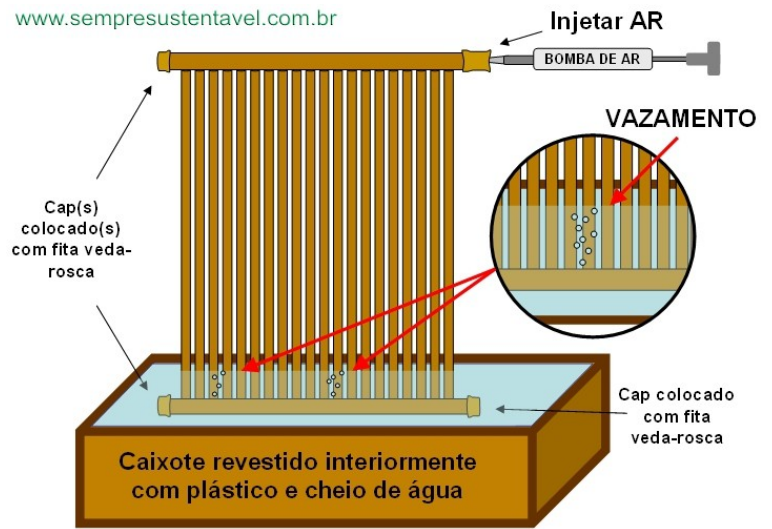
3º PASSO - faça o teste para ver se têm vazamentos.

Para fazer esse teste, existem duas possibilidades, que são:

1ª possibilidade - mergulhar as pontas coladas do coletor em um tanque com água e injetar ar no coletor.

Para fazer esse teste, tampe três pontas do coletor com caps, mas sem colar, apenas use fita veda-rosca para colocar os caps, e na quarta ponta, encaixe uma bomba de AR (tipo de encher pneu de bicicleta ou colchões infláveis).

Depois mergulhe um lado do coletor dentro do tanque com água e faça pressão com a bomba para ver se saem bolhinhas de AR (como o borracheiro faz para ver se têm furos na câmara de ar do pneu). Veja figura ao lado. Se sair as bolhinhas, é sinal que existe vazamento. Marque o ponto para fazer o reparo depois.



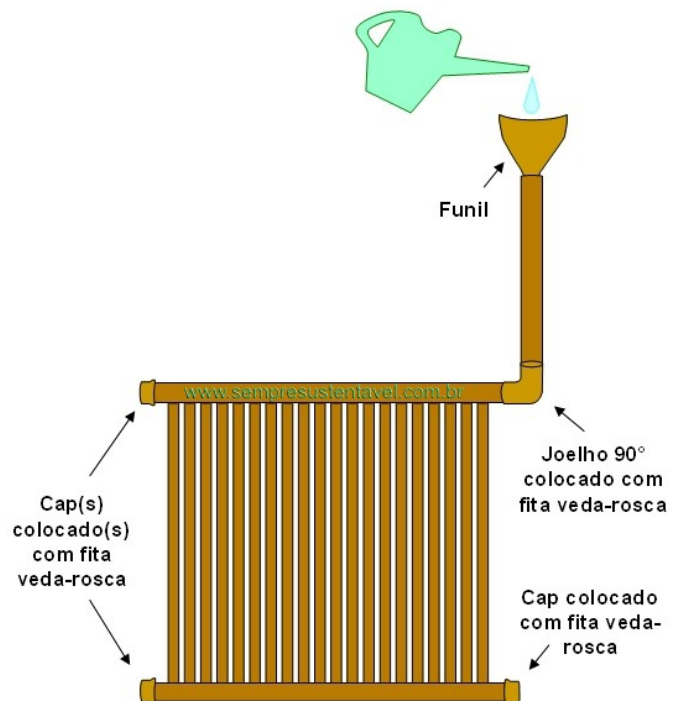
Veja na figura a seguir, uma sugestão de como construir um tanque para esse tipo de teste. Mas, só construa esse tanque se pretende fazer muitos coletores, caso contrário é melhor improvisar um tanque como piscininha de criança ou plástico comprido (tipo lona de caminhão) com água, uma caixa de água, etc.



2ª possibilidade - encher o coletor com água para observar se têm vazamentos.

Para isso, tampe três pontas do coletor com caps, mas sem colar, apenas use fita veda-rosca para colocar os caps. Depois, na quarta ponta, coloque um joelho de 90°, também usando fita veda-rosca, e encaixe um pedaço de tubo de pelo menos 1m (se tiver como fazer com dois ou três metros é ainda melhor). Depois, com auxílio de um funil, encha o coletor e o tubo encaixado com água e observe se existe algum vazamento. Veja exemplo na figura ao lado.

Deixe por mais de uma hora para ter certeza que não existem vazamentos. Caso tenha algum vazamento, marque o ponto para depois fazer o reparo.



Para fazer o(s) reparo(s), raspe bem o ponto e toda a sua volta, lixe, limpe e depois coloque a cola para selar o furo. Repita o teste de vazamento até ter certeza de que não há mais nenhum vazamento.

4º PASSO - isolar as pontas dos tubos de 32mm com fita crepe, e pintar o coletor com tinta "Esmalte Sintético Preto Fosco (madeira e metais)" ou tinta preto fosco automotiva.



5º PASSO - fazer uma placa (preta ou pintada de preto) de um material resistente ao tempo (sol, chuva, etc.) de 140 x 62 cm.

Dica: essa placa pode ser de alumínio ou zinco pintada de preto fosco, madeira pintada com tinta látex (preto), qualquer plástico rígido e plano com proteção aos raios UV (preto ou pintado de preto), placas feitas com embalagens de Tetra Pak (ver detalhes a seguir), etc.

Como sugestão, indico usar embalagens de Tetra Pak abertas, lavadas e unidas até o tamanho indicado.

Obs.: Para saber a técnica de como unir as embalagens usando papel sulfite e o ferro de passar roupas, veja no site em:

www.sempresustentavel.com.br/solar/refletsol/refletsol.htm

Aconselho a fazer essa placa com 145cm de comprimento. Isso será bom para fazer uma dobra de 5cm na parte superior dessa placa, reforçando-a na hora de prender essa placa embaixo do coletor.



Depois, pintar essa placa com a mesma tinta que pintou o coletor.

Para melhorar a conservação dessa placa, pinte os dois lados, sendo que na parte posterior será necessário apenas uma mão de tinta. Já na parte de cima (com o alumínio) é recomendado dar duas mãos de tinta.



Depois amarre essa placa embaixo do coletor com fitas ou tiras de PET, ou pode usar algum outro material como fios de cobre (fios de força) ou arame galvanizado. Note que a placa será amarrada iniciando desde a parte superior do coletor, inclusive embaixo do tubo superior.

Veja detalhes na foto ao lado =>



Obs.: Para saber como fazer um filetador manual bem simples de garrafas PET, veja no site em: www.sempresustentavel.com.br/outrosprojetos/filetador/filetador.htm

Para amarrar a placa atrás do coletor com os fios de PET, faça primeiro um pequeno corte bem abaixo de onde vai ficar um tubo. Depois passe o fio de PET por esse corte, lince o tubo e retorne pelo mesmo corte. Faça isso de lado a lado e amarrando nas pontas. Veja fotos a seguir:



IMPORTANTE: deixe um espaço livre na parte de baixo do coletor. Isso é importante para não acumular sujeira entre os tubos.





Coletor pronto - visto de frente



Coletor pronto - visto de trás

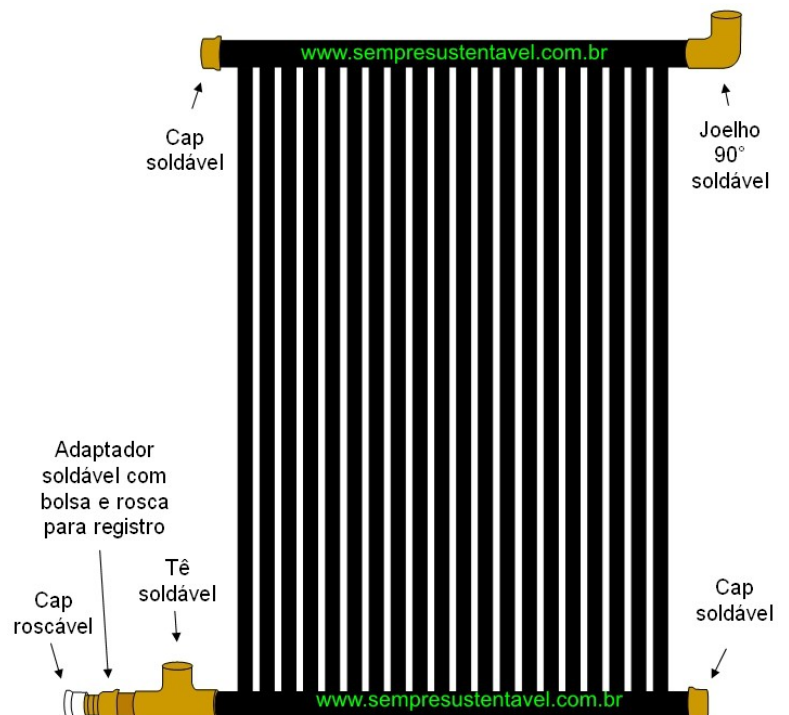
Obs.: depois que o coletor estiver preso sobre o telhado, esse conjunto não tem como se soltar.

6º PASSO - montagem final do(s) coletor(es).

Veja na figura ao lado a montagem completa usando apenas um coletor.

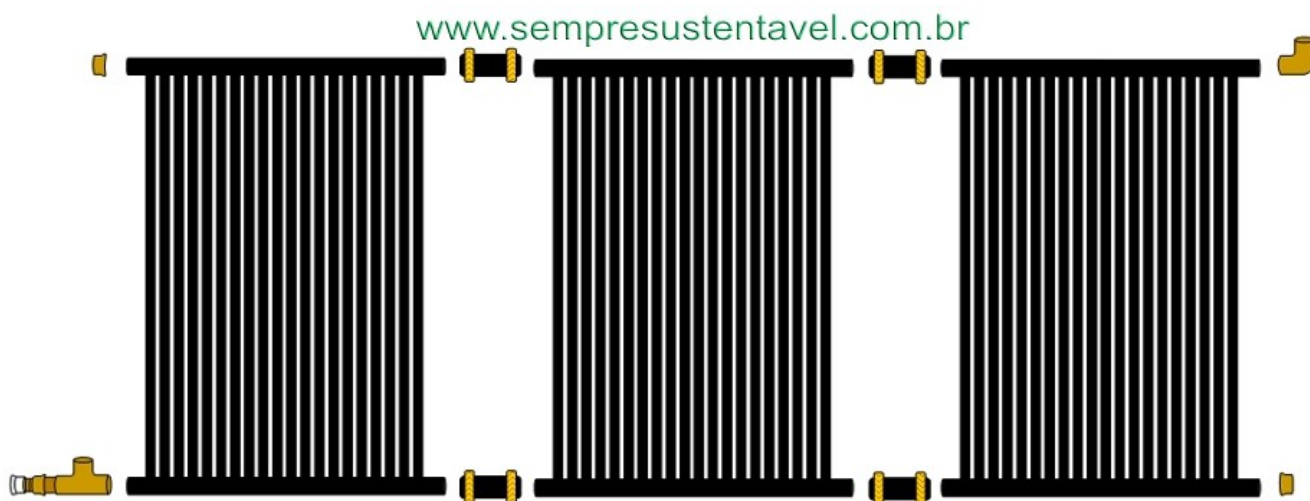
Lista de materiais:

- 2 Caps soldáveis de 32mm
- 1 Joelho soldável de 90° de 32mm
- 1 Tê soldável de 32mm
- 1 Adaptador soldável com bolsa e rosca para registro de 32mm x 1"
- 1 Cap roscável 1"
- 1 Coletor.



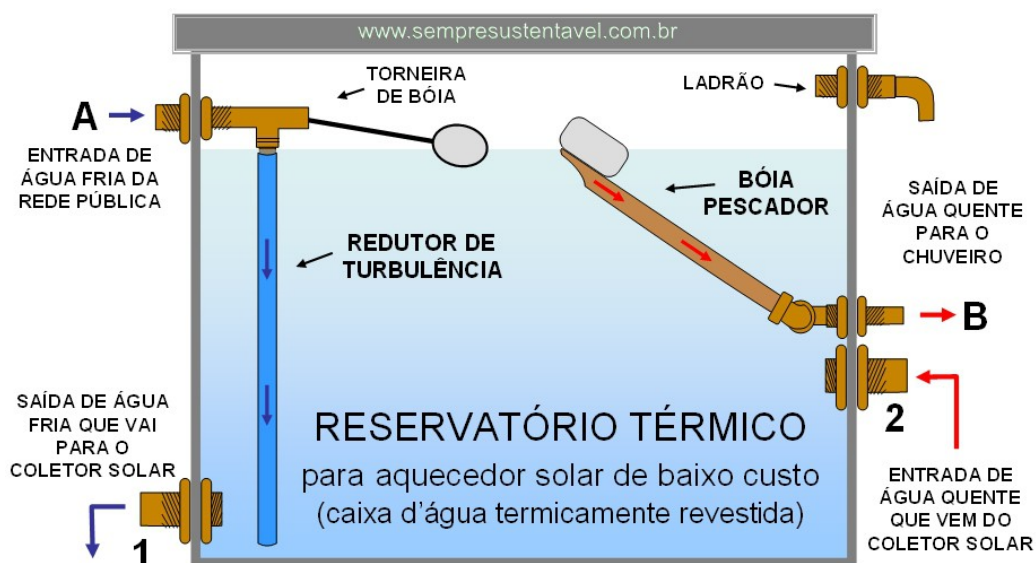
Veja no desenho a seguir, um exemplo de montagem com coletores em paralelo. Para unir os coletores pode-se usar luvas soldáveis, mas uma vez coladas não poderá mais mexer nos coletores caso tenha que fazer alguma manutenção. Para evitar fazer as uniões com luvas soldáveis, use luvas de correr, ou união soldável, ou mangotes (com proteção aos raios UV) com abraçadeiras de aço inox para não enferrujarem. Apesar de sair bem mais

caro, você terá maior mobilidade para lidar com os coletores. Isso será muito bom se os coletores forem maiores que 1,5m de comprimento ou unir mais que três coletores.



MONTAGEM do RESERVATÓRIO TÉRMICO

No interior do reservatório, a água fria sempre ficará no fundo por ser mais pesada que a água quente. Baseado nessa lei da física é que foi criado o reservatório térmico (de baixo custo) desse Aquecedor Solar de água.



O reservatório é alimentado pela água da rede pública **A** (água fria) por uma torneira de bóia. Essa água é direcionada para o fundo do reservatório por um tubo (redutor de turbulência) encaixado na torneira de bóia. Esse tubo, além de direcionar a água fria direto para o fundo do reservatório, tem a função de evitar turbulências, misturando momentaneamente as camadas de água quente e fria.

Pela conexão **1** a água (fria) sai do reservatório para os coletores, e depois de aquecida nesses coletores pela irradiação solar, retorna para o reservatório pela conexão **2**, para ser armazenada "quente" e ficar disponível para consumo pela conexão **B** através de uma bóia pescador, cuja função é captar a camada superior de água de dentro do reservatório (mais quente).

1º PASSO - ESCOLHA DO TIPO E TAMANHO DO RESERVATÓRIO

A escolha do reservatório depende do volume de água que deseja armazenar, além do espaço disponível (normalmente dentro do telhado) para instalar o reservatório e dos

recursos financeiros disponíveis. Como base de cálculo use o seguinte exemplo: uma caixa de 200 litros mantém um volume utilizável de 160 litros d'água, que corresponde a +/- 45 minutos de banho com vazão de 3,5 litros/minuto. Deve-se levar em consideração que, conforme a água vai sendo consumida, o volume dentro do reservatório é reabastecido com água fria. Se o reservatório for muito pequeno o tempo do banho deve ser reduzido. Também se podem calcular horários (diurnos) diferentes para os banhos, permitindo que os coletores tenham tempo suficiente para reaquecer a água dentro do reservatório para o próximo banho.

OS TIPOS DE RESERVATÓRIOS (caixas d'água) mais comuns, disponíveis no mercado são:

- de FIBER-GLASS (vários volumes disponíveis).
- de POLIETILENO OU DE PEAD (Polietileno de alta densidade) (vários volumes disponíveis), leve, resistente, longa duração, não tóxica, fácil manuseio, boa vedação (excelente contra a Dengue).
- de AÇO INOX (vários volumes disponíveis), leve, tem longa vida útil, não trinca, não descasca e dispensa pintura.

2º PASSO - FAZER A FURAÇÃO PARA AS FLANGES (entradas e saídas de águas)

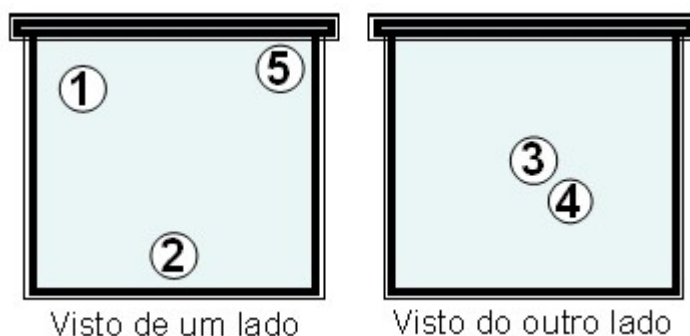
Fazer os furos usando uma furadeira (MAS NUNCA NA POSIÇÃO DE IMPACTO) com serra tipo copo. Caso não tenha a serra copo, desenhe uma circunferência com o diâmetro exato do furo que deverá fazer e use uma broca para fazer vários furos, um ao lado do outro e dentro da circunferência e depois unir os pontos para retirar o miolo. Com uma lima ou lixa grossa faça o acabamento arredondando o interior da circunferência. Procure medir o diâmetro exato de cada furo, deixando o mínimo de folga suficiente para encaixar as flanges.

Veja exemplo na figura ao lado
=>



IMPORTANTE: para o caso das caixas de inox, é indispensável o uso de óculos de proteção.

Veja no desenho ao lado onde devem ser feitos os furos e a seguir a descrição de cada furo:



FURO 1 - Entrada de água fria (água da rua). Fazer esse furo em um dos lados da caixa no alto. Tome muito cuidado para evitar que as bóias batam na tampa da caixa quando essa estiver cheia. Esse furo deve ser feito de acordo com o diâmetro da flange da torneira de bóia.

FURO 2 - Saída de água para os coletores. Fazer esse furo o mais baixo possível, de preferência do mesmo lado da caixa onde está a entrada de água fria (torneira de bóia - furo 1).

FURO 3 - Saída de água para consumo. Faça esse furo +/- no meio da caixa. Se a caixa for menor que 300 litros, faça esse furo entre o meio e o fundo da caixa.

FURO 4 - Entrada (retorno) de água dos coletores. Fazer esse furo próximo do meio da caixa e do lado oposto ao FURO 2.

Dica: se a caixa for pequena (menor que 500 litros), faça esse furo um pouco abaixo do meio da caixa. Se for uma caixa grande (maior que 500 litros), faça esse furo um pouco acima do meio da caixa.

FURO 5 - Para o ladrão. Faça esse furo o mais alto possível, mas tome cuidado para não impedir o correto fechamento da caixa com a tampa.

3º PASSO - MONTAGEM DO REDUTOR DE TURBULÊNCIA

A necessidade de se usar o Redutor de turbulência é evitar que a água fria (camada inferior de água dentro do reservatório) se misture com a água quente (camada superior). Isso porque quando estiver consumindo a água (tomando o banho) a torneira de bóia vai abrir liberando a entrada de água fria no reservatório, e o redutor de turbulência vai direcionar a água fria direto para o fundo do reservatório.

Dependendo do modelo da torneira de bóia, poderá escolher como instalar o tubo redutor de turbulência. Veja nas fotos a seguir dois modelos de torneira de bóia e as opções para instalar o tubo redutor de turbulência.

1º modelo - para esse tipo de torneira de bóia, a melhor opção é instalar o tubo redutor de turbulência diretamente na saída de água, que já tem o encaixe próprio para mangueira de 1/2".



2º modelo - para esse tipo de torneira de bóia, a melhor opção é instalar o tubo redutor de turbulência (tubo de 75mm branco) preso com fios de força (fios de cobre) na própria torneira. Para isso, faça um corte no tubo de 75mm conforme as fotos ao lado. Esse corte servirá para deixar livre o movimento de subir e descer da haste da torneira de bóia. Depois faça alguns furos próximos da ponta do tubo de 75mm para passar os fios de cobre, para prendê-lo (amarrar) na torneira de bóia.

IMPORTANTE: instale primeiro a flange no reservatório, depois a torneira de bóia e por último o tubo redutor de turbulência.

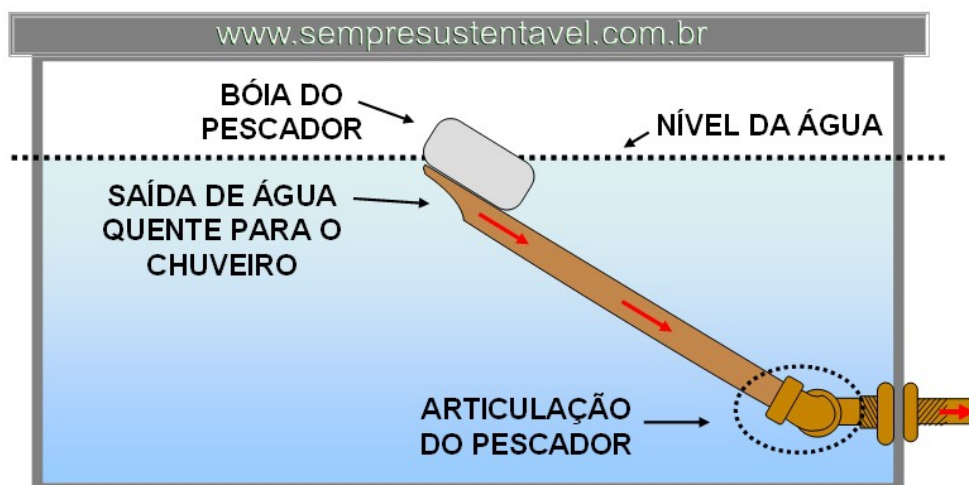


4º PASSO - MONTAGEM DO PESCADOR

A necessidade de usar o Pescador é garantir que a água que vai sair para o consumo seja sempre a da camada superior do volume de água de dentro do reservatório, a qualquer momento, mais cheio ou menos cheio. Isso porque, quando se está consumindo a água (tomando o banho) a vazão desse consumo pode ser maior do que o reabastecimento pela torneira de bóia (entrada de água fria), baixando assim o nível da água dentro do reservatório, e como a água mais quente fica sempre na camada superior do volume total da água, esse mecanismo garante que a água que estiver saindo para o consumo seja sempre a porção mais quente de dentro do reservatório.

Para construir um pescador como é mostrado nas fotos a seguir, você vai precisar de um Nipel roscável, um Joelho 90° roscável, um Adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro, um Joelho 90° soldável, um pedaço de Tubo e uma Bóia (que pode ser feita com um pedaço de tubo e dois Caps. Ver detalhes a seguir). Todos apenas encaixados e rosqueados; não use cola.

Obs.: as conexões podem ser de 1/2" e 20mm, de 3/4" e 25mm, ou de 1" e 32mm. A escolha vai depender da necessidade do volume de vazão.



IMPORTANTE: na união do Joelho 90° roscável com o Adaptador soldável curto com bolsa e rosca para registro, tome o cuidado de não apertar essa união, pois ela tem que ficar bem livre (frouxa). Isso é importante para o bom funcionamento desse tipo de pescador.

Veja na foto ao lado o detalhe da articulação desse tipo de pescador =>



A seguir como fazer a ponta da Bóia pescador usando apenas peças de PVC.

Primeiro calcule o comprimento que deverá ficar o pescador. Para isso coloque as peças da articulação no lugar e calcule o comprimento do tubo medindo desde o joelho 90° soldável até +/- o meio do reservatório.

Depois corte uma das pontas desse tubo em +/- 45°.

Veja na foto ao lado como deve ficar a ponta desse tubo =>



Depois corte um outro pedaço de tubo com +/- 1/3 do tamanho do comprimento do tubo do pescador, e corte o anel em relevo de dois caps. Depois cole os caps no tubinho e faça um pequeno sulco usando uma lima meia cana nos dois caps, exatamente um de frente ao outro, deixando-os como mostra a figura ao lado.



Depois cole o tubinho com os caps na ponta superior do tubo do pescador. Use os dois sulcos para encaixar e colar essa bóia no tubo do pescador.

Veja na foto ao lado como deve ficar a ponta do pescador =>



5º PASSO - FAZER O ISOLAMENTO TÉRMICO - Isso fará com que a água do reservatório permaneça aquecida por mais tempo.

Nas caixas de água como de polietileno, PEAD, fiber-glass, aço inox, etc. esse revestimento deverá ser externo.

O material para o revestimento poderá ser isopor, manta de poliéster, manta acrílica, manta de polietileno expandido (foto ao lado), base de forração para carpetes, plástico bolha, etc. O importante é que faça um bom revestimento. Quanto mais grosso for o revestimento, melhor será a eficiência do reservatório térmico.



IMPORTANTE: Se a caixa ficar exposta ao tempo, será necessário proteger o revestimento com uma cobertura com proteção contra os raios UV (ultravioleta). Essa cobertura pode ser de plástico, lona (foto ao lado), manta polietileno expandido com cobertura em alumínio, etc., mas sempre com proteção contra os raios UV.



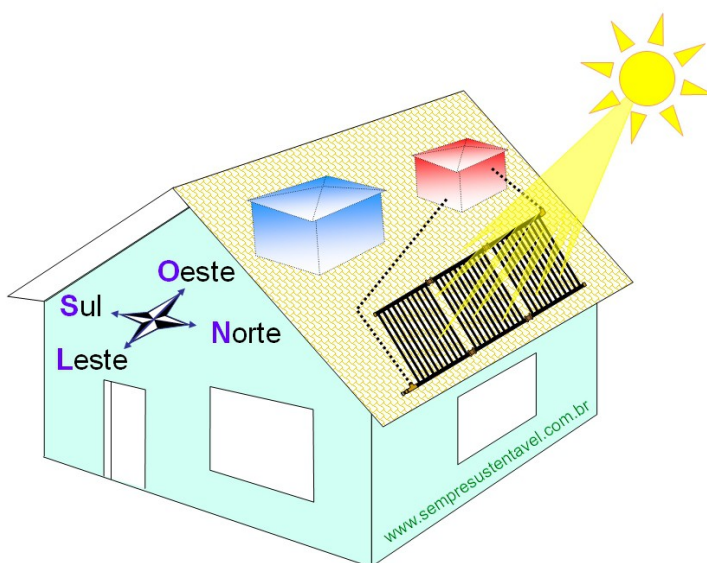
Obs.: reservatório revestido com lona de banner exposto as intempéries por mais de três anos.

INSTALAÇÃO

CONDIÇÕES NECESSÁRIAS PARA O PERFEITO FUNCIONAMENTO DESSE SISTEMA:

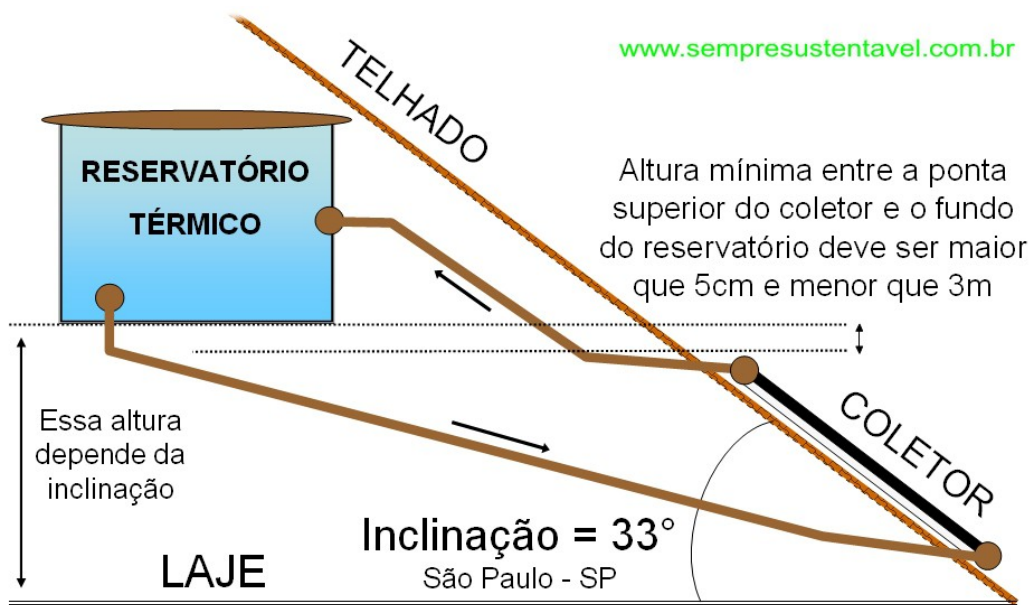
Os coletores devem ficar fora do telhado, expostos ao Sol e voltados (o máximo que puder) para o lado Norte. Assim receberá mais luz solar (direta) no inverno.

Para localizar o Norte use uma bússola. O lado que a agulha apontar é o Norte magnético. Outra maneira é ficar com o ombro direito voltado para o lado que o Sol nasce (Leste), a sua frente será o Norte.

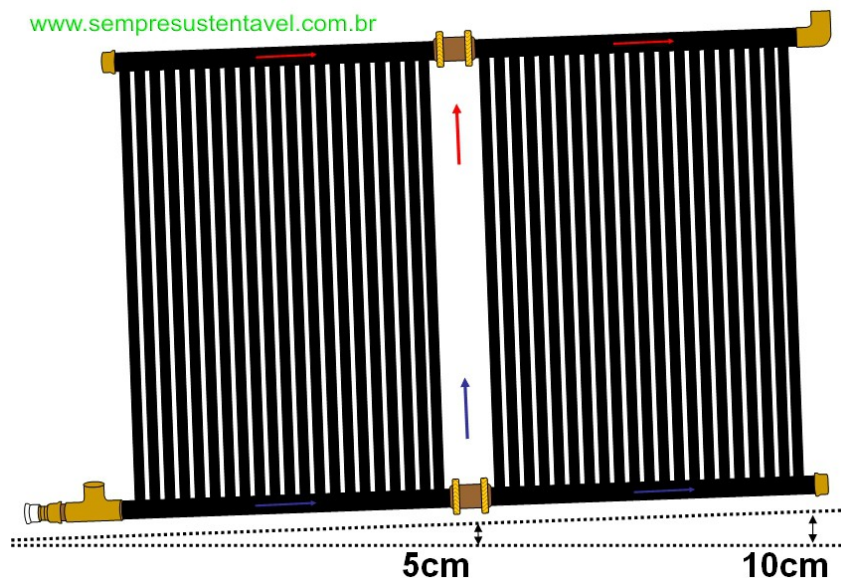


Para que o sistema funcione corretamente é obrigatório que os coletores estejam abaixo do nível inferior do reservatório térmico, e com uma inclinação de aproximadamente a latitude local + 10°. Veja desenho a seguir.

Ex.: São Paulo tem latitude de $23^\circ + 10^\circ = 33^\circ$



Instalar os coletores com uma inclinação frontal de, no mínimo, 5cm por coletor. Isso é importante para evitar que se acumulem bolhas de ar dentro do sistema. Dessa maneira as bolhas tendem a subir pelo sistema até o reservatório. Veja desenho a seguir:

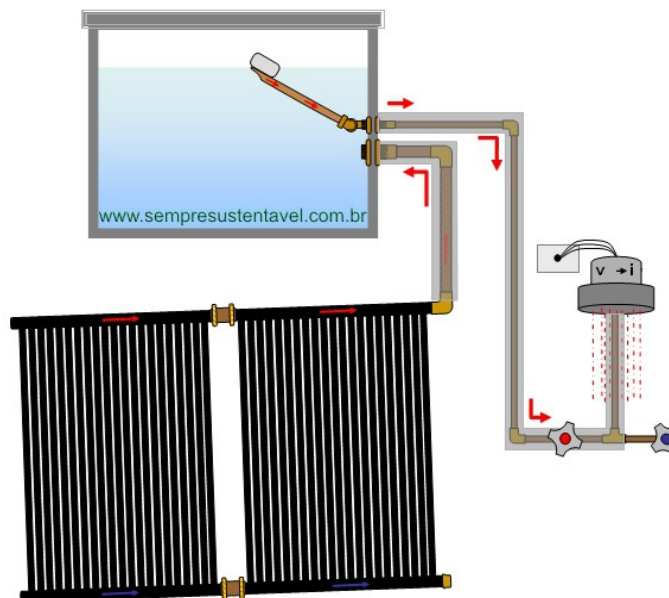


IMPORTANTÍSSIMO: Bolhas de ar presas no circuito podem comprometer totalmente o funcionamento do sistema.

TUBULAÇÕES:

Toda a tubulação que envolve a água quente (entre a saída do coletor até o chuveiro), deve ser revestida com proteção térmica para evitar perda de calor.

Obs.1: toda tubulação que ficar embutida na parede deve ser própria para água quente. Isso é importante para evitar futuras reformas caso futuramente queira adquirir um produto industrializado.



Obs. 2: Para a tubulação que ficar externa, é necessário que esse revestimento tenha proteção contra os raios UV. Veja exemplos na foto abaixo:



MISTURADOR DE ÁGUA QUENTE/FRIA:

Existem no mercado vários modelos de misturadores, desde o mais comum (um Tê e dois registros - veja foto ao lado), até misturadores monocomando e automático (eletrônico).

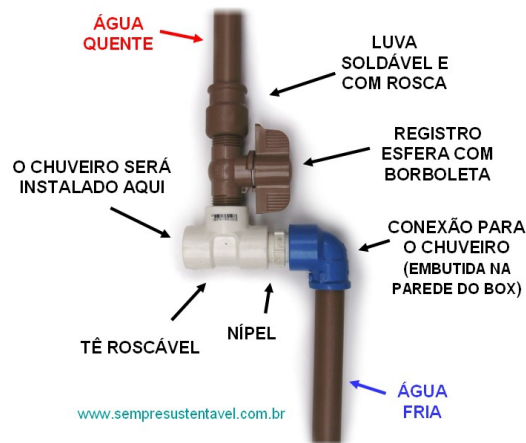


Por se tratar de um projeto de baixo custo, existem algumas opções bem interessantes que são misturadores adaptados ao circuito hidráulico original do box. Para isso faça um furo no teto do box para descer com a tubulação que vem do reservatório térmico (da bóia pescador). A tubulação ficará exposta, mas não haverá necessidade de quebrar a parede do box para embutir essa tubulação.

Para esses tipos de misturadores, retire o chuveiro da conexão (da parede) e instale um Tê roscável (branco) entre o chuveiro e a parede. Depois conecte a tubulação que vem do reservatório térmico (da bóia pescador) nesse Tê, usando antes um registro em série.

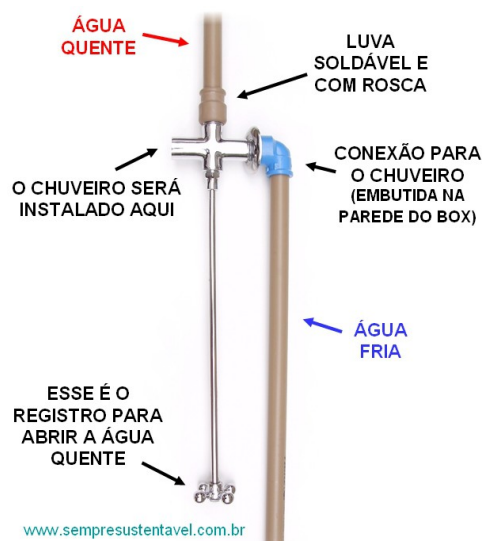
Veja exemplo na foto ao lado =>

Obs.: como esse registro pode ficar muito alto, instale na borboleta desse registro uma alavanca (uma haste) para empurrar para um lado e para outro, abrindo e fechando esse registro.



Já existe no mercado um misturador externo industrializado de metal com a mesma função do misturador mostrado anteriormente.

Veja esse modelo na foto ao lado =>



Uma outra opção de misturador externo é descer com a tubulação que vem do reservatório térmico (da bóia pescador) até aproximadamente a altura do registro já existente no box, e depois fazer uma curva de 180° para subir até o Tê que deve ser instalado antes do chuveiro. Em algum local perto da curva instale um registro.

Assim você terá: água fria = registro original do box, e água quente = registro instalado na tubulação (exposta) que vem do reservatório térmico.

Veja detalhes na foto ao lado =>



CHUVEIRO CONTROLADO POR *DIMMER* ou CHUVEIRO OU DUCHA ELETRÔNICA

O *Dimmer* é um componente eletrônico para ser instalado em série com a ligação elétrica do chuveiro.

Ele tem um botão para ajustar com precisão a potência (temperatura) que deve ir para o chuveiro conforme a necessidade, eliminando o inconveniente de optar apenas pelas opções Verão/Inverno normalmente encontradas em chuveiros comuns.



Obs.: Quando se instala um *Dimmer*, a chave do chuveiro fica sempre na posição "Inverno", porém só vai ser consumido a energia que o *Dimmer* estiver marcando (ajuste manual de zero ao máximo).

IMPORTANTE - Quando for adquirir um *Dimmer*, é importante verificar a potência (Watts). Essa potência tem que ser maior que a potência de seu chuveiro. *Dimmers* usados para lâmpadas não servem, pois têm uma potência muito baixa. Procure por *Dimmer* próprio para chuveiro elétrico.



Obs.: Já existem alguns chuveiros com *dimmers* incorporados, são os chuveiros eletrônicos ou duchas eletrônicas.

Veja exemplo na foto ao lado =>

IMPORTANTE: fazer um bom aterramento do sistema elétrico para evitar choques. Para isso, consulte os manuais do chuveiro e do *dimmer*.



ALERTA: SEMPRE DESLIGUE A CHAVE GERAL DO QUADRO DE FORÇA QUANDO FOR MEXER NA REDE ELÉTRICA.