

**M**ANUAL **E**XPERIMENTAL DE **I**NSTRUÇÃO DE  
**M**ANUFATURA E **U**SO DO  
**K**IT **D**IDÁTICO  
DO **A**QUECEDOR **S**OLAR DE **B**AIXO **C**USTO

**K D A S B C**



**Elaborado por SoSol – Sociedade do Sol**

**MANUAL DO PROFESSOR**  
VERSÃO 1.2 BETA EXPERIMENTAL – SET / 2006

A equipe da SoSol agradece o envio de observações e críticas para rápida correção e enriquecimento do presente manual

Tel.: 011 3039 8317

e-mail: [info@sociedadedosol.org.br](mailto:info@sociedadedosol.org.br)

site: [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)

# Sumário

## 1 INTRODUÇÃO

- 1.1 Mensagem ao professor
- 1.2 Sol, homem e energia
- 1.3 Aquecimento de água para banho no Brasil
- 1.4 A proposta da Sociedade do Sol
- 1.5 A origem do ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo
- 1.6 O funcionamento do ASBC

## 2 O KIT DIDÁTICO DO ASBC

- 2.1 Apresentação
- 2.2 Materiais do KIT didático do ASBC
- 2.3 Montando o KIT didático do ASBC
- 2.4 Descrição da montagem dos coletores
- 2.5 Descrição da montagem do reservatório
- 2.6 Juntando a caixa d'água e o reservatório

## 3 KIT DIDÁTICO DO ASBC NA SALA DE AULA

- 3.1 Orientações para um bom funcionamento
- 3.2 Planejando a aula
- 3.3 Planejando a avaliação
- 3.4 Realizando experiências com o KIT didático do ASBC

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 4.1 Projetos interdisciplinares na Sociedade do Sol
- 4.2 Bibliografia
- 4.3 Lista com sugestão de fornecedores
- 4.4 Direção e nomes

O presente material foi elaborado pela equipe do ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo da Sociedade do Sol, com apoio do Professor Roberto Ramos Matajs. Os elaboradores autorizam a livre utilização desse material em ambiente didático, desde que mencionada a fonte.

A equipe espera retorno da sociedade seja através de críticas, sugestões, indicação de falhas ortográficas ou gramaticais, novas visões técnicas ou por novas e interessantes aplicações didáticas.

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Mensagem ao professor

A Sociedade do Sol tem como um dos objetivos a disseminação nacional de tecnologia que permita a montagem e a instalação de um sistema de aquecimento solar de baixo custo para as casas das comunidades mais carentes. A Sociedade do Sol acredita que a escola, além da função de educar, exerce sobre seus alunos uma influência positiva no modo de pensar e agir. Os professores, por meio das atividades escolares, direcionam a aquisição de conhecimentos e melhoram as atitudes e o comportamento de seus alunos tornando-os cidadãos conscientes, críticos e atuantes.

A possibilidade de poder contar com a participação dos professores do ensino básico e médio na disseminação dessa proposta permitirá um avanço significativo no número de alunos que irão conhecer a energia presente na irradiação solar por meio dessa tecnologia e poderão atuar também como disseminadores da mesma.

Nessa proposta os professores apresentam aos alunos os conceitos básicos da energia Solar e demonstram, utilizando o KIT DIDÁTICO do ASBC (KD ASBC), como ocorre o aquecimento de água em um aquecedor Solar. Esta apresentação experimental será um evento inesquecível para os alunos de todas as séries, pois além do conteúdo conceitual poderão constatar o fato do aquecimento.

A Sociedade do Sol preocupada em acelerar a participação dos professores nesse projeto, iniciou em agosto de 2003 a doação de KITS didáticos em lotes de 50 unidades para as escolas cadastradas. Junto com o KIT didático, segue para o professor, o presente manual com sugestões de experimentos que podem ser explorados por professores de diferentes séries.

Os três experimentos sugeridos nesse manual possibilitam ao aluno observar o aquecimento de água em diferentes situações. *Caso o professor tenha condições de construir dois KIT's ele poderá realizar, ao mesmo tempo, experiências comparativas, permitindo ao aluno analisar os resultados e perceber como a alteração de uma simples variável influencia no aquecimento de água.*

A Sociedade do Sol espera que, pelo baixo custo e extrema simplicidade de montagem dos KITS, seja possível que a Secretaria de Educação, as escolas, os professores, os representantes da comunidades, assumam a multiplicação e também a manufatura desses KITS, levando-os aos 50.000.000 de alunos presentes nas 215.000 escolas de todo país. Para isso, consta neste manual, o material necessário e o procedimento de montagem do KIT. O material pode ser encontrado nas lojas de materiais de construção e a montagem poderá ser feita pelo próprio professor em companhia de seus alunos, sempre com o apoio técnico desta Sociedade.

## **1.2 Sol, homem e energia**

O planeta Terra recebe diariamente uma grande quantidade de energia solar. Essa energia realiza diferentes funções que beneficiam os seres vivos e provocam fenômenos naturais essenciais para a manutenção da vida no planeta. O ser humano ao longo da história se preocupou em aproveitar a energia solar transformando-a em outras formas de energia, como a térmica, mecânica e elétrica. Para isso desenvolveu diferentes tecnologias que utilizam a energia luminosa para aquecer água, mover moinhos e barcos, cozinhar alimentos e atualmente produzir eletricidade. Nesse momento será comentada somente a utilização de coletores solares.

Os coletores térmicos solares foram desenvolvidos a partir do momento que se percebeu a possibilidade de aproveitar a energia do sol para aquecer água. Com o passar dos anos os coletores foram sendo aperfeiçoados e junto com outras partes, reservatório canos e chuveiro, formaram o sistema solar de aquecimento de água. A energia irradiante, luz e infravermelha, incide sobre a superfície preta dos coletores. A energia absorvida transforma-se em calor e aquece a água que esta no interior dos mesmos. Essa água aquecida, por ser mais leve, começa a se movimentar em direção à caixa, acima dos coletores, dando início a um processo natural de circulação chamado de termo-sifão, que dura enquanto houver uma boa irradiação solar. Resumindo, no ambiente do Aquecedor Solar, o processo termo-sifão, resulta numa transferência térmica, levando o calor gerado na placa para a água presente na caixa, sendo o meio de transferência térmica a própria água.

## **1.3 O aquecimento de água para banho no Brasil**

O Brasil é um país de clima tropical com temperaturas médias anuais em torno de 20°C. No inverno, em alguns estados do Norte e Nordeste a temperatura está acima dessa média. Em situação contrária, os estados da região Sul e Sudeste nessa mesma estação, a temperatura pode atingir valor muito baixo. Essa variação de temperatura, principalmente durante o inverno, não permite que a água, tal como fornecida, seja utilizada diretamente para o banho, necessitando um aquecimento complementar.

No Brasil, o equipamento eleito para realizar essa tarefa foi o chuveiro elétrico. Ele está presente em mais de 90% dos lares brasileiros oferecendo condições de conforto satisfatórias no momento do banho. Seu alto grau de difusão justifica-se pela sua facilidade de instalação, operação e manutenção, associado ao seu baixo custo.

A maior parte dos modelos disponíveis no mercado tem chave selecionadora para as estações do ano ou então chave que descreve posições de temperatura. Essas chaves, associada ao controle de vazão de água, permitem compensar a variação da temperatura ambiente da água ao longo do ano e manter a qualidade satisfatória do banho. Graças a essa tecnologia a maior parte dos brasileiros pode tomar diariamente seu banho quente, que relaxa e renova os ânimos. Isto é algo impensável em outros países cuja energia elétrica provém de usinas termoelétricas, cuja eficiência no uso do combustível fóssil (petróleo, gás natural e carvão), é muito baixa. Algo ao redor de 25%. Os restantes 75% correspondem a uma energia térmica que usualmente é perdida.

Estima-se em média 8 a 10 minutos, o tempo necessário para o banho diário. Porém para algumas pessoas o banho pode demorar até 30 minutos. No fim do mês, somando

todos os minutos diários de banho, o chuveiro representa aproximadamente 40% do valor da conta de energia elétrica da residência popular.

Pesquisas realizadas pelo Programa de conservação de energia elétrica - PROCEL demonstram que entre 18 e 19 horas, em 50 % das residências há pelo menos um chuveiro elétrico funcionando. Esse acúmulo de chuveiros ligados coincide com período de maior consumo de energia elétrica, conhecido como horário de ponta, ou horário de pico. Durante esse horário, entre 17 e 20 horas, as concessionárias de energia elétrica necessitam manter uma oferta de potência elétrica superior ao valor médio diário.

Normalmente, esse acréscimo de oferta é feito por meio de sobrecarga das hidroelétricas ou acionamento temporário das usinas termoelétricas, que além de fornecerem energia emitem gás carbônico, o gás do aquecimento atmosférico.

#### **1.4 A proposta da Sociedade do Sol**

A Sociedade do Sol ciente dos efeitos causados por essa forma de aquecimento de água, buscou desenvolver uma tecnologia de aquecimento de baixo custo que possibilite ao usuário reduzir o seu gasto com energia elétrica mantendo a mesma satisfação oferecida pelo chuveiro elétrico. Com essa ação a Sociedade do Sol espera alcançar alguns resultados na área ambiental e social.

Na área ambiental espera-se que ocorra uma redução das emissões de CO<sub>2</sub>, proveniente das usinas termoelétricas, assim como a manutenção da água acumulada nos reservatórios das usinas hidroelétricas. Para os usuários dessa tecnologia, que a aplicaram no modo "faça você mesmo" ou bricolagem, espera-se que, além da elevação da qualidade de vida e da redução no consumo de energia elétrica, haja um reforço de sua auto-estima e de sua consciência de cidadania, ampliando inclusive sua independência das atuais estruturas de distribuição de energia.

Com o avanço da disseminação dessa tecnologia, espera-se favorecer também as 3 milhões de residências excluídas do atendimento das concessionárias de energia elétrica, exercendo assim um papel social que resgate a dignidade das comunidades carentes e desprovidas dessa energia.

#### **1.5 A origem do ASBC**

A idéia de acelerar o desenvolvimento do ASBC iniciou-se após a equipe original ser convidada pelo SEBRAE para ocupar o *stand* paulista na feira industrial da ECO 92, onde o primeiro protótipo ASBC foi publicamente apresentado. Naquele evento, dois grandes desafios ambientais eram discutidos: a redução dos gases poluentes e uso de tecnologia baseado em energia limpa.

De 1992 a 1998 a equipe se dedicou a pesquisas para transformar o protótipo num modelo de aplicação nacional. Com a inclusão no CIETEC - Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da USP/IPEN, em janeiro de 1999, os desenvolvimentos se aceleraram muito e o primeiro modelo definitivo do ASBC foi apresentado publicamente no final do ano de 2002.

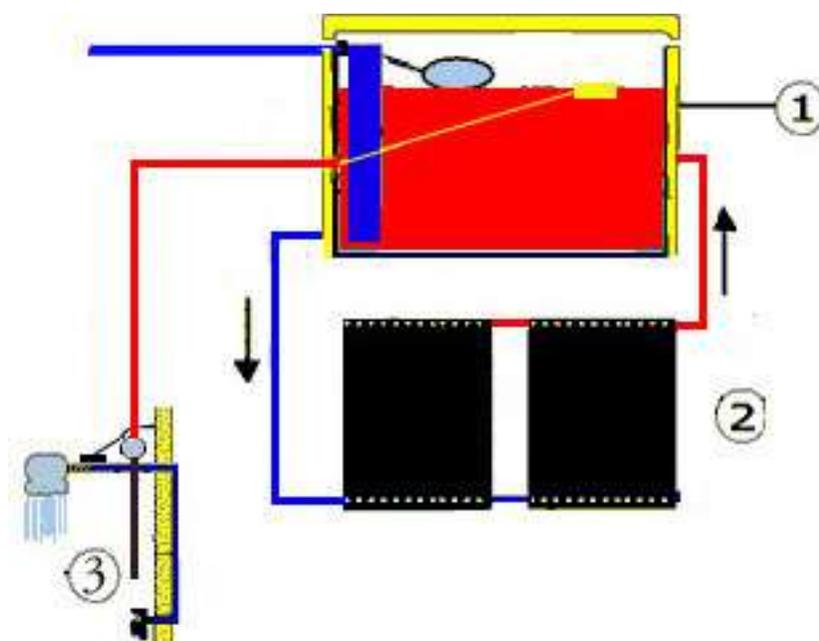
A possibilidade de poder aproveitar ou adaptar as instalações hidráulicas do chuveiro e a utilização de materiais de baixo custo disponíveis no mercado, foi fundamental para esse avanço. Incluem-se entre esses materiais, o chuveiro elétrico, a caixa d'água, a placa de forro e os canos de PVC.

A associação dos materiais de baixo custo e o aproveitamento das instalações hidráulicas residenciais permite que entre 4 a 8 meses, graças à economia de energia elétrica, aconteça o retorno do investimento na montagem de um ASBC.

### 1.6 Introdução à operação do ASBC de uma residência popular

A operação do sistema ASBC pode ser explicada com maior facilidade se todo o sistema for dividido em três partes fundamentais. Observe a numeração na figura 1, a seguir, leia como funciona cada parte desse sistema.

**Figura 1. Representação das peças de um ASBC**



#### 1- Caixa de água quente

Tem a função de armazenar a água aquecida pelo coletor solar. Com o aquecimento, a água presente no interior dos coletores se movimenta para a caixa de água. Simultaneamente a água estocada na caixa se movimenta em direção ao coletor, dando início a um processo de circulação natural da água, denominado termo-sifão. Esse processo, representado na figura pelas setas, dura enquanto houver uma boa irradiação solar.

A caixa de água deve receber um isolamento térmico externo para evitar a perda de calor pelas laterais e pela tampa superior. Muitos materiais podem ser utilizados para essa finalidade, como por exemplo, o isopor, o jornal, a serragem, a grama picada e seca ou forração de carpete. No interior da caixa existem duas bóias que controlam a entrada e saída

de água. A primeira é a tradicional bóia de registro que libera a entrada de água fria, proveniente da rede pública. A outra bóia é chamada de pescador. A sua finalidade é levar para o chuveiro a água da caixa que estiver com maior temperatura. Normalmente a água mais quente está na parte mais alta do volume armazenado. Isso ocorre porque a água quente tem densidade menor que a água fria. Além dessas duas bóias, existe, verticalmente, ligado à torneira de bóia, um cano cuja função é a de levar a água de rua suavemente ao fundo da caixa, evitando turbilhonamento que poderia misturar água quente e fria na caixa.

## 2- Coletores solares simplificados

Tem a função de aquecer água. Os coletores são fabricados com placas de forro de PVC. A ausência das usuais coberturas de vidro dos coletores tradicionais evita que eles esquentem a água tanto quanto os tradicionais. A redução das temperaturas permite o uso de dutos de PVC de água fria e a redução do perigo de que a água muito quente possa vir a ferir crianças e outros. O uso do PVC permite uma enorme redução de custos desses aquecedores didáticos solares.

## 3- Misturador de água quente

O misturador é um registro de esfera com uma haste de PVC acoplada em sua borboleta. Quando o usuário movimenta esta haste libera água para o chuveiro. Esta água provém do pescador, integrante da caixa de água. Caso a temperatura da água aquecida esteja abaixo do esperado, o usuário pode complementar o aquecimento acionando o chuveiro elétrico através de um “*dimmer*”, (controlador eletrônico de potência de chuveiro) fixado na entrada do cano metálico do chuveiro. Com o “*dimmer*” eleva-se a temperatura da água somente o necessário. O tradicional registro de água fria sempre será utilizado quando o usuário sentir necessidade de esfriar a água aquecida ou então quando quiser tomar um banho frio.

## **2 O KIT DIDÁTICO DO ASBC (KD ASBC)**

### **2.1 Apresentação**

O KIT Didático foi projetado para permitir que, durante uma aula, o professor demonstre aos alunos como ocorre o aquecimento de água utilizando a luz solar. A elevação de temperatura da água será mais bem observada em dias ensolarados. Nos dias nublados também haverá elevação de temperatura, mas ao longo de um período maior do que a duração de uma aula. Assim recomenda-se que a aula experimental seja feita em um dia ensolarado, para que os resultados sejam observados no decorrer da mesma aula.

Caso a sua escola já tenha recebido um KIT Didático do ASBC, você poderá ir para o tópico **ASBC na sala de aula** e ler as sugestões prévias antes de iniciar a realização dos experimentos. Porém, se sua escola ainda não recebeu, o tópico seguinte orienta como deve ser feita a montagem de seu KIT Didático. Se lhe for possível ou permitido, monte sempre duas unidades do KD ASBC. Os equipamentos em conjunto permitirão realizar experiências comparativas muito mais interessantes do que com o KIT individual.

Sabe-se que os professores já realizam inúmeras atividades extra-classe e que a princípio, poderão hesitar em ter que preparar mais outra atividade. Entretanto, a equipe do

ASBC sugere que a montagem seja feita com a participação dos alunos durante aula no laboratório. Assim todos os alunos que participarem da montagem irão criar uma expectativa ainda maior para ver o funcionamento dessa simples tecnologia. O KIT Didático do ASBC tem um tamanho reduzido, permitindo que seja transportado com facilidade do interior da sala de aula para um ambiente aberto.

### **KIT didático do ASBC instalado no pátio**



### **2.2 Materiais do KIT didático do ASBC**

O KIT didático é montado com peças disponíveis em lojas de materiais de construção. A sua manufatura requer alguns cuidados, pois existem momentos na montagem onde é necessário o manuseio de ferramentas cortantes. Caso o professor realize a manufatura com a ajuda dos alunos, supervisione as tarefas certificando que nenhum aluno está correndo perigo durante a montagem. Se o professor preferir realizar a montagem sem a ajuda dos alunos, em alguns momentos, ele irá necessitar de alguém para ajudá-lo a segurar algumas peças que precisam ser serradas, coladas, furadas ou encaixadas durante o processo de manufatura do KIT.

A relação a seguir descreve as peças, as ferramentas e os complementos necessários para a montagem de um KD ASBC. Ao lado de cada item, na coluna da direita, aparece qual a sua finalidade na montagem. Assim, o professor consegue se orientar e identificar cada item durante a manufatura do KIT.

<b>Quant.</b>	<b>Lista de peças</b>	<b>Finalidade</b>
	<b>Caixa de água</b>	
01	Vasilhame plástico com corpo e tampa, transparente, de 5 a 12 litros tipo “Tapué”, ou corretamente, “Tupperware”	Reservatório de água
02	Nipples de 1” de PVC branco com rosca externa. Diâmetro externo é de 32mm, interno de 25mm, marca Akros	Unir o reservatório aos eletrodutos, permitindo o fluxo de água
02	Luvas de PVC preto 1” com rosca interna, para eletrodutos	Prender os nipples ao reservatório, contendo os vazamentos
01	Termômetro de álcool (escala de -10 °C a 60 °C)	Medir a temperatura da água
	<b>Coletor</b>	
01	Placa de forro de PVC alveolar modular 1,25 x 0,62m (marca Medabil ou Confibra)	Montar dois coletores pretos
01	Adaptador de PVC marrom 25mm x ¾”	Escoar a água quando terminar os experimentos. É fechado com o Cap abaixo
01	Cap PVC branco de ¾”	Para fechar a saída de água proveniente do adaptador
02	Cotovelos de PVC marrom soldável de 25 mm	Unir o coletor aos eletrodutos
03	Caps de PVC marrom de 25 mm	Usado no teste de vazamento da colagem do coletor
0,7m	Duto de PVC marrom 32 mm externo	Demonstrador da montagem do coletor ASBC original (claquete)
1,5m	Eletroduto flexível amarelo ¾” (25 mm externo)	Permitir o fluxo de ida e volta da água entre a placa e a caixa
1,8m	Duto de PVC marrom 25 mm diâmetro externo	Permitir a montagem de entrada e saída de água no coletor. A sobra é para fazer a haste de apoio

<b>Quant.</b>	<b>Lista de ferramentas</b>	<b>Finalidade</b>
01	Trena ou metro	Fazer as medidas de corte na placa e nos canos
01	Ferro de solda ou furadeira com broca 3 mm p/aço	Fazer os furos guias no cano de PVC marrom de 25 mm
01	Pincel de 1” a 2” ou rolinho	Pintar as placas do forro
01	Espátula flexível com ponta arredondada, tipo misturador de café/açúcar	Espalhar/aplicar a cola sobre a união duto PVC e placa de forro
01	Serra de extremidade livre com lamina para aço	Cortar e abrir o rasgo nos canos
01	Serra copo de 32/33 mm	Furar o vasilhame transparente para receber os dois nipples
01	Lima redonda	Arredondar a ponta dos rasgos

Quant.	Lista de complementos	Finalidade
01	Lixa 120	Lixar as rebarbas e superfícies
01	Adesivo epóxi bi-componente Araldite 24 h (40 g total)	Unir a placa e o duto de 25 mm
mínimo	Álcool de limpeza, se possível de 96°	Retirar gorduras dos locais de adesão e de pintura
01	Talco mineral	Engrossar o adesivo epoxi
01	Fita crepe	Limitar a área de pintura e facilitar a fixação do coletor no piso
01	Fita Veda Rosca largura aproximadamente 19 mm	Facilitar a montagem, permitindo o escorregamento das conexões nas pontas do coletor
01	Jornal	Apoio da placa sobre a superfície de trabalho
100 ml	Esmalte sintético preto fosco (Coral ou Suvinil)	Pintar as placas do forro
01	Tábua plana de 80 x 15 cm	Guia para segurar o cano durante o rasgo
8	Pregos de 4 cm	Pressionar o cano sobre a guia de madeira
1	Lápis	Riscar os canos de 25 mm e de 32 mm antes de cortá-los
1	Régua de 70 cm ou outra estrutura reta	Guiar o lápis para fazer o risco no cano

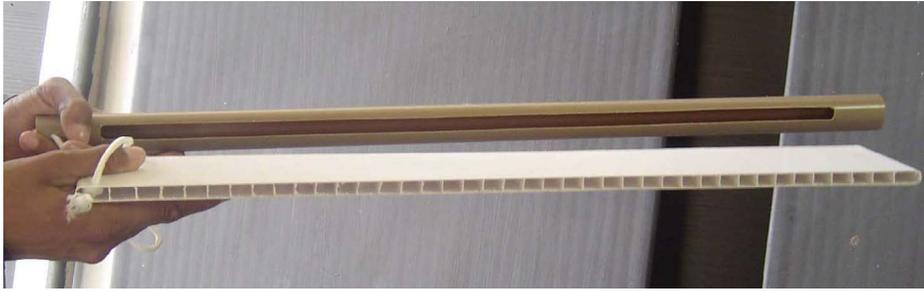
### 2.3 Preparação antes de iniciar a montagem

Utilizando o arco da serra de extremidade corte o tubo 25 mm marrom em dois 2 pedaços de 70 cm cada. O resto do cano será utilizado para fazer a haste de sustentação do coletor solar. Na tábua plana fixar os 8 pregos de 4 cm para segurar os tubos de 70 cm durante o corte dos rasgos. Fixe os pregos espaçados para que toda a extensão do tubo fique pressionada durante os rasgos e cortes.

Utilizando a extremidade livre do arco de serra, corte uma tira de 8 cm da placa de forro de PVC (integrante do demonstrador de coletor) e o restante da placa corte em duas metades iguais de aproximadamente 58 cm cada. Para montar o KIT será utilizada somente uma das metades, a outra servirá para montar um segundo KIT caso o professor deseje.

A tira de 8 cm cortada da placa de forro de PVC irá servir de amostra para os alunos que não participaram da montagem do KIT. A sua finalidade é demonstrar como a água circula em seu interior e como é o encaixe da placa com o cano, que após o processo de montagem e pintura formam uma única peça. Para isso, o professor poderá fazer a seqüência 1 a 4 descrita no tópico 2.4, no cano de 32 mm de PVC marrom. Observe como deverá ficar a peça de amostra na foto a seguir.

#### Claquete demonstrativa da montagem do coletor original do ASBC



A introdução do pedaço de 8 cm de forro no duto de PVC de 32 mm deve ser fácil, sem aparentar uma união frouxa, permitindo uma apresentação simples e convincente ao interessado.

O termômetro será utilizado para medir a temperatura da água durante os experimentos. O professor poderá pendurá-lo ao vasilhame por meio de um arame, colocá-lo boiando na água ou fixá-lo na tampa, etc, procurando manter o bulbo vermelho dentro da água. Independente da maneira que o termômetro for colocado, é importante que o aluno consiga ver a escala através da superfície translúcida do vasilhame e possa facilmente anotar as medidas observadas durante os experimentos.

## 2.4 Descrição da montagem do coletor

1. Fixar um dos tubos marrons de 70 cm na tábua plana. Utilizando o lápis e a régua demarcar a área onde será feito o rasgo de 61cm de comprimento por 1,1cm afastamento entre linhas (espessura da placa alveolar). Centralize esse rasgo de forma que as pontas do tubo fiquem com 4,5 cm de comprimento cada.



2. Fazer um rasgo interno à área demarcada, para a introdução da serra de extremidade livre. Este rasgo pode ser feito com um ferro de solda ou com o auxílio de uma furadeira, com broca de 3mm. Não respire a fumaça do cano de PVC, por ser tóxica.



3. Introduzir a ponta da lâmina da serra e iniciar o corte. Faça movimentos lentos seguindo a marcação, a fim de não abrir um rasgo maior ou menor do que o necessário. Nas pontas do rasgo, fazer cuidadosamente um corte transversal para poder retirar a tira de PVC.



4. Uma vez realizados os dois cortes e retirada a tira, dar acabamento com a lixa nas superfícies cortadas e arredondar, com lima redonda, as extremidades do rasgo, levando para a largura original da placa alveolar, de 61,5 cm. Em seguida limpar com álcool.



**Observação:** Antes de prosseguir a montagem repita a seqüência de 1 a 4 no outro cano de PVC 25 mm, assim como no cano de PVC 32mm, medindo 70 cm em cada um deles.

5. Escolher uma das metades da placa de forro, lixar suas extremidades e encaixar 0,5 cm de placa no rasgo de cada tubo. Limpar com um pano embebido em álcool todas as superfícies que serão coladas e tomar cuidado para não mais por as mãos nelas.



6. Deitar a placa sobre uma camada de 7 mm de jornal apoiada numa superfície horizontal. (Assim se mantém a posição correta dos tubos relativo à placa) Preparar sobre uma chapa limpa uma quantidade adequada do adesivo bi-componente misturado com talco mineral, permitindo que o adesivo fique pastoso.



7. Utilizando uma espátula, passar a mistura talco e adesivo nas duas linhas ao longo dos 2 contatos tubos/placa do lado superior do coletor. No dia seguinte, vire o conjunto tubos/placa e repita a operação de colagem no outro lado.



8. Após 24 horas, e **após o teste de vazamento descrito abaixo**, lixar levemente uma das faces do coletor e limpar com pano e álcool. Pintar a face com esmalte sintético preto fosco usando pincel ou rolinho, inclusive sobre a área da colagem e parte superior dos tubos. Use a fita crepe nos tubos, para um acabamento limpo na transição com e sem pintura. Deixar sem tinta apenas 3 cm das extremidades dos tubos para futuro encaixe dos componentes de PVC.



**Teste de Vazamento:** Antes da pintura, coloque o coletor em pé, apoiado num dos tubos. Sem aplicar o adesivo PVC, conectar numa das extremidades superiores um cotovelo de 25 mm marrom e tampar com caps de 25 mm PVC marrom as outras 3 extremidades. Encaixar o eletroduto flexível amarelo de 1,5m na extremidade do cotovelo e manter o conjunto na posição. Despeje pelo flexível aproximadamente 4 litros de água para o interior do coletor, até a água transbordar na ponta do flexível. Durante 15 minutos observar se não há vazamento nas regiões que foram coladas. Se houver, secar tudo e reforçar o adesivo nos locais em que houve o vazamento. Refazer o teste de vazamento.

## 2.5 Descrição da montagem do reservatório

1. Escolher uma das laterais e programe um furo a uma altura de 2,5 cm acima do fundo fosco. Centralizar a serra copo de 32 mm na marca do furo, e com a ajuda de um aluno inicie o furo nessa lateral. Repita toda a operação na lateral oposta a essa, conferindo a altura antes de furar. Lixar as rebarbas internas e externas dos dois furos.

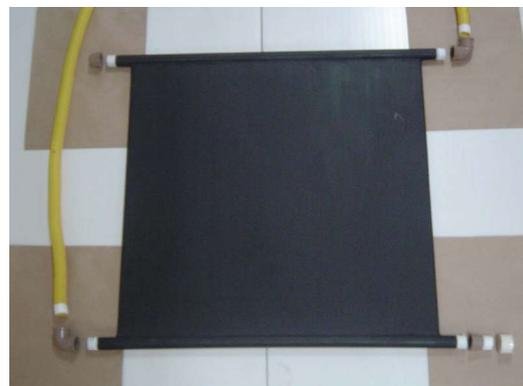


2. Encaixar em cada um dos furos, um nipple de PVC branco com rosca 1", de dentro para fora. Rosquear as luvas de PVC preto 1" na parte externa dos nipples, até encostarem na superfície lateral da caixa. Apertar levemente para evitar vazamentos. A luva preta de eletroduto é maleável, permitindo ser rosqueado até o encosto do nipple.



## 2.6 Juntando o reservatório e o coletor solar

1. Apoiar o coletor numa superfície horizontal. Passar o teflon em camada fina nas 4 pontas do coletor. Tampar, com pressão, a ponta superior esquerda do cano com cap marrom soldável de 25 mm. Tampar, com pressão, a ponta inferior direita do cano com adaptador marrom 25 mm x 3/4", rosqueando nele, com teflon, o cap branco de 3/4". Nas outras duas extremidades, encaixar, com pressão os 2 cotovelos marrons de 25mm.



2. Cortar o eletroduto flexível amarelo em dois pedaços. Um com 100 cm e o outro com 50 cm. Conectar uma das extremidades do eletroduto de 1,00 cm na lateral esquerda do reservatório e a outra no cotovelo esquerdo do coletor. Conectar uma das extremidades do eletroduto de 50 cm na lateral direita da caixa e a outra ponta no cotovelo superior direito do coletor. Usar fita teflon nas pontas dos eletrodutos. Caso os comprimentos dos pedaços do flexível não sejam adequados, o Professor pode adequá-los às suas necessidades.

Após essa seqüência de encaixe o KIT didático do ASBC está montado.



### 3 O KD ASBC NA SALA DE AULA

#### 3.1 Orientações para um bom funcionamento

Para que suas experiências tenham sucesso, a instalação do KIT didático do ASBC necessita de algumas orientações antes do início de cada experimento.

##### Altura do reservatório

Apóie o reservatório sobre uma cadeira permitindo que fique mais alto que o coletor.

##### Enchendo o reservatório

Com o auxílio de um aluno, mantenha a placa conforme a posição da figura acima. Desconecte a ponta superior do cano flexível de 1,00 m e, utilizando uma mangueira ou jarra, vá colocando água nesse flexível. A água começará preenchendo o coletor até atingir a caixa. Quando a água começar a surgir na outra ponta, reconecte a ponta superior do cano flexível de 1,00 cm na lateral da caixa e termine de encher adicionando água na própria caixa. Lembre-se que quanto menor o volume de água mais rápido será o aquecimento. O volume mínimo de água deve ser o suficiente para encobrir os nipples de entrada e saída da caixa. Esteja certo de que não sobrou ar no coletor. Sua presença impede circulação e aquecimento da água na caixa. Após o termino dos experimentos diários procure não deixar de esvaziar a água do KD ASBC. É uma questão de higiene, além de evitar a procriação do mosquito transmissor da dengue.

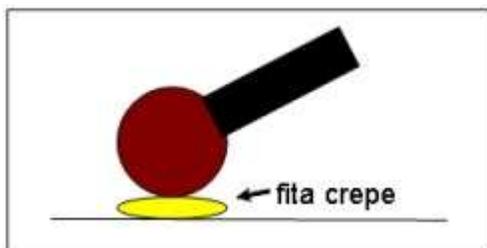
##### Direção e inclinação da placa preta

O KD ASBC atingirá sua eficiência máxima de aquecimento com a placa preta direcionada para o norte geográfico. A inclinação em relação à superfície de apoio é de aproximadamente 20 graus. Para evitar o acúmulo de bolhas de ar no interior da placa, o lado direito deve ficar mais alto que o lado esquerdo.

## Fixação da placa preta

Colocar umas tiras de fita crepe, com a cola do lado externo, nas partes inferiores do coletor que estão em contato com a superfície do solo para evitar que o painel escorregue. A parte de cima da placa deve ficar apoiada sobre haste de 20 cm, feito com o pedaço de cano que sobrou no início da montagem da placa.

**Fig. 2 - Detalhe da fita crepe**



**Fig. 3 - Detalhe da haste**



### **E fim da montagem e das orientações.**

Parabéns Professor, a sua ferramenta solar de trabalho está pronta. Caso tenha montado dois KITS, (o ideal) as suas duas ferramentas solares de trabalho estão prontas para muitas e interessantes experiências.

### **3.2 Planejando a aula**

Professor, independente da série que estiver trabalhando, existem diferentes maneiras para iniciar o estudo sobre a utilização de energia Solar. A princípio, o professor em sua posição de mediador, deverá detectar e ativar os conhecimentos e idéias prévias dos alunos sobre o tema. Para isso, poderá apresentar imagens ou reportagens de jornais, revistas e Internet, que demonstrem a aplicação da energia solar em benefício da sociedade.

A seguir, com base nos conhecimentos prévios demonstrados pelos alunos a respeito desse tema, o professor apresenta algumas informações complementares sobre aquecimento de água que julgar necessário para o acompanhamento da aula experimental.

**Caso o professor necessite de uma fonte de consulta, busque-a, entre outras, no site da Sociedade do Sol. Adapte a linguagem e o nível das informações de acordo com a série que estiver trabalhando. Veja em [www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br) => Projeto => ASBC => dicas técnicas => irradiação solar no Brasil ou principais fórmulas técnicas. Sugere-se a completa leitura do Site. Existem muitas informações aplicáveis à sala de aula.**

### **3.3 Planejando a avaliação**

A proposta principal da aplicação experimental do KIT didático do ASBC é permitir ao professor demonstrar como a água pode ser aquecida com a utilização da energia solar. Uma vez concluído o experimento, caberá ao professor dar o fechamento para essa atividade da forma que achar melhor. Caso o professor deseje fazer por meio de avaliações, sugere-se que antes de iniciar sua aula, estipule quais conteúdos deseja avaliar.

Caso deseje avaliar somente os conteúdos conceituais, elabore um questionário com algumas perguntas ou situações problemas relacionadas aos conceitos desenvolvidos nesse tema. Para isso as informações complementares que passou para os alunos, antes do experimento, servirão de bibliografia para o questionário.

Se pretender avaliar os conteúdos atitudinais, elabore questões ou organize um debate onde o aluno tenha que se posicionar, com base em seus princípios éticos. Um dos objetivos desse experimento é demonstrar que é possível aquecer água sem a necessidade de energia elétrica. Assim, o aluno poderá questionar os benefícios ou malefícios da aplicação dessa tecnologia para atender as pessoas menos favorecidas ou desprovidas de energia elétrica.

Caso necessite avaliar os conteúdos procedimentais, elabore questões relacionadas ao procedimento experimental, ao material utilizado ou da montagem do experimento. O nível das perguntas deve ser orientado de acordo com a série que o aluno está cursando, buscando sempre que possível contextualizar com algum outro conteúdo que está sendo estudado no momento. Essa contextualização não precisa ser feita somente com a disciplina de ciências naturais ou física, ela pode interagir com matemática, geografia e história. A interdisciplinariedade permitirá que outros professores retomem o assunto e enriqueçam a aquisição de conhecimentos.

### **3.4 Realizando experimentos com o KD ASBC**

Comece o experimento enfatizando aos alunos que o objetivo principal é perceber o aquecimento de água por meio da energia solar. A seguir, nomeie as partes que compõe o KIT didático e explique como será feito o experimento.

Se achar necessário que os alunos registrem algumas informações do procedimento experimental solicite aos alunos preencherem um relatório de acordo com o nível de escolaridade do grupo. Após observar o item **3.1 orientações para um bom funcionamento** inicie realizando o primeiro experimento.

#### **1ª Experiência: Aquecimento solar de água**

##### Procedimento experimental

1. Coloque o termômetro no interior do reservatório em contato com a água
2. Tampe o reservatório
3. Registre o valor inicial da temperatura marcada no termômetro
4. A cada cinco minutos, anote novamente a temperatura
5. Após 30 min. abra a tampa e sinta a temperatura da água
6. Quando terminar retire a água soltando o cap de PVC branco conectado na ponta inferior direita do coletor, caso não haja mais experimentos no dia.

#### **2ª Experiência: Isolamento térmico**

Repetir o procedimento experimental da primeira experiência colocando em volta do reservatório, isolantes térmicos tais como, jornal, isopor, carpete, etc. Nesse caso a temperatura deverá aumentar em valor e velocidade. O isolamento térmico diminui a perda de calor pelas laterais da caixa.

### 3ª Experiência: Perda de calor

Repetir o procedimento experimental da primeira experiência com a tampa do reservatório aberta. Nesse caso a temperatura deverá diminuir, pois a água perderá calor por evaporação.

Caso o professor tenha condições de construir dois KITS ele poderá realizar, ao mesmo tempo, duas experiências diferentes permitindo ao aluno analisar os resultados e perceber como a alteração de uma simples variável influencia no aquecimento de água.

#### Dois KD ASBC demonstrativos



## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 4.1 Projetos interdisciplinares na Sociedade do Sol

Existem diversas atividades que podem ser realizadas utilizando o KD ASBC. A sociedade do Sol oferece cursos onde são apresentados projetos e outros experimentos que relacionam a energia solar em diferentes contextos disciplinares, possibilitando aos professores trabalhar esse tema de acordo com os parâmetros curriculares nacionais de cada disciplina.

### 4.2 Bibliografia

- BEZERRA, A.M. - **Aplicações térmicas da energia solar**. João Pessoa. Editora universitária da UFPB. 4ª edição. 2001.
- BIZZO, N. - **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo, Ed. Ática. 1988. Coleção palavra do professor.
- FRAINDENRAICH N., LIRA F. - **Energia Solar. Fundamentos e tecnologia**. Recife. Editora universitária da UFPE. 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **PNAD - Plano Nacional de amostragem domiciliar**. Brasil. 2002

Ministério da Educação - **Parâmetros curriculares nacionais. Ensino médio**. Brasília. 1999.

Ministério das Minas e Energia - Plano 2015. **Perspectivas do mercado e conservação de energia elétrica**. Projeto 3. 1994.

PALZ, W. - **Energia Solar**. São Paulo. Editora Húmus. 1989. Tradução do original alemão.

Sociedade do Sol - **Manual de montagem e instalação do ASBC**. CIETEC USP São Paulo. 2003

#### 4.3 Lista com sugestão de fornecedores

<b>MATERIAL</b>	<b>FABRICANTE/ENDEREÇO/CONTATOS</b>
Tubos e conexões em PVC	Padrão Tigre / revendedor de material de construção
Luva 1" para Eletroduto rígido para Nipple abaixo	Padrão de mercado / loja de material elétrico
Nipple 1" Branco, rosca externa Diâmetro Interno 25 mm	Padrão obrigatório Akros / revendedor de material de construção
Eletroduto Flexível em PVC amarelo de 25 mm	Padrão Tigre / Fornecedores de Primeira Linha / revendedor de material de construção
Forro alveolar (Modular) PVC de 1250 x 620 x 10 mm	Confibra - Fábrica - (019) 3809 6007. <a href="http://www.confibra.com.br">www.confibra.com.br</a> Representante Confibra: Antônio Palma <cepasi@uol.com.br > Obs.: Ele tem distribuidor que envia as placas para todo o Brasil. (11) 5011 6105 / (11) 9904 8964 Outros revendedores na Grande S. Paulo Butantã: (11) 3771 3796
Vasilhame tipo "tapué" ou "Tupperware", semi transparente com tampa de 5 a 12 litros	Fornecedores de Primeira Linha / revendedor de material de construção e hipermercados
Termômetro de álcool de -10 a + 110C°	Fornecedor Incoterm. Método de aquisição nacional será definido brevemente. Falar com Ennio Hanel (011) 5574 5757
Cola Araldite Profissional 24 horas	Maxiepoxi, com Sérgio/Cláudio, (011) 5641 5608, / revendedores de Material de construção

#### 4.4 Direção e nomes

Aquecedor Solar de Baixo Custo, ASBC,  
Projeto da Sociedade do Sol, sediada no CIETEC Centro Incubador de Empresas Tecnológicas da USP.  
Av. Prof. Lineu Prestes, 2242, IPEN. Cidade Universitária,  
S. Paulo - SP – CEP: 05508.000  
CNPJ: 05.202.923/0001-40  
Tel.: (55) 11 3039 8317, Tel./Fax (55) 11 3812 7093  
e-mail: [info@sociedadedosol.org.br](mailto:info@sociedadedosol.org.br)  
[www.sociedadedosol.org.br](http://www.sociedadedosol.org.br)  
Contatos administrativos: Augustin T. Woelz e Maria Emília Soares  
Contato profissional: Prof. Roberto R. Matajs