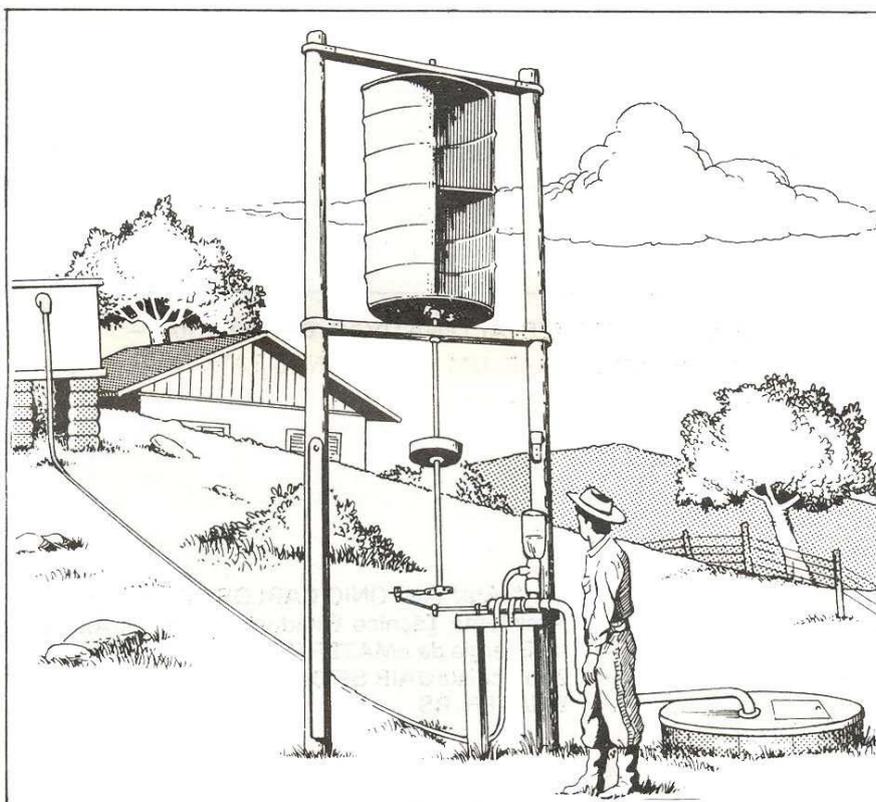


## COMO CONSTRUIR UM CATA-VENTO SAVONIUS



1

### Introdução

O uso da energia eólica é conhecido desde épocas remotas através dos barcos à vela e dos moinhos de vento. Com o advento da máquina a vapor sua utilização foi declinando principalmente porque a tecnologia não estava perfeitamente definida.

Outro entrave bastante grande sofreu esta forma de energia com a revolução industrial quando o uso de combustíveis fósseis foi altamente difundido em função do baixo custo e de sua eficiência.

Em 1973, com o início da crise do petróleo, o mundo passou a preocupar-se com outras fontes de energia visando, de uma forma ou de outra, substituir, total ou parcialmente, a energia derivada do petróleo.

A partir de 1980 o Serviço de Extensão Rural do Rio Grande do Sul iniciou um trabalho na área de Fontes Alternativas de Energia.

Na área da Energia Eólica foi enfatizada a utilização do cata-vento de eixo vertical — modelo Savonius — também conhecido como Rotor-S. Esta opção deve-se à grande facilidade de construção a nível de propriedade rural, pelo baixo custo de implantação das unidades e pelo bom desempenho no bombeamento d'água.

282

---

A "CARTILHA DO AGRICULTOR"  
É UM AMIGO PERMANENTE DO HOMEM DO CAMPO.

Segundo Schulz, este modelo foi inventado pelo oficial naval finlandês Sigurd J. Savonius, por volta de 1920.

Inicialmente este modelo serviu para uso em automóveis como peça decorativa. Posteriormente, várias incursões técnicas foram realizadas no País de Gales, África e Alemanha.

Os resultados até o momento obtidos no Estado com a observação do funcionamento de mais de 100 unidades, nos facultam afirmar que para o bombeamento d'água estas unidades têm se comportado de forma bastante eficiente.

2

## O Vento

Para se utilizar esta forma de energia, é necessário que se conheçam alguns detalhes a respeito da formação dos ventos, locais de maior incidência e provável potência a ser obtida.

Segundo Delta Larrousse, o vento é causado pelo aquecimento desigual da atmosfera pela energia do sol.

Este aquecimento desigual faz com que o ar situado nas áreas mais quentes se expanda e suba fazendo com que o ar situado nas áreas mais frias se desloque para ocupar o espaço deixado pelo ar quente. Quando o ar quente se expande e sobe diminui a pressão atmosférica, formando-se aí uma zona de baixa pressão. Já nas regiões frias, a tendência do ar é concentrar com o conseqüente aumento da pressão formando-se aí uma zona de alta pressão. O deslocamento do ar da zona de alta pressão para zona de baixa pressão é responsável pela origem dos ventos e sua força vai depender diretamente da diferença da pressão existente nestes dois pontos.

Este processo, segundo MIRADOR, chama-se Circulação Geral da Atmosfera onde se identificam quatro tipos de ventos: regulares ou constantes, variáveis, periódicos e locais.

Os regulares ou alíseos têm origens nas áreas de correntes de ar descendentes que se situam nas latitudes de 30 a 40°. Esta zona é conhecida como zona de calma subtropical.

Os ventos locais ou regionais são de ação temporária e bastante localizados. Um exemplo deste vento é o "Minuano" que se origina da invasão do ar polar que avança entre os Andes e o Planalto Central Brasileiro.

A região mais favorável, segundo Mialhe, para o aproveitamento da energia eólica no Brasil é a região Nordeste com mais de 3.750 kwh/kw seguida da faixa litorânea com largura considerável onde se verificam de 2.250 — 3.750 kwh/kw, energia específica disponível (kwh por ano por kw).

Sabendo-se que a potência do vento é proporcional à raiz cúbica ( $V^3$ ) da velocidade, o mesmo autor conclui que um moinho de vento ideal consegue captar até 59,3% desta potência disponível e na prática, devido às perdas aerodinâmicas, este coeficiente se aproxima de 30%.

Como se observa, a velocidade do vento é um fator a ser altamente considerado para o racional uso da energia eólica. Em estudo procedido pela Fundação Universidade de Rio Grande, verificou-se que no período entre 1967 e 1972 o município de Pelotas apresentou uma velocidade média anual global de 2,93 m/s. A potência média anual global para o mesmo período foi de 37,60 w/m<sup>2</sup>. No município de Rio Grande a velocidade média anual global foi de 3,28 m/s e a potência média de 52,17 w/m<sup>2</sup>. Em Santa Vitória do Palmar a velocidade média anual global foi de 3,62 m/s com uma potência média de 45,57 w/m<sup>2</sup>.

A média da velocidade dos ventos é feita comumente por anemômetros que podem ser de medição instantânea ou acoplados a registradores que fornecem a velocidade média em determinado período de tempo. A nível de campo um método prático de boa eficiência para avaliação da velocidade do vento foi idealizado por Beaufort.

Escala de Beaufort para estimativa da velocidade dos ventos:

Nº da escala	Designação em terra	Velocidade em m/s	Dados para avaliar a velocidade (em terra)
0	calmo	0 a 0,5	Não se nota o menor deslocamento nos mais leves objetos. A fumaça eleva-se verticalmente.
1	quase calmo	0,5 a 1,5	A direção dos ventos é indicada pelo desvio da fumaça mas não pelos cata-ventos.
2	brisa leve	2,0 a 3,1	Sente-se o vento nas faces; as folhas das árvores são levemente agitadas; os cata-ventos comuns são acionados.
3	vento fresco	3,6 a 5,1	As folhas e os pequenos arbustos ficam em agitação contínua; as bandeiras leves começam a se estender.
4	vento moderado	5,6 a 8,2	Movem-se os pequenos galhos das árvores, poeira e pedaços de papel são levantados.
5	vento regular	8,7 a 10,8	As árvores pequenas com folhagens começam a oscilar, aparecem ondas com cristas nas superfícies dos rios e lagos.
6	vento meio forte	11,3 a 13,9	Galhos maiores das árvores agitados; ouve-se o assobio produzido pelo vento ao passar pelos fios telegráficos; torna-se difícil usar o guarda-chuva.
7	vento forte	14,5 a 17,0	Os troncos das árvores oscilam, torna-se difícil andar contra o vento.
8	vento muito forte	17,5 a 20,6	Geralmente torna-se impossível andar contra o vento. Quebram-se os galhos das árvores.
9	ventania	20,1 a 24,4	Ocorrem pequenos danos das edificações (telhas arrancadas, etc.).
10	vendaval	24,8 a 28,3	As árvores são derrubadas e as edificações sofrem danos materiais consideráveis.
11	tempestade	28,8 a 32,4	Resultam grandes destruições; as árvores são arrancadas. Observada muito raramente.
12	furacão	33,0 a 38,5	Produzem efeitos devastadores.

### 3 Escolha do local

A escolha do local para instalação do Rotor-S ou de qualquer outro tipo de cata-vento é fator fundamental para o bom desempenho destas máquinas.

A exposição máxima ao vento do Rotor-S nos fornecerá uma maior potência. O local ideal para sua instalação seria numa colina levemente inclinada e sem qualquer

obstáculo para o vento. Portanto, não se deve colocar o cata-vento junto a árvores, arbustos ou qualquer tipo de construção.

Deve-se observar a direção dos ventos predominantes no local a fim de indicar a melhor posição para instalar o cata-vento. Muitas vezes estes fatores não são observados em sua totalidade, tendo em vista que para o recalque d'água é necessário que se localize o cata-vento próximo à fonte ou poço. Esses locais geralmente se encontram em zonas baixas não sendo, portanto, o lugar indicado. Uma solução para tal problema é elevar a torre de sustentação o que implica em maior custo de implantação. Esta torre deve estar, no mínimo, a 2 (dois) metros acima de qualquer obstáculo, como os anteriormente referidos.

#### 4 **Construção do rotor**

Na construção do Rotor-S pode ser usado qualquer tipo de material como chapa de aço, folhas metálicas, fibra de vidro, etc. Como a construção deste modelo está voltada aos produtores rurais o material básico a ser utilizado e objeto deste trabalho, são os tonéis de 200 litros usados para o transporte de combustíveis e facilmente encontrados em qualquer propriedade rural.

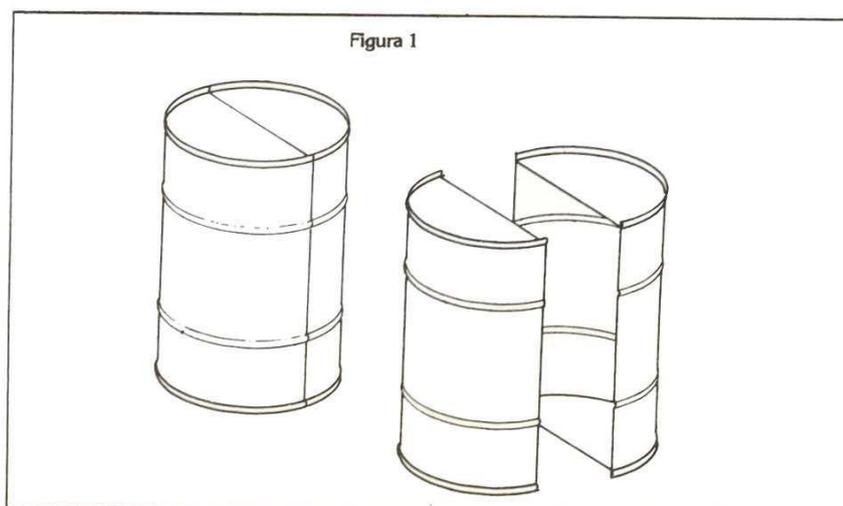
##### 1 — Corte de tonéis

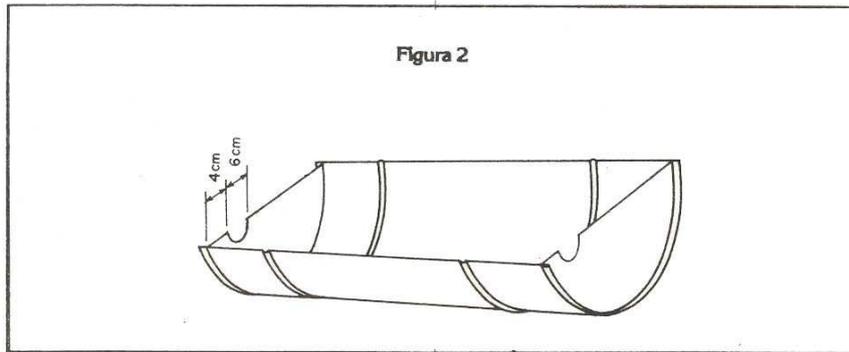
De posse dos dois tonéis de 200 litros, marca-se em cada um deles uma linha no sentido longitudinal para proceder o corte. Dá-se preferência aos tonéis de chapa comum em detrimento dos tonéis de aço por serem estes de custo mais elevado e difíceis de cortar.

O corte no sentido longitudinal como mostra a figura n.º "1" pode ser feito com serra manual ou através do uso de talhadeira. Com o uso de serra manual as superfícies cortadas ficam em boas condições. Com talhadeiras, devido a suas características, as superfícies ficam irregulares fazendo com que seja necessário o uso de lixa ou esmeril para seu nivelamento.

A tampa e o fundo dos tonéis não devem ser retirados pois conferem maior resistência aos mesmos, não permitindo que as laterais se deformem em função da rotação e ação dos ventos.

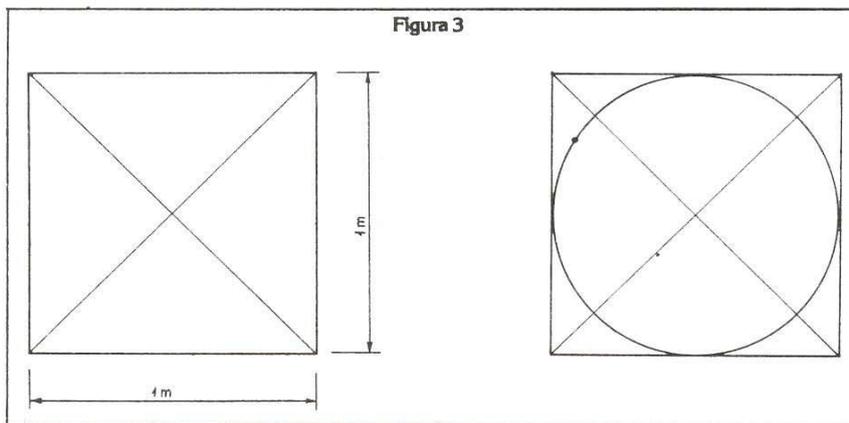
Na lateral de cada metade, sobre o fundo e tampa do tonel, deve-se fazer uma cava em meia-lua para permitir a passagem do eixo, como mostra a figura n.º 2.





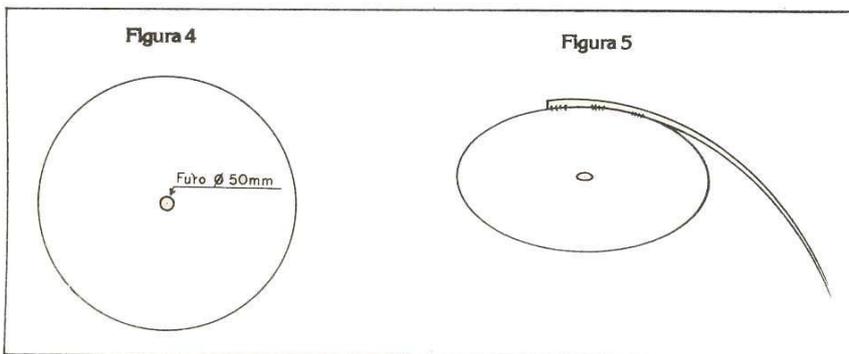
**2 — Preparação dos discos**

Cortam-se dois discos, chapa preta comum, com diâmetro de 1 metro, conforme figura n.º 3. As chapas a serem utilizadas podem ser as de n.ºs 18 ou 20, dando-se preferência para a última. Este número determina a espessura de cada chapa.



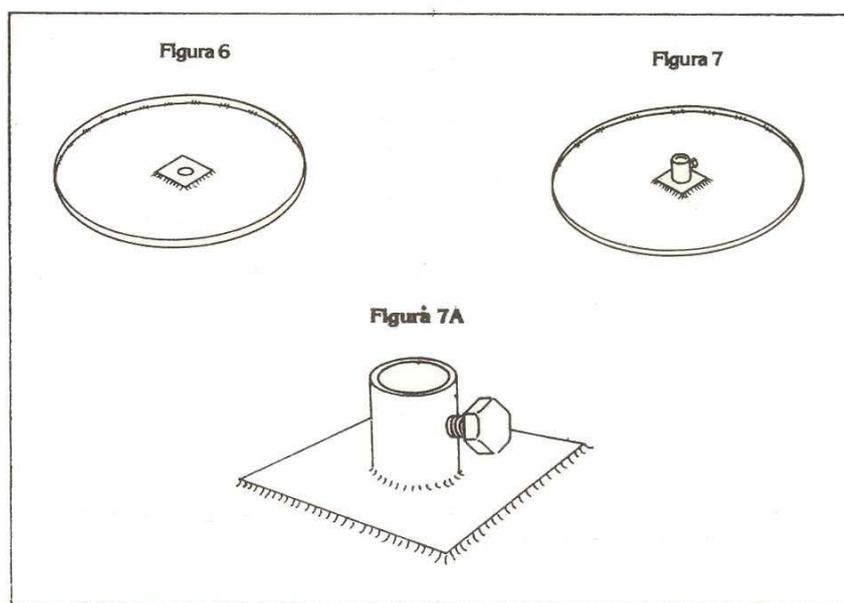
Com os discos cortados, faz-se um furo no centro com 50 mm de diâmetro, por onde passará o eixo do rotor, mostrado na figura n.º 4.

Nos bordos de cada disco solda-se um ferro chato de 3/16 x 1/2" para conferir maior resistência (figura n.º 5).



Logo após cortam-se duas chapas quadradas de 250 mm de lado e 4 mm de espessura para soldar no centro do disco, pela face externa, que servirá para dar resistência na sustentação do eixo conforme figura n.º 6.

Sobre cada uma destas chapas solda-se uma luva. Esta luva tem na lateral um parafuso de ajuste que fará a pressão para fixação do eixo ao rotor (figura n.º 7 e 7A).



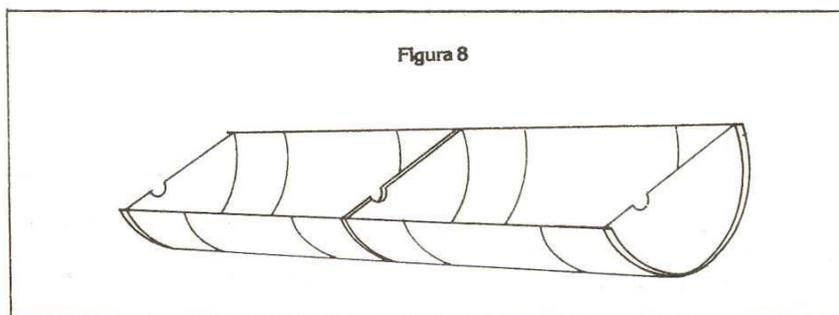
Deve ser feita uma "casa" no eixo do rotor para que este parafuso tenha condição de aperto. Esta "casa" pode ser feita no momento da colocação do cata-vento com o auxílio de uma broca.

Este processo de fixação do eixo ao rotor tem a finalidade de facilitar a montagem bem como favorecer a realização de algum reparo quando este se fizer necessário.

A fixação do eixo ao rotor através de solda é uma prática também utilizada, mas traz alguns problemas como o empenamento do eixo, provocando, em consequência, uma grande dificuldade no balanceamento.

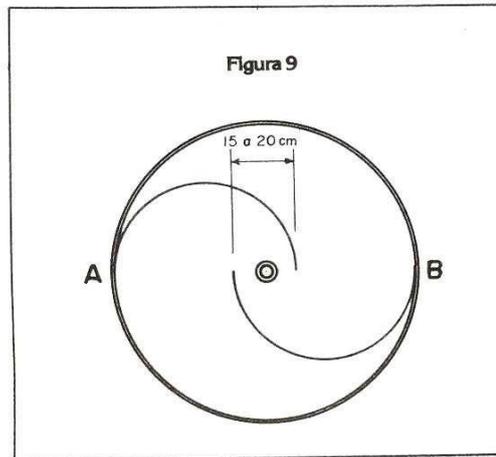
### 3 — Montagem das calhas

De posse das quatro metades de tonéis anteriormente cortadas, faz-se a união duas a duas com solda elétrica, como mostra o desenho abaixo (figura n.º 8).

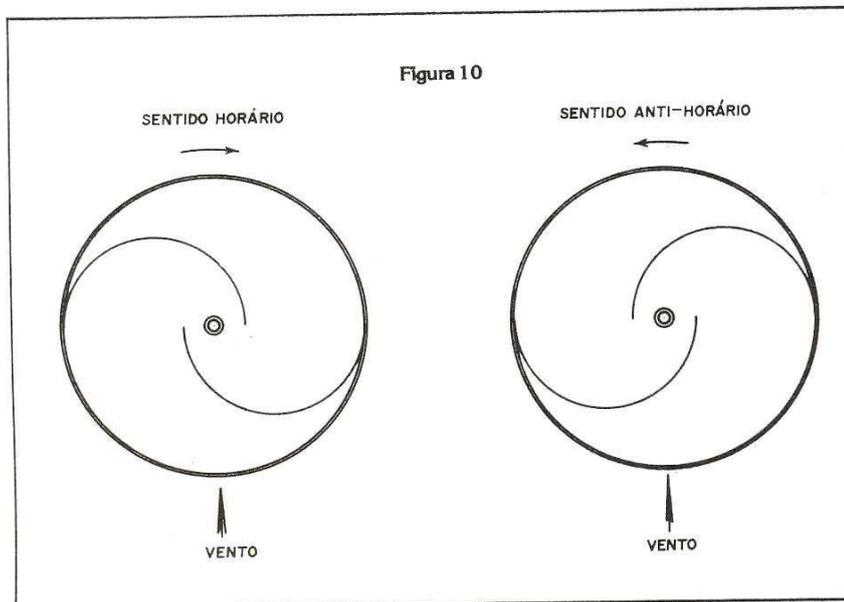


Toma-se um dos discos anteriormente preparados e sobre ele colocam-se as calhas para a soldagem definitiva.

Ao colocar as calhas sobre o diâmetro do disco, suas bordas "A" e "B" deverão encostar no reforço do disco. Por consequência o espaço entre as calhas no centro do disco deverá variar entre 15 e 20 cm (figura n.º 9).



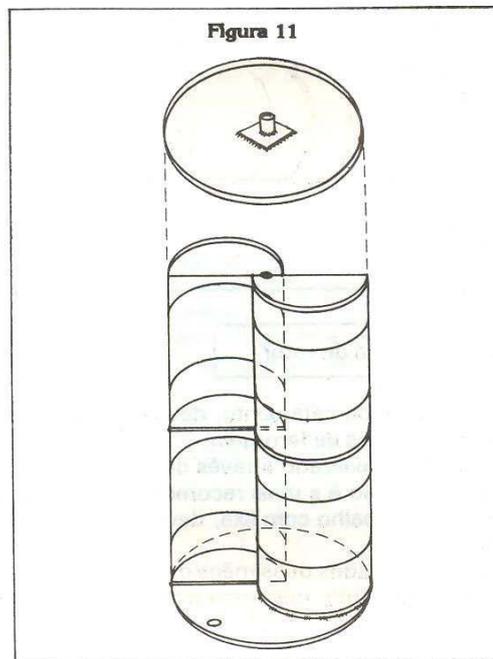
A colocação das calhas pode fazer com que o cata-vento gire no sentido horário ou no sentido anti-horário (figura n.º 10).



Após a colocação das calhas sobre o disco inferior se faz o mesmo procedimento para soldagem do disco superior.

No disco inferior deve ser feito um orifício para permitir o escoamento da água da chuva (figura n.º 11).

Com o rotor pronto, basta colocar o eixo deixando 28 cm na parte superior e proceder os devidos apertos nos parafusos de fixação existentes nas luvas.



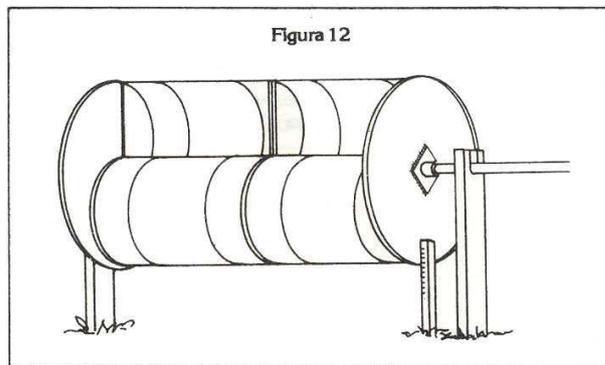
#### 4 — Balanceamento do rotor

Após concluída a construção do rotor deve ser procedido o balanceamento do mesmo. Isto é de grande importância considerando que o cata-vento deve trabalhar ajustado no seu equilíbrio para evitar vibrações e/ou trepidações. Estas ocorrências, se existirem, comprometerão a estrutura do cata-vento, bem como o próprio rendimento do sistema.

O balanceamento consiste em colocar-se o rotor na horizontal apoiando as duas extremidades do eixo sobre dois pontos fixos, de forma que o mesmo gire livremente. Os pontos de apoio devem estar exatamente no nível, para que a aferição seja correta.

Verifica-se que o rotor está equilibrado, quando ao ser girado, pára em qualquer posição. Caso haja tendência de parar sempre em uma mesma posição, estará desequilibrado.

Para se fazer esta verificação, deve ser colocado, próximo à borda de um dos discos, um ponto de referência (estaca). Gira-se o rotor e quando o mesmo parar, marca-se com um giz a parte que confrontar com o ponto de referência. Faz-se isto sucessivas vezes marcando-se os diferentes pontos de parada. Se estes pontos não estiverem uniformemente distribuídos ao longo do disco, o rotor não está balanceado. Contorna-se o problema adicionando pesos nos lados opostos e repete-se a operação até obter-se o completo equilíbrio. Estes pesos devem ser firmemente fixados sobre os discos, junto ao anel de ferro existente na borda dos mesmos. Para isto pode ser usada a solda ou parafusos (figura n.º 12).



**5 — Preparação e pintura do rotor**

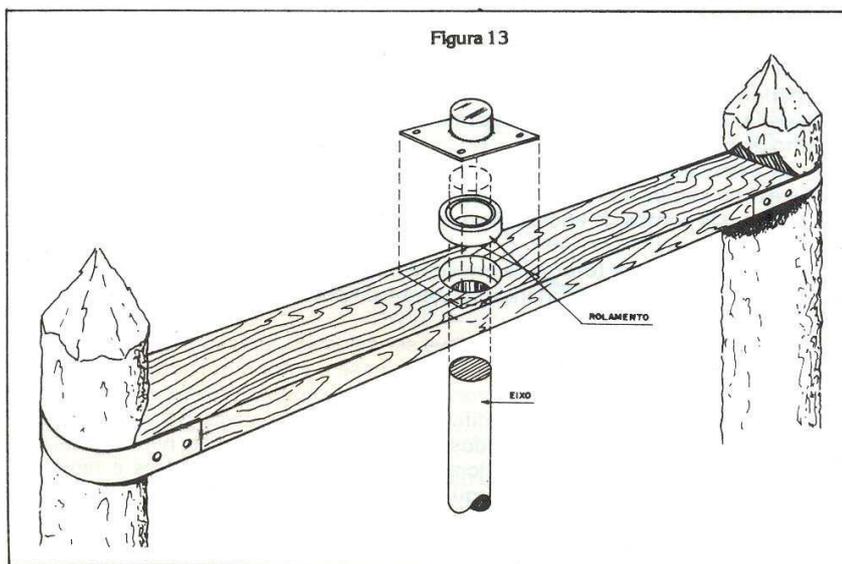
Para maior durabilidade do cata-vento, devem ser retirados todos os restos de pintura e principalmente pontos de ferrugem.

Este processo pode ser realizado através de jatos de areia ou lixa. Onde existir possibilidade, a primeira opção é a mais recomendada. Imediatamente após a aplicação do jato de areia ou trabalho com lixa, deve ser procedida a pintura com tinta antiferruginosa (zarcão).

Para se obter bons resultados duas mãos de zarcão são suficientes, entretanto, poderá ser usada, posteriormente, mais uma pintura com tinta convencional, na cor desejada.

**5 Torre de sustentação**

A torre de sustentação pode ser de madeira e os postes de eucalipto constituem uma boa opção. O uso do prumo no momento da colocação dos postes é imprescindível para que os mesmos fiquem exatamente na posição vertical. Os postes



devem ser enterrados aproximadamente 1 metro no solo. Na parte superior, coloca-se uma travessa de madeira, encaixada nas extremidades dos postes e pregada firmemente (figura n.º 13).

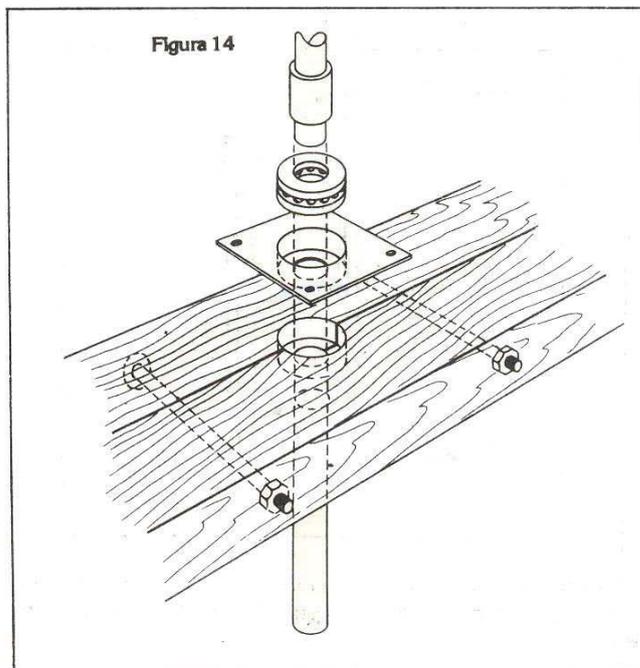
O eixo do rotor deverá passar no centro desta travessa e na face superior através de um encaixe é colocado um rolamento de esfera comum que serve como guia no giro do cata-vento.

O eixo deve ultrapassar a travessa de sustentação 5 cm para conferir maior segurança e estabilidade.

O orifício por onde passa o eixo na travessa de madeira deve sempre ter um diâmetro pouco superior ao diâmetro interno do rolamento, para evitar possíveis atritos. Sobre este rolamento superior deve ser colocada uma proteção contra a chuva o que confere maior duração e eficiência na lubrificação.

A sustentação inferior é feita através de duas travessas, no centro das quais faz-se um orifício (meia-lua em cada uma) com diâmetro também superior ao diâmetro interno do rolamento. Usa-se neste caso, um rolamento de encosto que deve ser assentado na face superior da travessa.

Este rolamento é colocado em um suporte de chapa (figura n.º 14), sendo este parafuso sobre o orifício por onde passará o eixo.



Todo o peso do rotor será suportado pelo rolamento de encosto, através de uma luva (bucha) colocada no eixo do rotor.

As travessas inferiores são fixadas aos postes através de encaixes e cintos metálicos à semelhança da superior como mostra a figura n.º 13.

A necessidade de duas travessas, para sustentação na parte inferior, se fundamenta na facilidade de montagem e desmontagem do cata-vento.

Para colocação do rotor procede-se da seguinte forma:

- fixa-se a travessa superior e uma das travessas inferiores;
- suspende-se o rotor até encaixar o eixo na travessa superior;

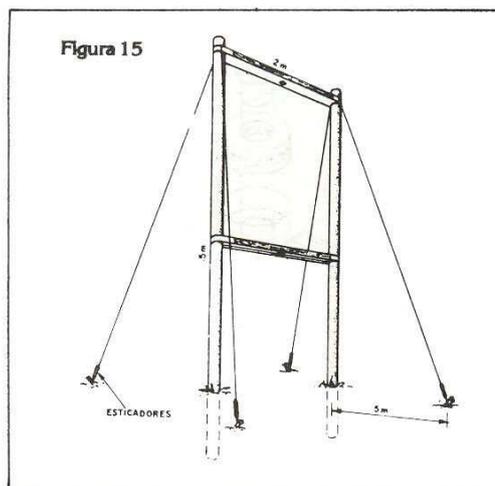
- apoiando o rotor sobre calços na travessa inferior, encaixa-se a luva e o rolamento de encosto no eixo;
- coloca-se a segunda travessa inferior;
- parafusam-se duas travessas inferiores e o suporte do rolamento;
- coloca-se, a seguir, o rolamento guia na travessa superior.

Entre as travessas de sustentação e as extremidades do rotor deve ficar um espaço de 15 cm. Este espaço facilita a lubrificação do rolamento de encosto e garante um funcionamento correto do aparelho.

Observe-se que as travessas inferiores e superior devem ficar perfeitamente niveladas no sentido horizontal. Para conferir maior firmeza e segurança à estrutura do cata-vento se faz necessária a colocação de tensores. Os tensores são feitos com dois fios de arame galvanizado, cujos fios, após serem torcidos um sobre o outro, formam uma única peça, resistente e uniforme.

Para se obter um bom resultado, são necessários quatro tensores colocados no sentido transversal do cata-vento.

Os pontos de fixação são a extremidade superior dos postes e um ponto no solo a 5 m da base do cata-vento. Para este caso, podem ser usadas estacas de madeira. Entre estas estacas e os tensores, devem ser colocados os esticadores. Estes esticadores servirão, posteriormente, para esticar os arames, conforme as necessidades (figura nº 15).



Ao término da montagem da torre e colocação dos tensores, com o uso do prumo e nível, verificam-se novamente as posições verticais dos postes e horizontais das travessas.

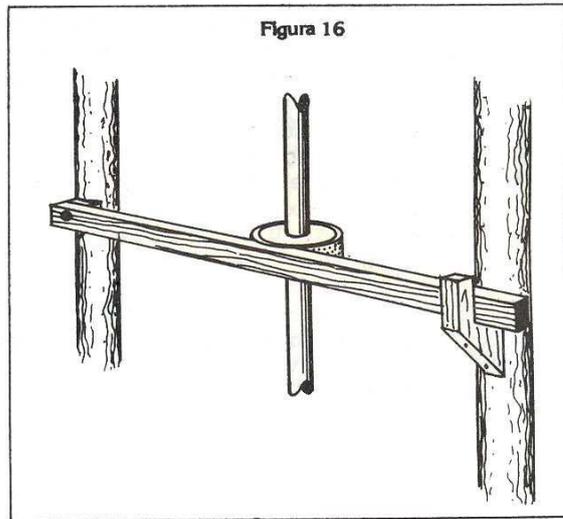
6

### Sistema de Freio

O cata-vento deverá ser acionado somente quando houver necessidade, estando cheios os reservatórios, o rotor deve permanecer freado. Este procedimento evitará desperdícios de água e aumentará a vida útil da máquina.

O sistema de freio que vem sendo utilizado com bastante eficiência é semelhante ao empregado nas travas de carroças. Fundamenta-se este processo na pressão exercida por um sarrafo sobre uma polia que está fixa ao eixo do rotor (figura nº16).

Este sarrafo é fixado através de um parafuso num toco de madeira colocado no



poste e no lado oposto onde está colocada a bomba. Para se travar o cata-vento prende-se a extremidade móvel desta travessa ao outro poste, com uma presilha de ferro ou madeira.

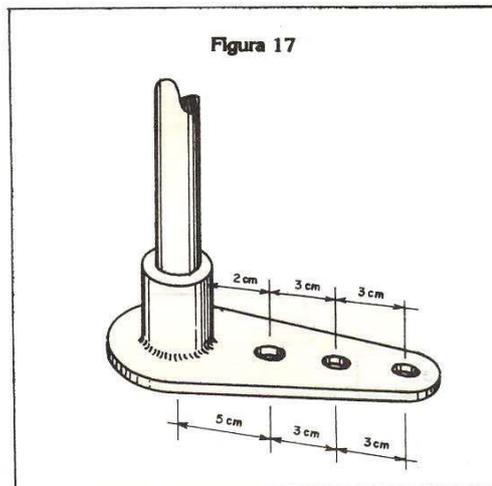
Outra forma que pode ser empregada com sucesso é o freio de balacas, à semelhança dos utilizados nos automóveis.

7

**Sistema de Transmissão.**

Este sistema permite a transformação do movimento circular horizontal em movimento alternativo horizontal e compõe-se de uma luva, três hastes e um cursor de ferro.

Na extremidade inferior do eixo solda-se a luva, que tem na sua base, também soldado, um ferro chato de 18cm de comprimento. Nesta peça são feitos três furos com bitola 5/16" conforme figura nº17.

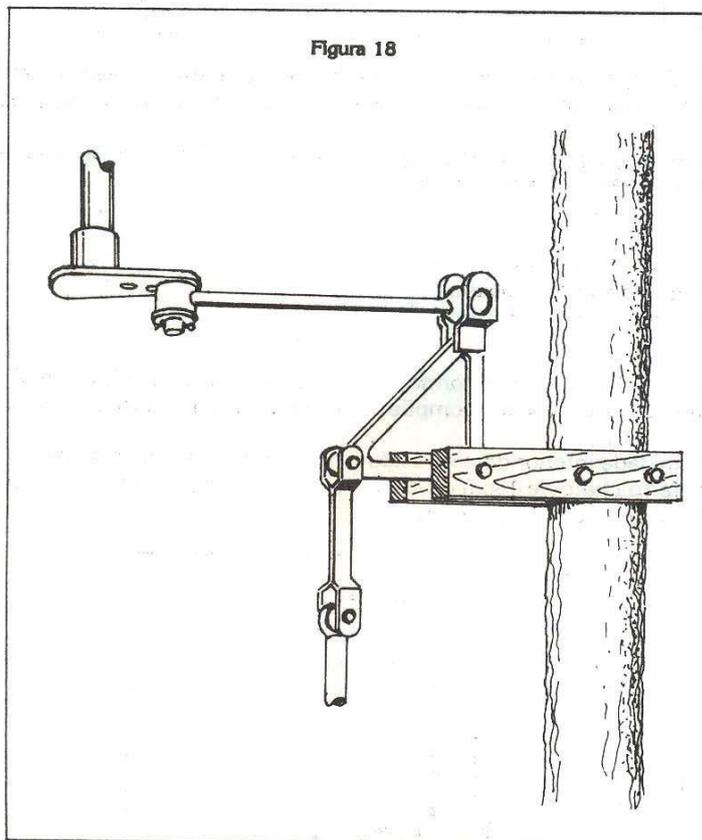


O deslocamento do êmbolo (curso da bomba) está diretamente relacionado com as distâncias entre o centro do eixo ao centro da cada furo. Assim, se a haste (biela) estiver colocada na posição intermediária, a distância entre o centro do eixo e este furo será de 8cm o que corresponderá a um deslocamento do êmbolo na ordem de 16cm. A este conjunto chamamos de excêntrico.

A conexão entre o excêntrico e o braço intermediário será feita através de um parafuso (5/16"x3") que tem uma porca e duas arruelas entre as duas hastes para evitar o atrito de uma sobre outra. A conexão entre o braço intermediário e o braço da bomba é feita através de um parafuso 5/16"x2". Para determinar um movimento retilíneo horizontal do êmbolo, coloca-se um cursor que é fixado na travessa suporte da bomba.

Para a utilização de bombas de funcionamento vertical é necessário que se acrescentem outras peças móveis com o objetivo de transformar o movimento circular horizontal em movimento alternativo vertical.

A figura abaixo representa o conjunto de peças e movimentos necessários para utilização de bombas verticais (fig. nº18).



8

### **Bomba de Pistão.**

Segundo Azevedo Neto, a bomba de pistão, também conhecida como bomba alternativa ou de êmbolo, foi inventada por Hero, discípulo do físico grego Ctesibius que a concebeu em 200-120 AC.

294

A PRESSA É INIMIGA DA PERFEIÇÃO.

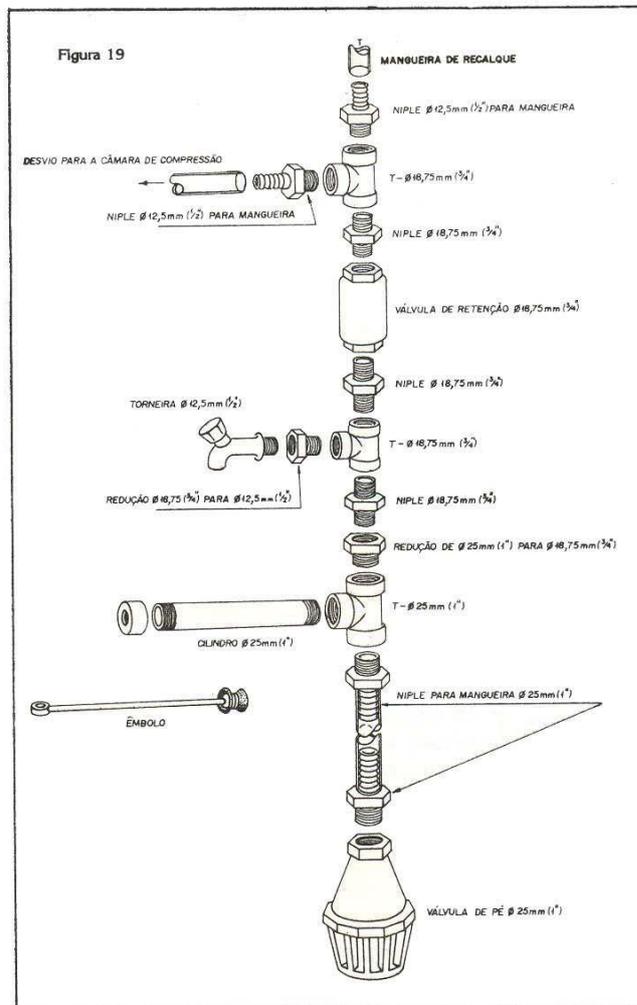
Tecnicamente, estas bombas são conhecidas, segundo Daker, como aspirante-calçante com a condição de auto-escorvar e até em determinados casos funcionar como bombas de ar.

Os materiais para construção desta bomba são disponíveis no comércio e sua montagem caseira permite o domínio da técnica nos diversos níveis de adoção.

O corpo da bomba, em uso, é de cano PVC rígido, de parede grossa tendo em uma das extremidades um "T" (também em PVC) onde se acoplam os canos de sucção e recalque. No interior do cano de PVC se coloca o êmbolo que se encontra fixado ao sistema de transmissão do rotor.

O conduto de sucção vai do corpo da bomba até a fonte de água. Em sua extremidade, coloca-se uma válvula de pé. O conduto de recalque é composto, logo acima do corpo da bomba, por uma válvula de retenção e duas saídas. Uma das saídas destina-se à câmara de compressão, a outra irá alimentar o reservatório, para finalmente chegar ao consumo. Entre a válvula de retenção e o corpo da bomba, deve-se colocar uma torneira com o objetivo de proceder à escorva da bomba quando necessário.

Como se verifica na figura nº 19, esta bomba apresenta o movimento alternativo no sentido horizontal, por melhor se adaptar ao sistema de transmissão do cata-vento.



As bombas de pistão de funcionamento vertical e encontradas facilmente no comércio podem ser utilizadas desde que, para tanto, mude-se o movimento alternativo horizontal em movimento alternativo vertical, conforme mostra a fig. 18.

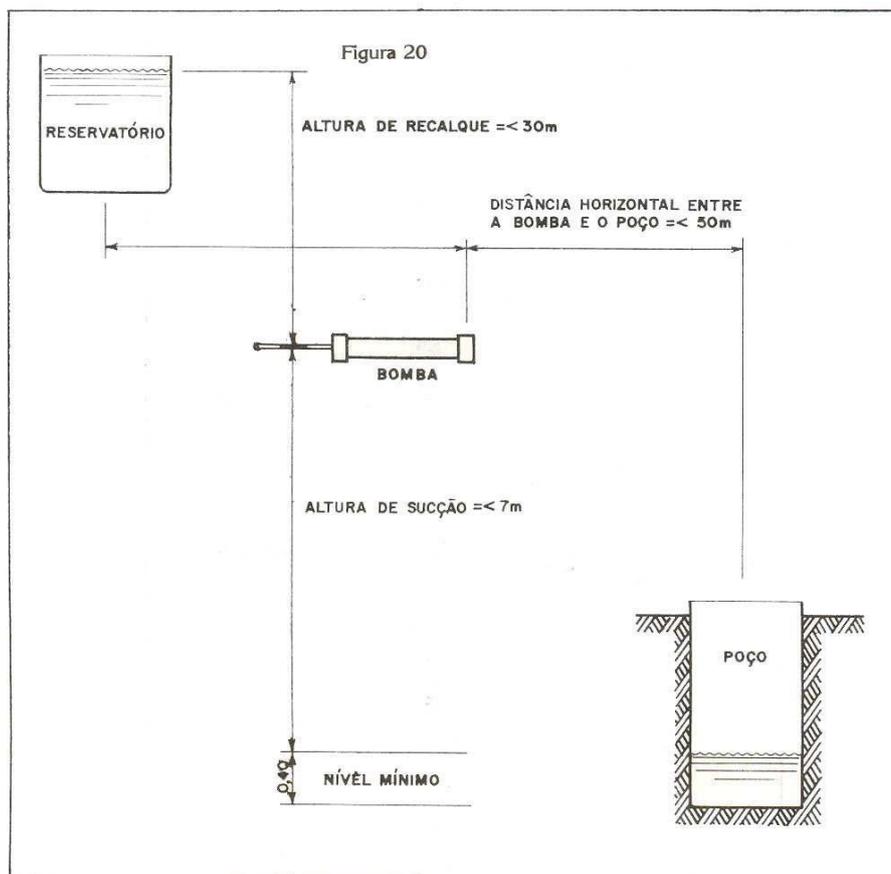
Este sistema de transmissão, por necessitar de um número maior de peças móveis, sempre traz um maior compromisso de manutenção o que vem a favorecer o sistema de transmissão horizontal.

#### Altura de sucção.

É a distância vertical entre a bomba e a lâmina d'água da fonte. Para este tipo de bomba esta altura de sucção não deve ser superior a 7 metros (fig. n.º 20).

Outro fator de grande importância a ser considerado é a distância horizontal entre o ponto de instalação do cata-vento e a fonte d'água. Esta medida se recomenda não ultrapassar os 50 metros. Existem unidades instaladas com uma distância vertical de 6 metros e uma distância horizontal em torno de 45m. Quando estas distâncias se aproximam dos limites, muitas vezes é necessário colocar uma válvula de retenção entre a bomba e a válvula de pé. A válvula de pé, como o nome já indica, vai colocada na extremidade do conduto de sucção em posição perfeitamente vertical e mergulhada na água em torno de 0,40m, para evitar a entrada de microbolhas de ar que iriam acumular na canalização, prejudicando o rendimento.

O conduto de sucção e o êmbolo da bomba, sendo da mesma bitola, com diâmetro de 1" e 3/4", apresentam rendimentos bastante satisfatórios.



#### Altura do recalque:

É a distância vertical entre a bomba e o reservatório de consumo (fig. 20). Esta distância não deve ser superior a 30m. A distância horizontal entre a bomba e o reservatório não se constitui em maior problema. Deve-se observar que quanto maior for a distância vertical, em escala menor deve ser considerada a distância horizontal. Existem unidades instaladas com uma distância vertical de 25m e uma distância horizontal em torno de 300m.

A válvula de retenção, colocada imediatamente acima da bomba, tem a finalidade de reter a coluna d'água existente em todo conduto de recalque. Para os casos até o presente observados, somente esta válvula é necessária para o bom funcionamento do sistema.

O conduto de recalque será sempre menor que o êmbolo da bomba e o conduto de sucção. Para os casos aqui apresentados, utilizaram-se os diâmetros de 3/4"-1/2". A preferência para as bombas com conduto de recalque de 1/2" deve-se ao menor custo e diretamente relacionado com as distâncias verticais e horizontais entre a bomba e o reservatório.

#### Reservatório (caixa d'água)

A entrada do conduto de recalque no reservatório deverá se dar sempre pela parte superior do mesmo. Sua construção pode ser dos mais variados tipos de materiais. Seu volume, entretanto, deve ser tal que tenha condições de armazenar água suficiente para os dias de calmaria em que o cata-vento não apresente boas condições de acionamento.

#### Escorva:

Ficando o cata-vento parado por algum tempo, poderá escapar parte da água contida na canalização de sucção, através da válvula de pé. Isto ocorrendo, dificulta o trabalho da bomba, prejudicando o sistema. Toda vez que este fato ocorrer, deve-se proceder a ESCORVA, que consiste em completar o nível da água no caño de sucção. Este processo é feito através da torneira que está colocada logo abaixo da válvula de retenção, para isto abre-se esta torneira e procede-se lentamente à colocação da água, até que o sistema fique completamente cheio. Após fechar novamente a torneira, o cata-vento pode ser acionado.

#### Retirada de bolhas de ar na canalização:

Algumas vezes, em razão de vedações mal feitas, poderá ocorrer a formação de bolhas de ar no interior da canalização. Este ar impede o deslocamento da coluna d'água comprometendo a eficiência do cata-vento. Neste caso, deve-se proceder à sangria abrindo a canalização junto às válvulas, permitindo a saída da água, ao mesmo tempo em que se vai novamente enchendo as canalizações pelas extremidades superiores dos canos.

#### Câmara de compressão:

As câmaras de ar podem ser usadas tanto na canalização de sucção quanto na de recalque, entretanto, o uso é mais freqüente e necessário na tubulação de elevação.

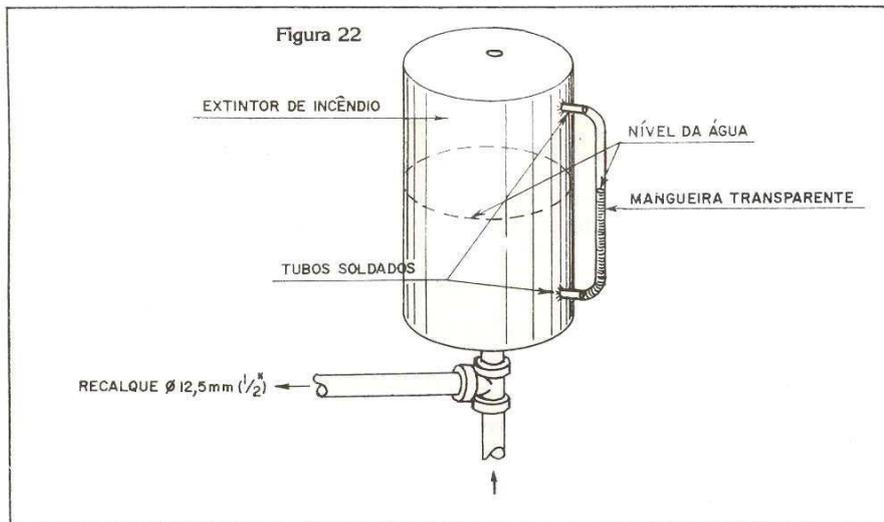
Segundo Daker, são obtidos alguns resultados positivos com a instalação de câmaras de ar na tubulação de sucção, quando as distâncias da fonte à bomba forem superiores a 15m e/ou a altura vertical de aspiração for superior a 6m.

Na tubulação de recalque, entretanto, o emprego da câmara de ar é sempre recomendável. Esse procedimento se fundamenta na importância de evitarmos os movimentos intermitentes, característicos das bombas de pistão.

O ar contido na câmara funciona como uma mola, proporcionando movimentos contínuos no deslocamento da água. Com isto, evitam-se variações bruscas de velocidade, golpes de ariete e vibrações, que redundam em perdas, por atrito na canalização.

A câmara pode ser construída de diversos materiais, desde que apresentem boa resistência e completa vedação. O volume da câmara deve ser aproximadamente 20 vezes o volume da água deslocado pelo êmbolo a cada movimento de aspiração.

O uso de garrafões de 3 litros, para alturas pequenas e extintores de incêndio em desuso, com pequenas adaptações, para alturas maiores, tem apresentado bons resultados (fig. n.º 22).



#### Vedação:

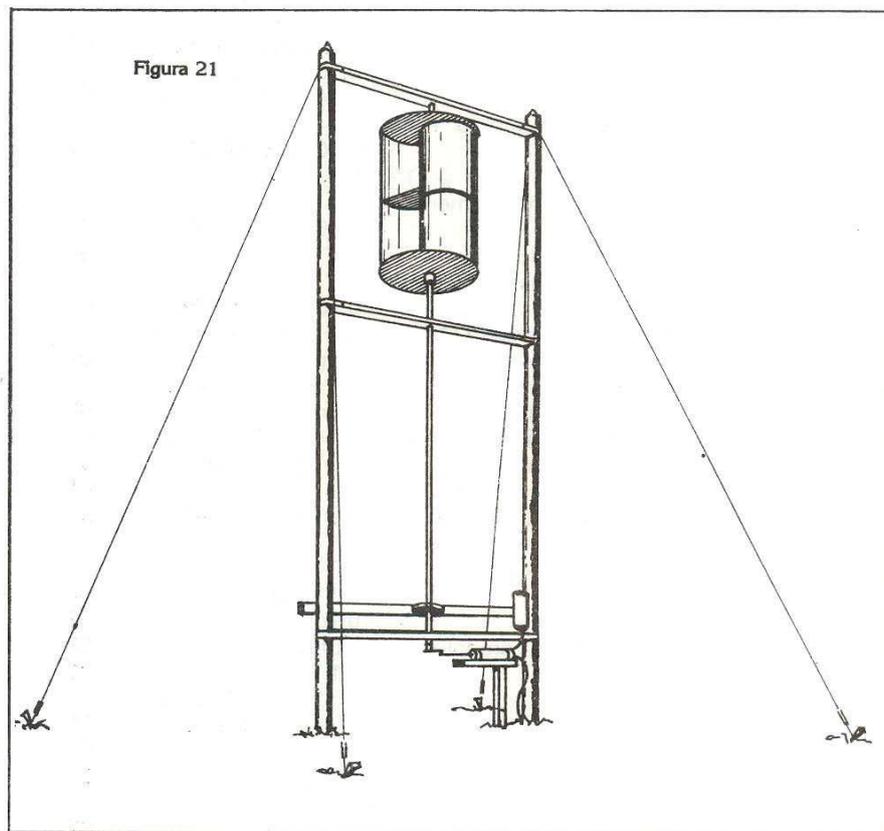
Na oportunidade da instalação dos encanamentos deve-se atentar para que todas as conexões sejam perfeitamente vedadas. Uma junção mal conectada tem provocado o mau funcionamento do sistema e muitas vezes chegando à paralisação total.

Tem-se observado em determinadas situações, pela má vedação efetuada, a formação de bolhas de ar no conduto de recalque. Este fato não permite que a água chegue ao seu destino, embora a bomba apresente um funcionamento aparentemente normal.

Quando tal situação acontecer, deve-se proceder à sangria do sistema para a retirada completa do ar em seu interior.

#### OBSERVAÇÃO IMPORTANTE

Sempre que a altura de sucção for superior a 4m é conveniente proceder ao alongamento do eixo do cata-vento, para localizar a bomba o mais próximo possível da fonte d'água. Desta forma, aumentamos significativamente a eficiência da bomba (fig. n.º 21).



#### MATERIAL UTILIZADO

Item	Discriminações	Dimensionamento	Quantidade
01	Postes de eucalipto	6x0,25m	02
02	Postes de eucalipto	3,0x0,20m	01
03	Travessas de madeira (SUP)	0,08x0,16x2m	01
04	Travessas de madeira (INF)	0,08x0,08x2m	02
05	Travessa de madeira (suporte de bomba)	0,08x0,08x0,60m	01
06	Parafusos fixação travessas	3/8"x7"	04
07	Cinta de ferro	4mmx40mmx1.000mm	02
08	Arame para rabicho + 4 esticadores	60m	01
09	Tonéis de latão	200litros	02
10	Cano galvanizado parede grossa (eixo)	2,7m comp. 0 1,5"	01
11	Chapa preta nº18 ou 20	2x1m	01
12	Chapa preta (retalho)	0,25x0,25x0,004m	02
13	Prancheta ou ferro chato (anel)	3/16"x16x12,6m	
14	Luvas	0,05mx02"	04
15	Luva (apoio do rotor)	0,10mx2"	01

16	Parafusos (porca e arruelas)	0 3/8"x1"	03
17	Polia de madeira	0 0,20x0,004m esp.	01
18	Chapa preta (fixação da luva à polia)	0,15x0,004m	01
19	Parafusos	0 3/8"x3"	04
20	Sarrafo de madeira p/freio + para-fuso 3/8x0,030m	2,30x0,006x0,006m	01
21	Rolamento comum	02"	01
22	Lona de pneu p/revestimento da polia	0,65x0,04x0,005m	01
23	Rolamento de encosto	0 2"	01
24	Prancha ou ferro chato (excêntrico) de 1/4"x7"	0,18x0,02x0,006m	01
25	Haste de ferro com rosca 1/4	0 3/8"x0,30m comp.	01
26	Haste de ferro	0 3/8"x0,40m comp.	01
27	Parafusos (porcas e arruelas)	0 5/16"x2"	01
28	Parafuso (porca e arruela)	0 5/16"x 1 1/2"	01
29	Cursor (guia do braço da bomba)	1/4"	01
30	Cano rígido PVC de parede grossa	0,3m0 1"ou 3/4"	01
31	Braçadeira e parafusos (fixação da bomba)	1"	03
32	Reparo de sola (sola êmbolo)	0 1"ou 3/4"	02
33	Porcas	0 1/4"	02
34	Arruelas (fixação sola êmbolo)	0 5/16"	03
35	"T" (PVC)	0 1"ou 3/4"	01
36	Bucha de redução	0 1"para 3/4"ou 3/4" para 1/2"	01
37	Nipel	0 1"ou 3/4"	01
38	Luva PVC	0 1"ou 3/4"	01
39	Adaptador (conexão mangueira flexível)	0 1" ou 3/4"	02
40	Cano flexível PVC (preto)	0 ou 1" ou 3/4"	★
41	Válvula de pé	0 ou 1" ou 3/4"	01
42	Bucha de redução 3/4" para 1/2" ou	0 1" para 3/4"	02
43	Nipel	0 3/4" ou 1/2"	02
44	Válvula de retenção vertical	0 3/4" ou 1/2"	01
45	Adaptador (conexão mangueira flexível)	0 3/4" ou 1/2"	01
46	Cano flexível PVC (preto)	0 3/4" ou 1/2"	★★
47	"T"	3/4" ou 1/2"	01
48	Garrafão (ou recipiente similar)	5litros	01
49	Fio veda rosca	rolo	01
50	Tubo de cola para PVC	pequeno	01
51	Braçadeiras	1" ou 3/4"	02
52	Braçadeiras	3/4" ou 1/2"	04
53	Torneira	3/4" ou 1/2"	01

**OBSERVAÇÕES:**

\* item 40 - o comprimento dependerá da distância entre a bomba e a tomada d'água.

\*\* item 46 - o comprimento dependerá da distância entre a bomba e o depósito d'água.

As dimensões em que aparecem 2 opções referem-se aos dois modelos de bombas apresentadas.

