

Construção de Ventiladores Centrífugos

Na secagem, na aeração de grãos e nos sistemas que usam ventilação forçada, como as máquinas de separação, de limpeza, de transporte pneumático e mesmo em sistema de renovação ou aquecimento de ar para criação de animais, há necessidade de um componente para criar um gradiente energético que promova o movimento do ar através dos elementos do sistema e do produto. Na secagem de grãos, o ar, além de conduzir o calor, carrega a água evaporada do produto para fora do secador por meio do sistema de exaustão. Já na aeração, a função do ar é de apenas esfriar a massa de grãos, embora, às vezes, carreando pequenas quantidades de água evaporada.

Os ventiladores são máquinas que, por meio da rotação de um rotor provido de pás adequadamente distribuídas e acionado por um motor, permitem transformar a energia mecânica do rotor em formas de energia potencial de pressão e energia cinética. Graças à energia adquirida, o ar torna-se capaz de vencer as resistências oferecidas pelo sistema de distribuição e pela massa de grãos, podendo assim realizar a secagem, o resfriamento, a separação, a limpeza e o transporte do produto.

Neste manual serão apresentadas as técnicas para o dimensionamento e construção de ventiladores centrífugos de pás retas e um exemplo de um ventilador simples, que pode ser usado para complementar o terreiro híbrido, para alguns secadores de café ou em sistemas de aeração.

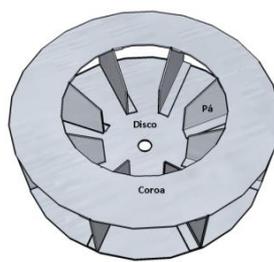
7.1. O Ventilador Centrífugo

Um ventilador centrífugo é caracterizado pela forma com que o ar entra na caixa ou voluta do sistema e também pela capacidade de vencer grandes resistências ao fluxo de ar. Diferentemente dos ventiladores axiais ou ventiladores de hélice (Figura 262a), nos quais o ar entra e sai paralelamente ao eixo do motor ou da carcaça tubular e só mantém o fluxo em sistemas de baixa resistência, nos ventiladores centrífugos o ar entra no sistema paralelamente ao eixo do rotor (Figura 262b) e é descarregado perpendicularmente à direção de entrada do ar (Figura 263). O rotor pode ser fabricado com as pás curvadas para trás, para frente ou radiais, com pás retas (Figuras 262b e 264).

Como mencionado, neste manual serão detalhados apenas os ventiladores centrífugos com rotores de pás radiais retas (Figura 264), por serem de fácil construção. Para mais detalhes sobre ventiladores, recomenda-se a leitura do capítulo 10 do livro “Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas” ou o livro “Compressores”, de Ennio Cruz da Costa.



(a)



(b)

Figura 262 - Tipos de rotores usados no pré-processamento de produtos agrícolas: (a) axial e (b) centrífugo.

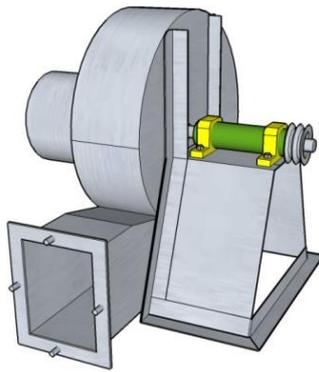


Figura 263 - Aspecto geral de um ventilador centrífugo.

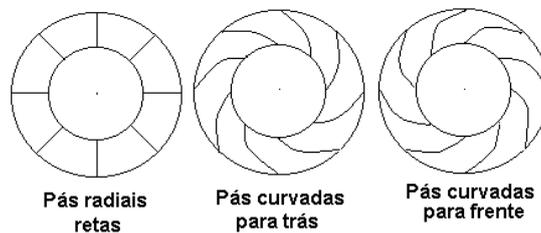


Figura 264 - Modelos mais comuns de pás de rotores centrífugos.

7.2. Usos dos Ventiladores na Secagem

Existem duas maneiras de reduzir o tempo de secagem dos produtos agrícolas:

- Aumentando a vazão de ar que passa através do produto, aumenta-se a quantidade de água evaporada, ou seja, a velocidade de secagem, até certo ponto, é proporcional ao fluxo de ar.
- Aumentando a temperatura do ar de secagem, a capacidade do ar de absorver água é aumentada, isto é, aumenta-se o seu potencial de secagem.

Em sistemas de secagem que usam baixas temperaturas, como nos silos secadores, a secagem deve acontecer em um tempo tal que não predisponha à deterioração as camadas superiores da massa de grãos.

A utilização de uma fonte auxiliar de calor para aquecimento do ar de secagem pode inviabilizar economicamente esses sistemas, bem como provocar supersecagem do produto. Assim, o cálculo do fluxo de ar e a utilização de ventilador adequado são o modo mais prático e eficiente de controlar o tempo de secagem.

7.3. Grandezas Características

Existem certas grandezas importantes para o funcionamento e para o desempenho dos ventiladores. Com uma combinação adequada dessas grandezas, é possível escolher corretamente o melhor tipo de ventilador para determinadas condições de operação. Por caracterizarem as condições de funcionamento do ventilador, essas grandezas são conhecidas como Grandezas Características. São elas:

- número de rotações por minuto, n , ou a velocidade angular (radianos por segundo);

- diâmetro de saída do rotor, D;
- vazão, Q;
- altura de elevação (útil, total de elevação e motriz);
- potências (útil, total de elevação e motriz); e
- rendimentos (hidráulico, mecânico e total).

Altura de Elevação

A altura de elevação representa o desnível energético entre dois pontos e é expressa em altura de coluna fluida, que normalmente é dada em mmCA (milímetros de coluna d'água). A altura total de elevação, H_t , é a energia total cedida pelo rotor do ventilador ao ar. Uma parte desta energia, h , perde-se no próprio ventilador por atrito e turbilhonamento (perdas hidráulicas). Com isso, a altura útil, H , é definida por: $H = H_t - h$, ou seja, a energia adquirida pelo fluido durante sua passagem através do ventilador.

A altura motriz de elevação, H_m , é a energia mecânica fornecida pelo eixo do motor. Como toda esta energia não é aproveitada pelo rotor para transferir ao ar a energia H_t , uma parte dela se perde sob a forma de perdas mecânicas, H_p , nos mancais e na transmissão por correia. Assim, pode-se escrever:

$$H_m = H_t + H_p$$

Potências

A potência é a energia fornecida para efetuar trabalho na unidade de tempo. Portanto, a cada altura de elevação existe uma potência com a mesma designação:

- Potência Útil - é a potência adquirida pelo ar durante sua passagem pelo ventilador.
- Potência Total de Elevação - é a potência fornecida ao ar pelas pás do rotor.
- Potência Motriz, Mecânica ou Efetiva ou ainda "Brake Horse-Power" (BHP) - é a potência fornecida pelo motor ao eixo do ventilador.

A potência de um fluido é dada pela equação 1:

$$N = p_e \cdot Q \cdot H \quad \text{eq.5}$$

em que:

N - potência (útil, total ou motriz), Watts;

p_e - peso específico do fluido, N/m^3 ;

Q - vazão do fluido, m^3/s ; e

H - altura de elevação (útil, total ou motriz), metro de coluna de fluido.

Tem-se ainda que:

$$H = (\text{pressão } (N/m^2)) / \text{peso específico } (N/m^3) \quad \text{eq.6}$$

Rendimentos

Rendimento é a relação entre potência aproveitada e fornecida. No caso dos ventiladores, têm-se:

Rendimento hidráulico (Rh)

Rendimento mecânico (Rm)

Rendimento total = mecânico x hidráulico (Rt)

Rendimento volumétrico (Rv)

Todas as relações matemáticas para determinação de rendimentos podem ser vistas no capítulo 9 do livro “Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas”, em Silva (2008).

7.4. Especificações dos Ventiladores

Os ventiladores são especificados segundo a vazão de ar fornecida (Q) e a pressão total aplicada ao ar (H). A vazão é determinada em função do tempo de operação. A pressão total aplicada ao ar indica a energia total recebida pelo ar; graças a ela, o ar pode escoar ao longo de tubulações ou dutos e vencer as resistências oferecidas pelas chapas perfuradas e pela camada do produto. A pressão total pode, então, ser dividida em duas parcelas, ou seja, pressão estática (He) e pressão dinâmica (Hd).

A pressão fornecida ao ar deve ser maior que a queda de pressão ocorrida no sistema. No caso de sistemas de secagem ou aeração de grãos, as quedas de pressão ocorrem nos dutos de distribuição do ar, na chapa perfurada do piso e na camada do produto que está sendo secado ou resfriado. Mais detalhes podem ser encontrados em Silva (2008).

7.5. Queda de Pressão no Produto

A resistência ao escoamento do ar, quando este está atravessando uma camada de grãos ou similares, depende de características da superfície do produto (rugosidade), forma e tamanho das impurezas presentes na massa de grãos, configuração e tamanho dos espaços intersticiais na massa, tamanho e quantidade de grãos quebrados e altura da camada.

Os dados da queda de pressão ocasionada pelo produto são empíricos e normalmente apresentados na forma de gráficos e equações. Para fluxos de ar de 0,6 a 12 m³/min.m², pode-se utilizar a equação:

$$\Delta P_g = (a \cdot Q^2 \cdot hg) / \ln(1 + b \cdot Q) \quad \text{eq. 7}$$

em que:

ΔP_g = queda de pressão devido à resistência do produto, mmca;

Q = fluxo de ar, m³/min.m²;

hg = altura da massa, m; e

a, b = constantes que dependem do produto (Tabela 9).

Em um sistema de secagem de grãos bem projetado, mais de 90% da resistência ao fluxo de ar acontece na camada de grãos e menos de 10% nos canais de distribuição de ar e na chapa perfurada.

Tabela 9 - Constantes a e b para diversos produtos (equação 6)

Produto	a	b
Arroz em casca	0,722	0,197
Aveia	0,718	0,243
Café Pergaminho	Usar os valores para soja	
Café Coco	0,017	3,900
Milho	0,583	0,512
Soja	0,333	0,302
Trigo	0,825	0,164

7.6. Queda de Pressão na Chapa

Nos silos, a massa de grãos é sustentada por chapas perfuradas, que causam a queda de pressão do ar ao passar por elas.

Quando a perfuração da chapa for menor do que 10% da área total, a queda de pressão deve ser levada em conta e calculada. Para valores superiores até 25%, ela é desprezível. Taxa de perfuração acima de 25% compromete a resistência da chapa.

Para obter melhor distribuição e impedir a vedação dos furos pelos grãos, é preferível número maior de perfurações de pequeno diâmetro a um pequeno número de perfurações de maior diâmetro, para a mesma porcentagem de área perfurada.

7.7. Queda de Pressão em Dutos

A queda de pressão que ocorre quando se movimenta o ar em um duto é devida a atrito nas paredes (fricção), restrição ao fluxo, mudanças de direção, cotovelos e alargamentos e/ou contrações da área da seção transversal do duto. O cálculo dessas perdas foge ao objetivo deste manual, e os valores reais podem ser encontrados em tabelas apresentadas em compêndios sobre mecânica dos fluidos.

7.8. Curvas Características dos Ventiladores

Apesar de equações disponíveis e de vários fundamentos físicos, não é fácil estudar a interdependência entre as grandezas características dos ventiladores baseando-se em considerações puramente teóricas. Em vista disso, recorre-se a ensaios de laboratórios que permitem expressar a variação de uma grandeza em função da outra, em forma de gráficos ou tabelas, possibilitando fácil e rápida escolha do ventilador e uma análise de seu comportamento em função das variações nas grandezas representadas.

Assim, se deseja construir ventilares centrífugos de pás radiais retas para comercialização, monte um sistema de provas para caracterizar o seu produto ou recorra a um laboratório específico para caracterizar os modelos fabricados. As curvas que representam a dependência entre duas grandezas, uma vez fixadas as demais, são denominadas CURVAS CARACTERÍSTICAS, e as mais importantes são:

- Para um valor de n (rpm) constante, variação das grandezas H (pressão total), N_m (potência em CV) e R_t (rendimento total) em função da vazão Q (Vazão); e
- Variação das grandezas H_t , Q , N_m e R_t (η) em função do número de rotações n (rpm).

Segundo Costa (1978), os testes para ventiladores podem ser executados como é padronizado pela Air Moving and Conditioning Association (AMCA) (Figura 265).

O duto conectado ao ventilador tem comprimento dez vezes maior que seu diâmetro. A válvula cônica serve para regular a resistência ao escoamento de ar, permitindo a variação da vazão. A vazão e a pressão são medidas com o auxílio do tubo de Pitot e manômetro.

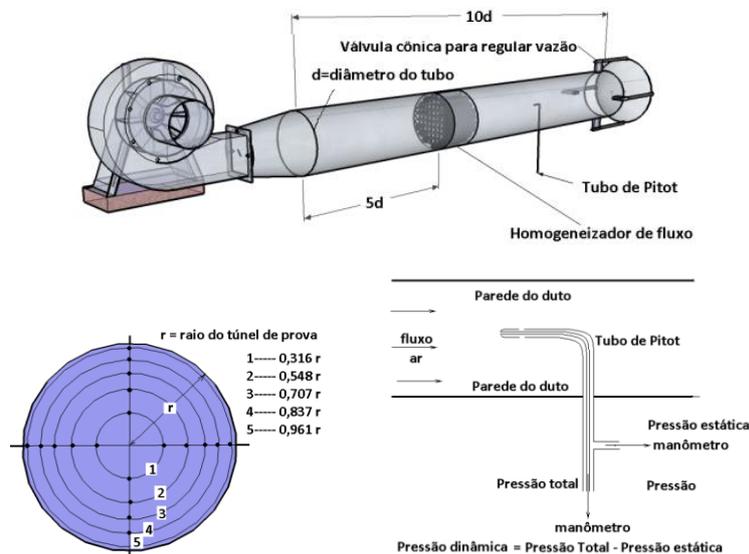


Figura 265 - Esquema básico para obtenção de curvas características de ventiladores.

7.9. Curva Característica do Sistema

Se for fabricar um secador ou um terreiro híbrido, por exemplo, devem-se determinar todas as quedas de pressão nos diversos componentes do sistema, em função da vazão de ar que deverá ser fornecida. Com isso, é possível plotar os dados em um gráfico, H versus Q , que é denominado Curva Característica do Sistema.

Como mencionado, para vencer as forças de resistência ao fluxo de ar, o ventilador deverá fornecer uma quantidade de energia que se perderá. Deve-se, portanto, sobrepor a curva característica principal do ventilador, $H = f(Q)$, à curva característica do sistema. O ponto de encontro das duas curvas fornecerá as raízes comuns às equações das duas funções, caracterizando, portanto, os valores de Q e H_e com os quais o ventilador associado àquele determinado sistema irá operar (Figura 266).

Quando houver necessidade de aumentar o fluxo de ar em determinadas situações (como secagem em silos, por exemplo), pode-se optar pelo uso de dois ventiladores em paralelo; nesse caso, deve-se lembrar de que os ventiladores devem ser semelhantes.

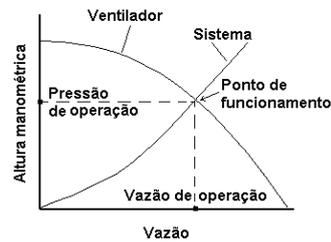


Figura 266 - Determinação do ponto de funcionamento do conjunto (ventilador-sistema de distribuição e produto).

7.10. Ventilador Centrífugo de Pás Radiais

Desse ponto em diante, além dos passos para calcular um ventilador centrífugo de pás radiais, serão mostrados os passos para construir um ventilador que pode ser adaptado aos secadores de camada fixa e terreiro secador modelos UFW, bem como aos secadores para até 10.000 litros de café. Para mais detalhes a respeito desses passos e para cálculo de outro tipo de ventilador, recomenda-se Costa (1978).

Valores predeterminados:

Q - vazão, m³/s;

H - pressão total a ser vencida, mmCA;

Ângulo da pá na saída do rotor = 90°;

Ra - rendimento adiabático = 0,70;

Rh - rendimento hidráulico = 0,70; e

Rm - rendimento mecânico = 0,85.

Ordem dos cálculos:

- Primeiro passo: velocidade absoluta do ar à saída do rotor (C):

$$C = 4,04 (H)^{1/2}, \text{ m/s}$$

- Segundo passo: diâmetro interno do rotor (D1):

$$D1 = 2 (Q/C)^{1/2}, \text{ m}$$

- Terceiro passo: diâmetro externo do rotor (D2):

$$D2 = 1,20 D1$$

- Quarto passo: número de rotações por minuto do rotor (N):

$$N = (60 \cdot U2) / (3,14 \cdot D2)$$

em que:

$$U2 - \text{velocidade tangencial do rotor} = C/1,15, \text{ (m/s).}$$

- Quinto passo: largura das pás do rotor na saída (L2) e na entrada (L1):

$$L2 = 0,2 D2$$

$$L1 = L2$$

- Sexto passo: velocidade à entrada do rotor:

$$C1 = Q / (3,14.Rh.D1.L1), \text{ m/s.}$$

- Sétimo passo: velocidade tangencial de entrada no rotor (U1):

$$U1 = (3,14. D1 . N) / 60, \text{ (m/s).}$$

- Oitavo passo: ângulo de entrada das pás (β_1) = 90° .
- Nono passo: número de pás - varia de 10 a 20.
- Décimo passo: traçado da voluta ou difusor.

Um processo prático para o traçado da espiral de Arquimedes é efetuado com quatro arcos de círculos (Figura 267) e será visto, mais adiante, neste manual. O processo consiste em traçar um quadrado auxiliar, cujo lado equivale a 10% do valor do diâmetro externo do rotor, e centrá-lo no eixo deste. Considerando a Figura 267, o quadrado auxiliar será centrado no ponto 0 (zero), e a distância do vértice (a) ao ponto (ponto 1) será, então, de aproximadamente 0,85 vez o valor do diâmetro externo do rotor. Assim, com o centro no vértice (a) do quadrado auxiliar e o raio igual a 0,85 vez o diâmetro externo do rotor, traça-se o arco 1-2 (ponto 1, ponto 2). Em seguida, com o centro no vértice (b), traça-se o arco 2-3 (ponto 2, ponto 3). Com o centro em (c), traça-se o arco 3-4 (ponto 3, ponto 4), e, com o centro no vértice (d), traça-se o arco 4-6 (ponto 4, ponto 6).

O estrangulamento da voluta (no ponto 5), denominado “beco da voluta”, é igual a 0,06 vez o diâmetro externo do rotor.

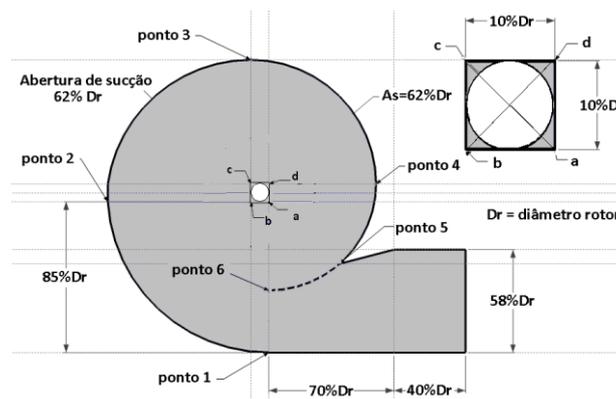


Figura 267 - Esquema para o traçado da voluta (espiral de Arquimedes).

7.11. O Ventilador e sua Construção

Nos secadores tradicionais, onde se usam fluxos de ar aquecido para remoção da água dos grãos, a característica do ventilador é muito importante para o bom funcionamento do sistema de secagem. O ventilador deve ser projetado para vencer a resistência oferecida por uma camada de produto, a uma determinada temperatura, à passagem de um determinado fluxo de ar e, acima de tudo, deve ser construído com

materiais resistentes ao calor e a substâncias com potencial corrosivo. Para atender a essas exigências, o aço inoxidável é recomendado e mais econômico no médio prazo.

Os secadores de camada fixa e de fluxos concorrentes, o terreiro secador, as fornalhas e os lavadores de café e os kits para secagem em silos, projetados na UFV, foram idealizados para serem construídos potencializando os materiais disponíveis na própria fazenda. Entretanto, é possível que surjam problemas na hora de adquirir equipamentos especiais, como fornalhas ou mesmo um ventilador, como o que será mostrado neste manual. Quase sempre há necessidade de grandes deslocamentos, onerando ainda mais um componente, que, além de caro, pode não apresentar as características desejadas.

O ventilador descrito a seguir é apropriado para o secador de camada fixa de 5 m de diâmetro (Figura 83), para o terreiro secador de 7.000 litros (Figura 61) e para o sistema combinado (Figura 113) composto por um pré-secador (terreiro secador de 2.500 litros) e um secador pneumático de fluxos concorrentes de 3.000 litros de capacidade.

Descrição do Ventilador

O ventilador é formado pelos seguintes componentes:

- a) **Eixo motriz** – peça que, presa ao suporte do conjunto, tem como função permitir e suportar o giro do rotor em torno de 1.700 rotações por minuto. Apesar de menos recomendado, devido à substituição do motor em caso de pane, o eixo motriz (Figura 268) pode ser substituído pelo acoplamento do rotor diretamente ao eixo do motor.
- b) **Rotor** – peça fixada na extremidade do eixo motriz. Esta peça tem como função produzir e direcionar o fluxo de ar. O rotor é composto de disco principal, pás e coroa ou anel (Figura 269).

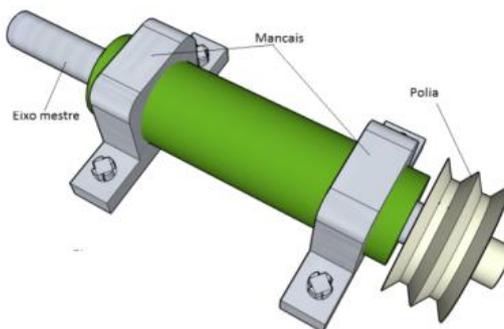


Figura 268 - Eixo motriz, mostrando mancais e polia.

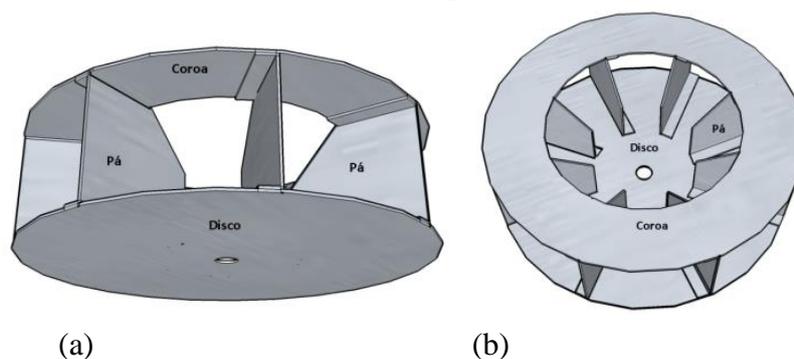


Figura 269 - Rotor, mostrando o disco principal (a), as pás e o anel (b).

c) **Voluta ou Caixa Coletora** – este componente tem como finalidade captar o ar que entra e que sai do rotor. É composta por: lateral de sucção, lateral motora, entrada de ar ou distribuidor e janela de manutenção (Figura 270).

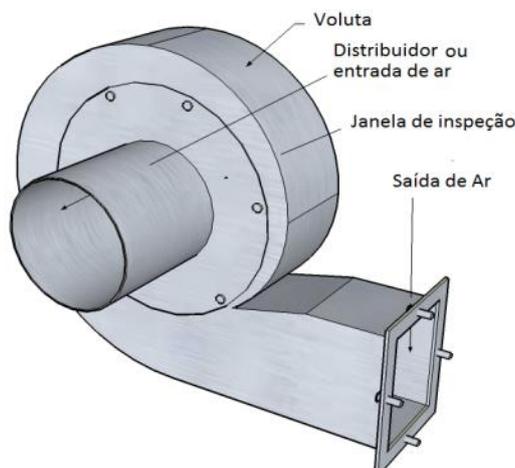


Figura 270 - Voluta ou caixa coletora e seus componentes.

Construção e detalhes dos componentes

Além de se ter à disposição uma oficina com materiais e ferramentas apropriadas para a construção do ventilador, as especificações, os detalhes e as notas explicativas fornecidas a seguir devem ser cuidadosamente seguidos para que se obtenha um resultado satisfatório. Se o objetivo for construir ventiladores para fornecimento a clientes, é conveniente construir o túnel de provas e equipamentos de medição (Figura 265) para caracterização do ventilador e/ou de um sistema fornalha-ventilador, por exemplo, como na Figura 266.

Eixo

Utilizar eixo de serra de 1 1/2", que é de mais fácil obtenção no comércio, ou construir um eixo comum de 1 1/2" montado em mancais com rolamentos de esferas, que apresentam custos praticamente iguais (Figura 268). Caso seja de interesse, o sistema pode ser acoplado diretamente ao eixo do motor (Figura 271). Nesse caso, pode ocorrer o inconveniente de uma substituição lenta e problemática do motor, devido a uma pane elétrica ou mecânica do conjunto motor/rotor.

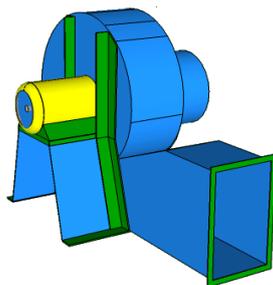


Figura 271 - Ventilador com rotor montado no eixo do motor.

Rotor

Para efeito de construção, o rotor é dividido em três partes:

- Disco principal** – para os propósitos deste manual, devem ser construídos em chapa inox de 3,0 mm e com 50 cm de diâmetro. Para outros ventiladores, calcule o diâmetro e construa as outras partes proporcionalmente a este (Figura 267). Deve-se retificar o furo central e as bordas em torno mecânico ou aperfeiçoar manualmente o acabamento, evitando empenos no disco, para não comprometer o balanceamento do conjunto (Figuras 272 a 274).
- Coroa ou anel** – é o espaço compreendido entre os raios internos e externos que limitam os canais do rotor (Figuras 272 e 273); deve ser construído em chapa com espessura de 2 mm. Vários canais radiais são formados pela junção do disco principal com as pás e o anel metálico; estes canais dão estabilidade e direcionamento ao fluxo de ar.
- Pás** – são peças metálicas soldadas ao disco principal. No presente caso, elas são dispostas radialmente e equidistantes entre si, construídas com chapa inox de 2 mm. Em número de oito a doze, as pás devem ter as dimensões mostradas na Figura 274a, ou, em caso de serem construídos ventiladores de tamanhos diferentes dos aqui propostos, devem-se seguir as dimensões sugeridas na Figura 274b.

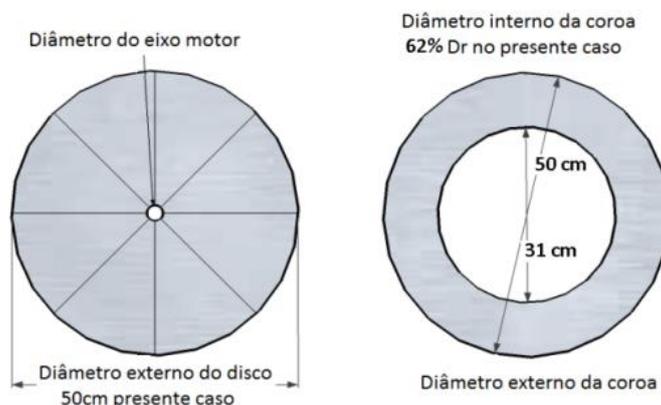


Figura 272 - Detalhes do disco principal, destacando-se os locais para assentamento das pás e do anel externo do rotor ou coroa.

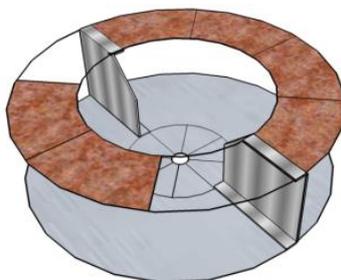
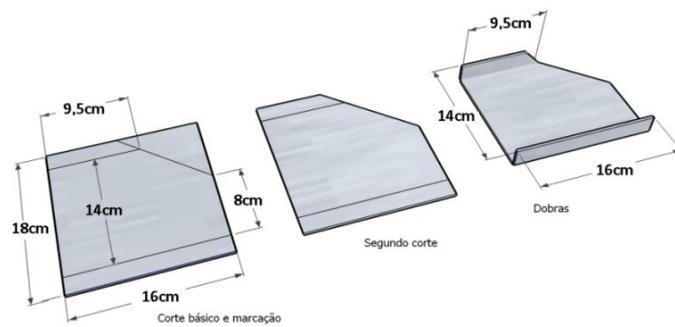
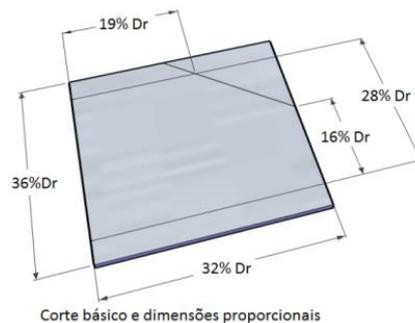


Figura 273 - Detalhes do posicionamento das pás entre o disco e o anel do rotor.



(a)



(b)

Figura 274 - Dimensões e detalhes de cortes e dobra da pá (a) e dimensões proporcionais ao diâmetro do rotor (b).

Voluta ou caixa coletora

No exemplo apresentado, para efeito de construção, optou-se pela forma espiralada, como mostra a Figura 267. A seção transversal da voluta, no presente caso, terá a forma retangular e será construída em chapa de aço, preferencialmente inox 304 de 1,5 mm, soldada, se possível, com solda TIG. Suas partes são definidas a seguir e mostradas nas Figuras 275 a 279:

- a) **Lateral de sucção:** nela é encaixado o distribuidor de entrada de ar (Figura 270).
- b) **Lateral motora:** é o lado da voluta em que é preso o suporte do eixo (Figuras 276 e 277).
- c) **Entrada de ar ou distribuidor:** tem como finalidade direcionar o ar de maneira uniforme para os canais do rotor. Para facilitar sua construção, o distribuidor terá a forma cilíndrica (Figuras 261 e 282) e será construído em chapa inox de 2 mm.
- d) **Janela de manutenção:** abertura na parte superior da caixa coletora ou na lateral de sucção que serve para a passagem do rotor durante a montagem e manutenção do sistema. É fechada com chapa inox de 2 mm e parafusos de rosca soberba (Figura 282).

7.12. Montagem dos Componentes

Apresenta-se, a seguir, um modo prático e econômico para cortar as laterais da caixa coletora, o balanceamento do rotor e o acabamento.

a) **Traçado das laterais (motora e de sucção):** como dito anteriormente, um processo prático para traçar as laterais da caixa coletora de seção transversal retangular é o de Arquimedes, efetuado com quatro arcos de círculo (Figuras 267 e 276).

O ideal é adquirir chapas em dimensões comercialmente fornecidas de 120 x 200 cm. Inicialmente, procure retirar uma peça de 22 cm por 200 cm, como na Figura 275 (faixa azul). Em seguida, divida o restante da chapa em duas partes de 98 x 100 cm. Uma parte será usada para construir a lateral motora (esquerda da Figura 275) e a outra, a lateral de sucção (direita da Figura 275). De cada chapa deve-se retirar um segmento de 22 x 69 cm (cores verdes na Figura 267). As peças de 22 cm de largura serão usadas para unir as laterais da voluta (Figura 270).

Depois de remover a tira de 22 x 200 cm e dividir o restante da chapa ao meio, cada metade, com 98 x 100 cm, ficará conforme apresentado na Figura 277. Para o desenvolvimento da voluta pelo método de Arquimedes, toma-se o lado do quadrado auxiliar de construção a-b-c-d igual a 10% do diâmetro do disco principal, que no presente caso é de 5,0 cm. Para o bom aproveitamento da chapa, o ponto (1) deverá ser marcado a 45 cm do ponto 0 (zero), na borda inferior da chapa. O ponto (a) deverá ser marcado sobre a perpendicular, na face inferior, a partir do ponto (1) na Figura 276. O quadrado auxiliar deverá ter os lados paralelos às bordas da chapa de 98 x 100 cm.

Com o centro no vértice (a) e abertura (a-1), traça-se o arco 1-2; com centro em (b) e abertura (b-2), traça se o arco 2-3; com centro em (c) e abertura (c-3), o arco 3-4; e com centro em (d) e abertura (d-4), o arco 4-6. Devem ser obedecidas as proporções dadas na Figura 276, para interromper o corte das laterais no ponto 5. Portanto, para iniciar o traçado do arco 1-2, o raio a-1 deve ter o valor de 42,5 cm para um ventilador cujo rotor deve ser de 50 cm, como no presente caso. Sempre que possível, é aconselhável fazer um molde, para evitar que, em caso de erro, uma chapa de aço inox, principalmente, seja parcialmente desperdiçada. O molde permitirá aproveitar o máximo de cada chapa e poderá ser aproveitado no caso de construção de ventiladores semelhantes.

A Figura 277 mostra os detalhes da lateral motora cortada e que servirá de molde para a lateral de sucção, que deverá possuir uma abertura circular de 52 cm de diâmetro, a fim de permitir a passagem do rotor e receber o conjunto janela de inspeção com a entrada de ar. Como o nome está indicando, a janela de inspeção permite acesso ao interior do ventilador nos casos de limpeza e manutenção mecânica.

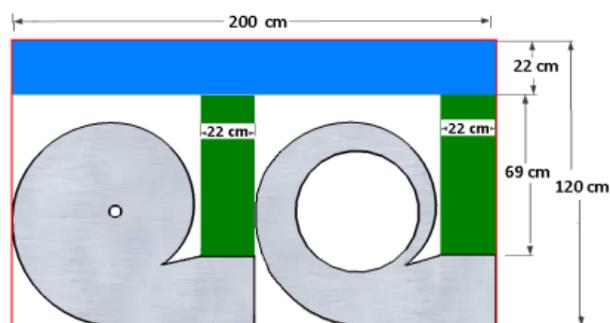


Figura 275 - Detalhes para o corte econômico da chapa.

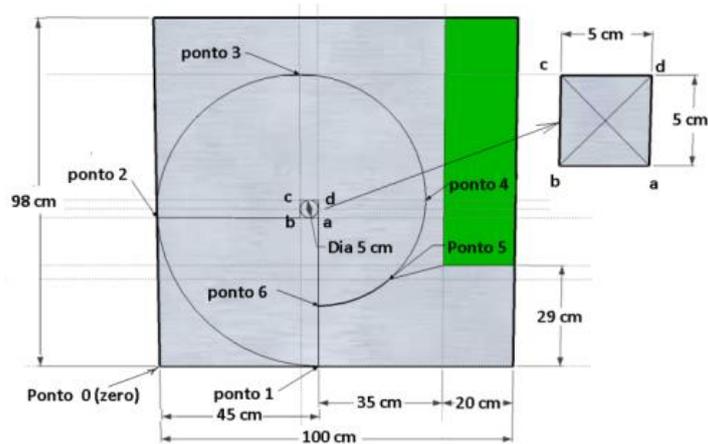


Figura 276 - Traçado das laterais pelo método de Arquimedes (lateral de sucção).

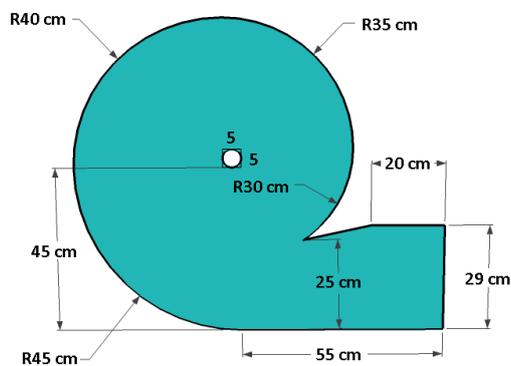


Figura 277 - Lateral motora e suas dimensões básicas (em cm).

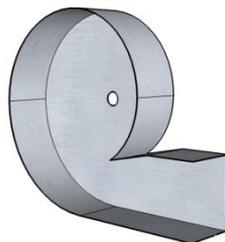


Figura 278 - Lateral motora montada na envolvente (fase inicial da montagem).

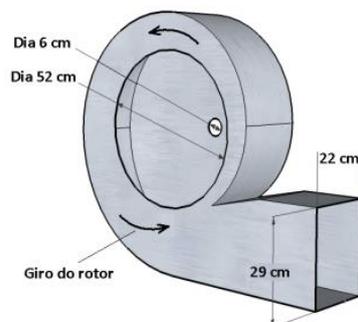


Figura 279 - Lateral motora e de sucção montada na envolvente (segunda fase da montagem).

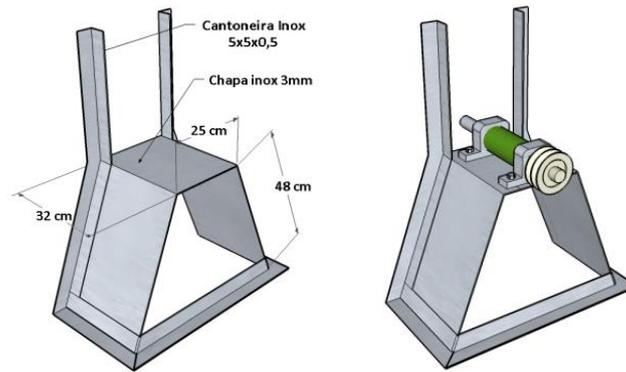


Figura 280 - Suporte do conjunto e suas dimensões e eixo (terceira fase).

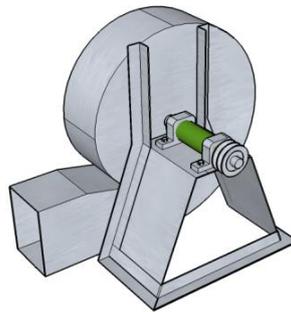


Figura 281 - Montagem da voluta sobre o suporte (quarta fase).

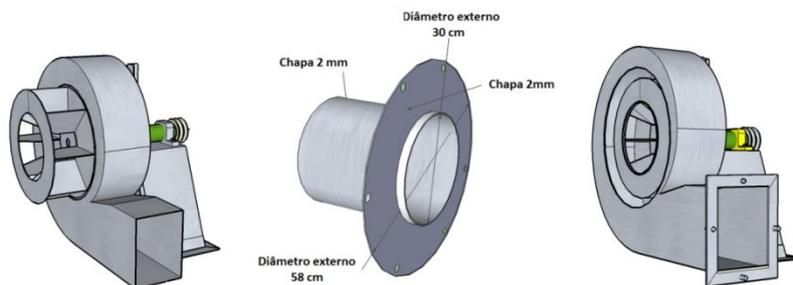


Figura 282 - Detalhe da lateral de sucção, mostrando o rotor montado e pronto para receber o distribuidor de ar.

- b) **Balaceamento do rotor:** como o rotor irá girar em torno de 1.700 rpm, é necessário que seu balaceamento seja correto para que não haja vibrações, garantindo, assim, maior durabilidade do eixo e dos rolamentos. Um rotor balaceado dificilmente irá parar na mesma posição depois de girar livremente sobre o eixo. No caso do rotor não balaceado, a parte mais pesada (ponto desbalanceado) irá parar sempre na posição inferior (devido à força da gravidade). Para balacear, contrapesos metálicos são colocados na posição oposta ao ponto desbalanceado. Encontrado o ponto próximo ao equilíbrio, devem-se soldar os contrapesos e verificar o balaceamento, até encontrar um equilíbrio adequado.
- c) **Acabamento:** terminados os trabalhos de solda, faz-se o acabamento do ventilador. Para a pintura, deve-se usar tinta resistente a altas temperaturas, que é feita antes da montagem final do ventilador. Deve-se, também, desenhar em uma parte bem visível (por exemplo, na parte alta da lateral motora) uma seta, indicando o sentido de giro. Comandado pela polia motora, o giro deve coincidir com o movimento dos ponteiros do

relógio (sentido horário). Para isso, a voluta deve ser montada de tal maneira que a boca de saída do ar esteja na parte inferior e à esquerda da lateral motora (Figura 283). Caso seja utilizado um eixo do tipo serra circular, deve-se trocar o lado da lateral motora (Figura 284). O eixo de serra possui rosca esquerda e, portanto, deve girar no sentido anti-horário.

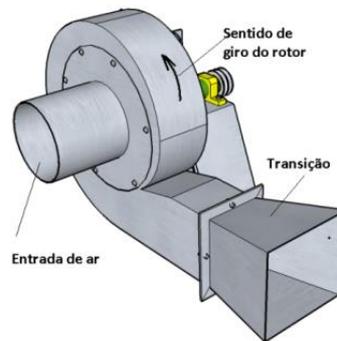


Figura 283 - Vista final do ventilador, com detalhe do eixo e sentido de giro para eixo comum.

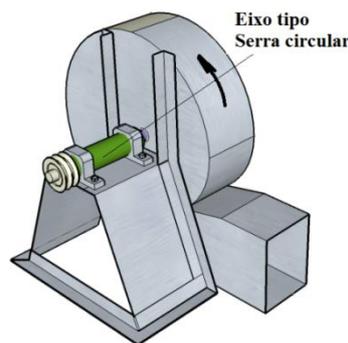


Figura 284 - Vista final do ventilador, com detalhes do eixo tipo serra circular.

Para evitar acidentes e garantir o funcionamento correto do ventilador, antes de fazê-lo funcionar, o montador deve verificar o giro do motor sem acoplar as correias de transmissão. O rotor é acoplado ao eixo de modo semelhante ao da serra circular, isto é, a porca do eixo é do tipo “rosca esquerda”. Se o sentido de giro não for obedecido, o rotor não ficará retido ao eixo, podendo causar danos e até mesmo um acidente.

7.13. Materiais Necessários

- eixo de serra de 1 ½” ou eixo comum de 1 ½”, mancais com rolamentos de esferas;
- 3 m² de chapa preta n° 16;
- 2 m² de chapa preta n° 8;
- 1 m² de chapa preta n° 12;
- 12 parafusos com porcas 5/16”;
- 28 parafusos com rosca soberba de 3/16” x ½”;
- quatro parafusos de 2” x ½”, para fixação do eixo;
- 1 kg de eletrodo (solda elétrica) de 2,5 mm;

- 2 litros de tinta para superfície metálica;
- 1 litro de solvente “Thinner”; e
- 20 kg de cantoneiras de ferro, com abas iguais, 1 ½” de espessura de 1/8”, para construção do suporte do motor e voluta.

[VOLTAR](#)