



NO AR,
AO SEU LADO,
INOVAMOS
SEMPRE.

MANUAL DO PRODUTO

Modelo de Ventiladores Disco e Anel para Torres de Resfriamento

Manual técnico de ventiladores industriais aplicados em sistemas de refrigeração.

Descrição do equipamento, características técnicas, instalação e manutenção.

Versão A03

Última Atualização: 7 de Dezembro de 2023

CONTEÚDO

1. ARRANJO DO DISCO E DO ANEL	4
2. MANUAL DE OPERAÇÃO	5
2.1. Introdução.....	5
2.2. Armazenagem	5
2.2.1. Proteção	5
2.2.2. Impactos.....	5
2.2.3. Remoção do Container	5
2.3. Manuseio	7
2.3.1. Movimentação manual	7
2.3.2. Içamento por cintas	8
3. MONTAGEM	9
3.1. Ferramentas necessárias	9
3.2. Montagem inicial	9
3.2.1. Montagem do flange de acoplamento	9
3.2.2. Montagem do cubo - Projeto de disco e anel.....	9
3.2.3. Montagem da pá.....	11
3.2.4. Ajustando o ângulo de inclinação	12
3.2.5. Apertando os parafusos.....	12
4. COMISSIONAMENTO DO VENTILADOR	16
5. INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO.....	17
5.1. Pás e Cubos	17
5.2. Parafusos.....	17
6. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.....	18
7. NOTA SOBRE VIBRAÇÃO E MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO	19
7.1. Possíveis fontes de vibração	20
8. VALORES DE TORQUE	21
9. PERÍODO DE INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO E CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE TORQUE..	23

A Fan Technology Resources, também conhecida como FanTR, agradece a confiança que você depositou em nós para fornecer os produtos e soluções para o seu projeto.

Os Ventiladores FanTR Advanced são fabricados com rígidas especificações e controle para atender as características exigidas pelo projeto e operar adequadamente com máxima eficiência em condições ambientais agressivas.

As instruções de manuseio, montagem e manutenção são apresentadas neste manual e devem ser rigorosamente seguidas para a plena obtenção do excelente desempenho e alta durabilidade exigidos para este equipamento.

Qualquer informação ou auxílio adicional referente a estes procedimentos, ou qualquer outro aspecto técnico deste equipamento pode ser obtido entrando em contato com o Departamento Técnico da FanTR:

Telefone: +55 11 4025-1670

E-mail: fantr@fantr.com

I. A FanTR garante este produto. Para maiores informações sobre garantia, cobertura, aceitação e prazos, o documento Termos de Garantia deve ser consultado.

II. O não cumprimento das instruções apresentadas neste documento pode ocasionar a exposição a situações perigosas e pode levar à perda da garantia do equipamento.

III. Outros documentos são cruciais para uma compreensão completa do conteúdo das instruções deste manual. A FanTR fornece a ficha de dados do ventilador e os desenhos do FDV. Esses documentos apresentam apontamentos técnicos como componentes, materiais, condições operacionais e outros que possam ser de interesse ou valor.

1. ARRANJO DO DISCO E DO ANEL

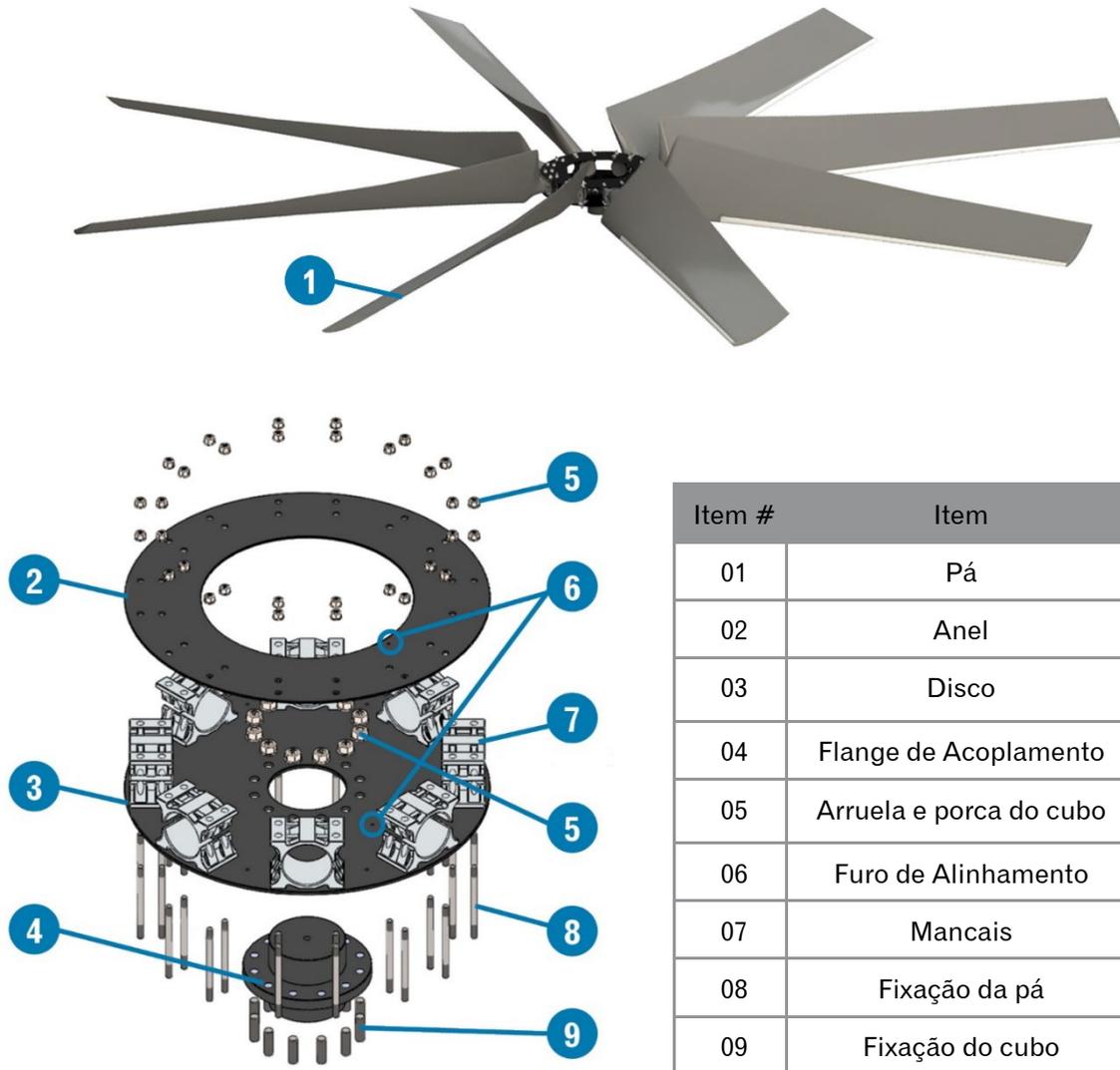


Figura 1 - Montagem do ventilador

Tabela 1 - Lista de itens

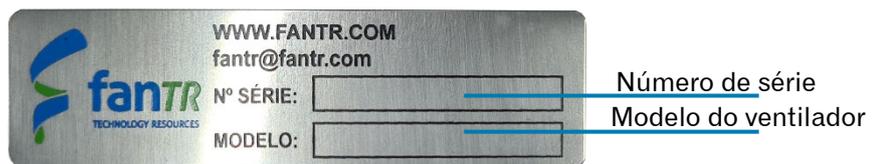


Figura 2 - Modelo de placa de identificação

2. MANUAL DE OPERAÇÃO

2.1. Introdução

Este manual apresenta as instruções de operação dos Ventiladores Avançados FanTR, especialmente desenvolvidos para processos e aplicações industriais. Os detalhes do ventilador para montagem podem ser visualizados no documento FDV.

O projeto desses Ventiladores considera a operação em ambientes quimicamente agressivos, em regime contínuo e com manutenção mínima.

Todas as peças de um mesmo projeto são igualmente balanceadas e intercambiáveis, incluindo pás, discos e flanges de acoplamento.

2.2. Armazenagem

Apesar de ser fabricado para operar em ambientes agressivos, segue abaixo uma lista de cuidados a serem tomados para evitar qualquer alteração nas características do produto durante o armazenamento.

As pás devem permanecer em suas embalagens de transporte originais até que sejam necessárias para a instalação. Caso não estejam embaladas em frames metálicos, devem, preferencialmente, ser armazenadas em galpão coberto.

No entanto, elas podem ser armazenadas no local sob uma lona, com o bordo de ataque da pá voltado para baixo e em suportes acolchoados conforme a **Figura 3** - Suporte de pá.



Figura 3 - Suporte de pá

2.2.1. Proteção

Durante o período de armazenamento, as pás devem ser protegidas contra temperaturas superiores a 55°C (130°F) e contra contato contínuo com umidade, solventes e outros produtos químicos.

2.2.2. Impactos

Cargas mecânicas desnecessárias nas pás, bem como impactos com quaisquer outras peças devem ser evitados. Não apoie nenhum material em cima das pás e não suba ou fique sobre elas antes ou depois da instalação.

2.2.3. Remoção do Container

As peças do ventilador podem ser enviadas em dois tipos de embalagens. Em ambos os tipos podem existir calços de madeira conforme **Figura 4** fixados no piso para evitar movimentação durante o transporte. Remova os calços de madeira antes de iniciar o processo de descarregamento.



Figura 4 - Calços de madeira

- Dispositivo de fixação de embalagens de madeira (pás, cubos e ferragens)

De acordo com as fotos:



Figura 5 - Fixação de embalagens de madeira/ pontos de içamento

- i - Abra o container com cuidado, pois as embalagens podem ter se deslocado durante o transporte.
- ii - Use a empilhadeira e apoie a embalagem de madeira pela parte inferior.

Para facilitar a retirada da embalagem de madeira de dentro do container, a FanTR instalou pontos de içamento na parte inferior frontal das embalagens de madeira conforme **Figura 5**.

Desta forma, utilizando uma barra de metal para conectar os pontos de tração à empilhadeira, puxe a embalagem até a extremidade frontal do container.

Nesta posição, o pacote de cubos e ferragens pode ser facilmente retirado do contêiner usando a empilhadeira. Porém, no caso dos pacotes de pás é necessário puxar um pouco mais para ter acesso a sua lateral, pois é onde se localizam os pontos de elevação dos pacotes de madeira das pás (posição da empilhadeira).

- Embalagem metálica (somente pás)

Para puxar as armações para fora do contêiner, prenda um cabo de aço ou uma corda capaz de puxar 6 toneladas à estrutura metálica. Puxe-o para fora do contêiner até acessar os pontos de içamento, conforme indicado na **Figura 6**, e levante-o com a empilhadeira.

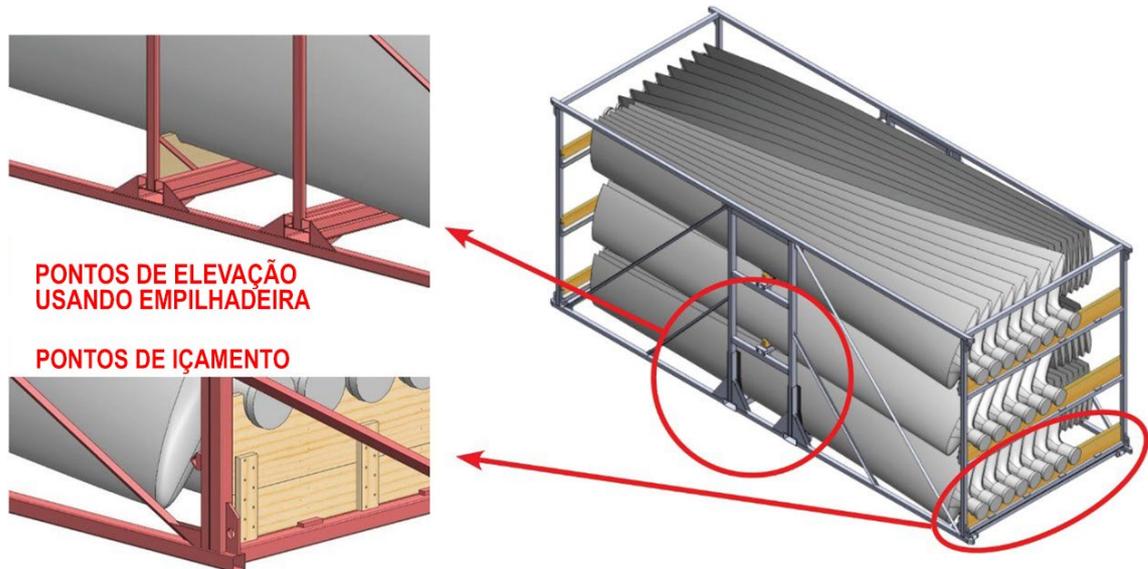


Figura 6 - Embalagem Metálica

2.3. Manuseio

As pás devem ser manuseadas com cuidado, evitando choques em sua superfície, que possam danificar a superfície do laminado e reduzir sua resistência ao ataque de agentes corrosivos.

Impactos fortes também podem prejudicar a resistência estrutural das pás ou sua forma aerodinâmica, comprometendo o correto desempenho do ventilador.



CUIDADO:

NÃO USE FACAS OU QUALQUER OUTRO OBJETO CORTANTE PARA REMOVER A PROTEÇÃO PLÁSTICA DA PÁ, POIS PODE DANIFICAR A SUPERFÍCIE DA PÁ.

2.3.1. Movimentação manual

Um mínimo de dois trabalhadores pode transportar cada pá manualmente. Recomenda-se sempre colocar as pás sobre uma superfície limpa e protegida, preferencialmente sobre suportes acolchoados.

2.3.2. Içamento por cintas

DEVEM ser usadas no mínimo duas cintas de içamento por pá. As cintas devem ter no mínimo 4" de largura e capacidade de 230 kg (500 lb) cada. Use preferencialmente os modelos "chocker" ou "basket".

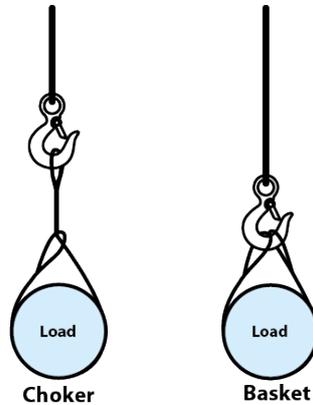


Figura 7 - Modelos de içamento "chocker" e "basket"

Posicione uma cinta na região do punho da pá e outra em uma posição que represente 75% do comprimento total da pá, conforme indicado na Figura 8.



Figura 8 - Pontos de elevação da pá

3. MONTAGEM

3.1. Ferramentas necessárias

Abaixo há uma lista de ferramentas e equipamentos recomendados para montagem de ventiladores.

Item	Descrição ferramentas e materiais
01	Ventilador
02	Fixação como FDV
03	Torquímetro manual* (usado para aplicar valores de torque inferiores a 100 kgf.m (723 lbf-ft)). Se o torque especificado for superior a 100 kgf.m (723 lbf-ft), deve ser utilizado um multiplicador adequado para reduzir o esforço humano. O multiplicador deve ter um certificado de calibração atual. Não use torquímetro hidráulico, pneumático ou elétrico. *± 4% de precisão.
04	Chave catraca
05	Empilhadeira
06	Arnês: Cinto de segurança
07	lois: mecanismo autorretrátil para ser utilizado quando for necessário trabalhar a mais de 6 pés de altura
08	Luvas de proteção
09	Óculos de proteção
10	Soquetes para serem usados com torquímetro ou catraca.
11	Chave combinada
12	Régua (qualquer instrumento completamente reto)
13	Inclinômetro (± 0,05° de precisão)

3.2. Montagem inicial

3.2.1. Montagem do flange de acoplamento

O flange de acoplamento é projetado pela FanTR de acordo com a especificação recebida do fabricante do redutor e deve ser instalado pelo fabricante do redutor seguindo seu procedimento.

3.2.2. Montagem do cubo - Projeto de disco e anel

Antes de iniciar o procedimento de montagem do cubo, verifique se há plugues de proteção no interior dos orifícios (ver **Figura 9**). Remova esses plugues antes de iniciar a montagem.

O disco do cubo (peça nº 03) e o anel (peça nº 02), conforme indicado na **Tabela 1** - Lista de itens, devem ser posicionados no flange de acoplamento (peça nº 04) após uma limpeza completa de todas as superfícies de contato. Posicione o disco do cubo contra o flange de acoplamento para ajustar a posição e combinar os furos (peça nº 06) para os parafusos do cubo.

A **Figura 1** fornece uma perspectiva da montagem expondo uma vista explodida.

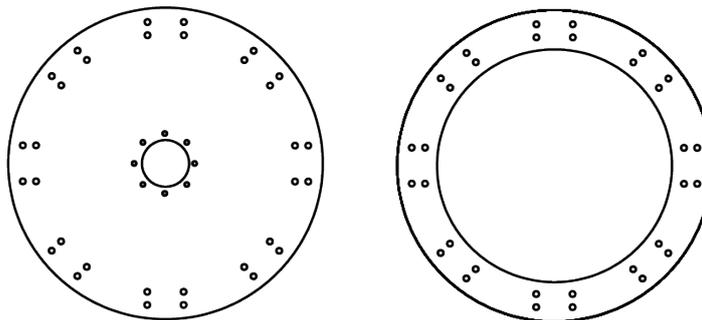


Figura 9 - Plugues de proteção

Uma vez instalado o disco no flange de acoplamento, monte uma pá conforme item **3.2.3** Montagem da pá.

Em seguida, coloque o anel e aperte os parafusos desta pá instalada para evitar o movimento do anel conforme **Figura 10**. **Não aplique o torque final ainda.**

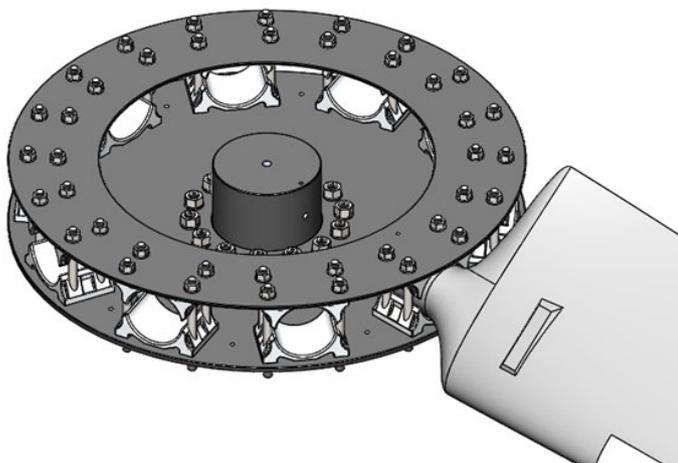


Figura 10 - Conjunto disco e anel

Por fim, instale todas as pás conforme item **3.2.3** Montagem da pá e aperte todos os parafusos.

3.2.3. Montagem da pá



CUIDADO:

ANTES DE INICIAR O PROCEDIMENTO DE MONTAGEM DA PÁ, VERIFIQUE SE EXISTEM TAMPÕES DE PROTEÇÃO NOS FUROS DE DRENAGEM. RETIRE ESTES TAMPÕES ANTES DE INICIAR A MONTAGEM.



Figura 11 - Tampões de proteção

Insira a raiz cilíndrica (pescoço) da pá no cubo, segurando-a na posição horizontal e aperte os parafusos com força suficiente para manter as pás presas ao cubo enquanto permite que as pás girem em seu eixo longitudinal para o ajuste do ângulo de passo (ver item 3.2.4).

Certifique-se de que todas as pás tenham a mesma altura de ponta e que o batente do punho esteja faceando os mancais (consulte a Figura 12). Para isso, uma pessoa deve mexer a ponta da pá até a correta acomodação do punho e da altura da ponta da pá.

Uma vista corte de toda a montagem é mostrada abaixo:

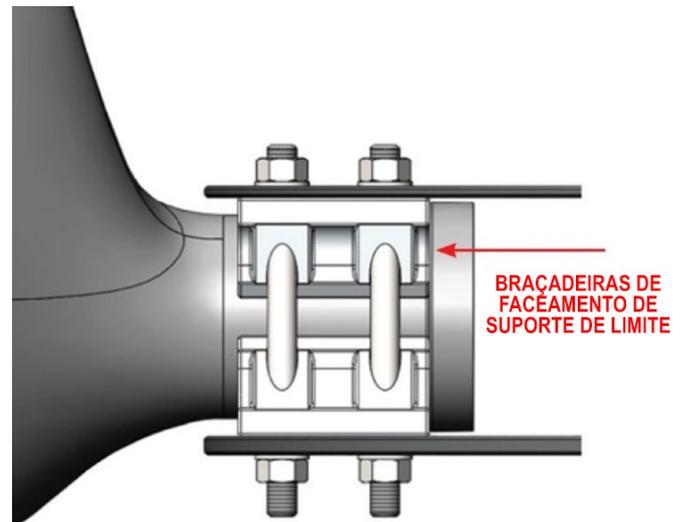


Figura 12 - Batente do punho em contato com o mancal

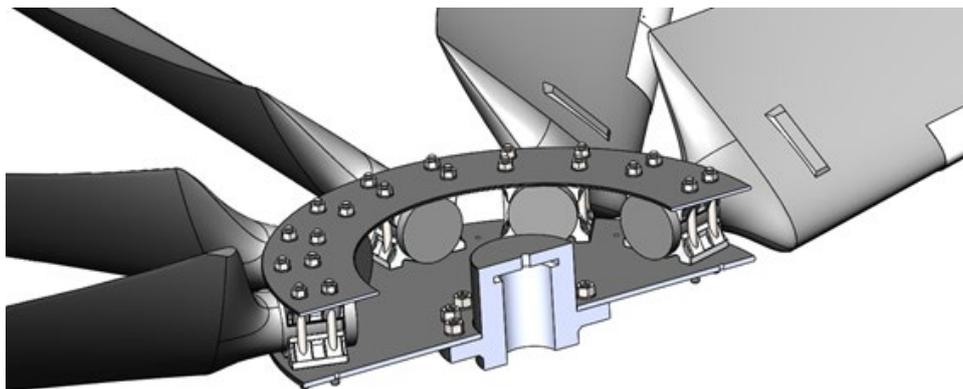


Figura 13 - Vista de corte da montagem



CUIDADO:

NUNCA SUBSTITUA UMA PÁ DE VENTILADOR FANTR POR UMA PÁ DE MODELO DIFERENTE OU DE OUTRO PROJETO, POIS O DIFERENTE VALOR DE MASSA E DISTRIBUIÇÃO PODE CAUSAR FORTE VIBRAÇÃO DEVIDO AO DESESBALANCEAMENTO. ISSO PODE CAUSAR DANOS GRAVES A TODO O EQUIPAMENTO.

3.2.4. Ajustando o ângulo de inclinação

O ângulo de passo da pá é calculado para a condição operacional desejada em cada aplicação através do software de simulação FanTR Advanced Fans.

A ficha de dados do ventilador e o FDV indicam o ângulo de passo operacional de acordo com a condição para a presente aplicação.

Esses documentos podem ser obtidos com nossa equipe de gerenciamento de projetos, fornecendo o número de série da pá.

O ângulo de passo é medido com uma régua (ou qualquer instrumento completamente reto) e um inclinômetro posicionado a 50mm da ponta da pá (ver **Figura 14**). O ângulo de inclinação é medido com o ventilador na posição horizontal.

O ângulo de passo da pá deve ser ajustado para o valor do ângulo de passo operacional mostrado no documento de desenho FDV com uma tolerância máxima de $\Delta = \pm 0,3$ graus.

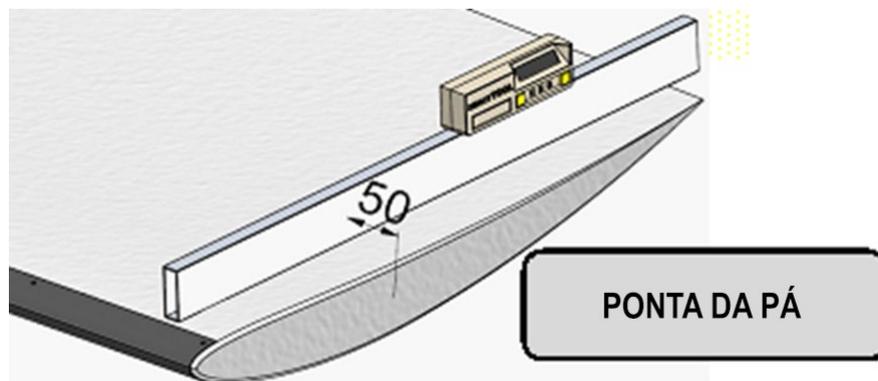


Figura 14 - Medição do ângulo de inclinação

3.2.5. Apertando os parafusos



CUIDADO:

PARA VALORES DE TORQUE O ITEM **VALORES DE TORQUE** DEVE SER OBSERVADO E APLICADO. NÃO SEGUIR OS VALORES DE TORQUE CORRETOS PODE CAUSAR ACIDENTES, DANOS/FALHA NO EQUIPAMENTO E PERDA DA GARANTIA.

3.2.5.1. Parafusos da Pá

Antes de apertar os parafusos, limpe todas as superfícies (parafuso e porca) para que fiquem livres de contaminantes (óleo, água, poeira etc.).

Aplicar lubrificante com coeficiente de atrito (μ) aço-aço entre 0,11 e 0,15 (fator de torque K aço-aço entre 0,15 e 0,19).

Recomendações:

- A) Loctite® LB N-5000
- B) Lubrificante Antigripante de Alumínio Permatex®
- C) Lubrificante Antigripante de Cobre Permatex®

O lubrificante deve sempre ser aplicado na rosca do parafuso ou prisioneiro. Para parafusos, o lubrificante deve ser aplicado no comprimento da rosca. Para prisioneiros, o lubrificante deve ser aplicado em ambas as roscas, conforme **Figura 15**.



Figura 15 - Parafusos e roscas



CUIDADO:

TODOS OS VALORES DE TORQUES DEVEM SER APLICADOS COM **PARAFUSO LUBRIFICADO**.

Com o ângulo de passo ajustado e mantendo a pá na posição horizontal, aperte os parafusos em sequência cruzada, (ver **Figura 16**), com torque inicial de **TORQUE A**. Em seguida, aumente gradativamente o torque, mantendo a sequência cruzada, até o torque final de **TORQUE B**.

Observe que cuidados especiais devem ser tomados para evitar um torque excessivo, o que pode danificar a raiz da pá (punho). Este torque não pode ultrapassar o valor de **TORQUE B** (lubrificado). Recomenda-se aplicar o torque total em duas etapas. O primeiro a aplicar é o **TORQUE A**, em seguida, aplique o **TORQUE B**.

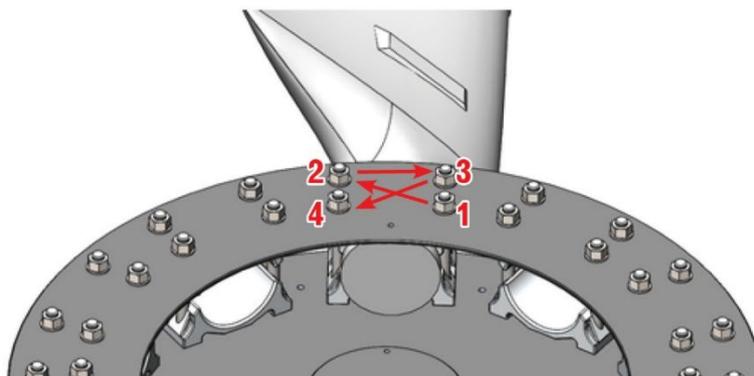


Figura 16 - Aperte na sequência cruzada

Pode ser necessária mais de uma repetição do torque até o valor final da operação para atingir o torque especificado em todos os parafusos da pá devido à acomodação do material laminado (ao aplicar o torque no último parafuso da junta, o primeiro perdeu um pouco do valor de torque). Portanto, para cada pá, aplique o valor de torque final **TORQUE B** várias vezes em todos os parafusos até que o torquímetro somente estale, sem rotação.

Para obter um alinhamento perfeito do rotor, é importante garantir que o batente da raiz da pá esteja em contato firme com a face metálica do mancal e, portanto, não haveria grande variação da posição radial (do batente à ponta da pá) máxima de $1/4'' \pm 1/8''$ (6,5mm \pm 3,2mm) conforme mostra a **Figura 17**.

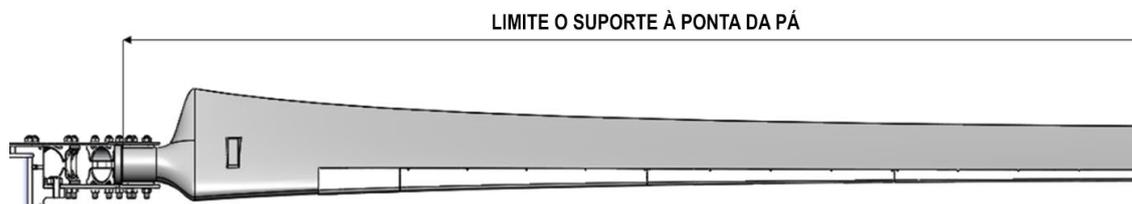


Figura 17 - Limite o suporte à ponta da pá

A fixação da pá também deve ser feita observando uma variação máxima na posição vertical (ponta da pá em relação ao plano rotacional) de $\pm 2 1/4''$ (\pm 57,2mm) conforme **Figura 18**. O plano rotacional é definido por um plano que contém todos os vértices dos bordos de fuga das pás. Uma maneira de verificar essa tolerância é girando o ventilador e marcando a altura de cada vértice do bordo de fuga no difusor na mesma posição e, em seguida, medindo a distância entre os dois extremos. Esta distância não deve exceder $4 1/2''$.

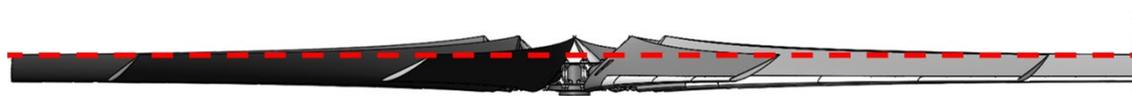


Figura 18 - Variação vertical



CUIDADO:

RECOMENDAMOS FORTEMENTE VERIFICAR A CALIBRAÇÃO DO TORQUÍMETRO (OU MESMO SE A DATA DE VALIDADE DA CALIBRAÇÃO É VÁLIDA) ANTES DE INICIAR O PROCEDIMENTO DE TORQUE DOS PARAFUSOS.



CUIDADO:

O TORQUE TAMBÉM DEVE SER VERIFICADO NOVAMENTE APÓS 24 HORAS DA INSTALAÇÃO PARA COMPENSAR POSSÍVEIS ACOMODAÇÕES DO MATERIAL, QUE PODEM REDUZIR A PRESSÃO APLICADA PELOS MANCAIS NA RAIZ DA PÁ. ESSE PROCEDIMENTO ESTÁ ESPECIFICADO NO ITEM **COMISSIONAMENTO DO VENTILADOR**.

3.2.5.2. Parafusos do cubo

Antes de apertar os parafusos, limpe todas as superfícies (parafuso e porca) para que fiquem livres de contaminantes (óleo, água, poeira etc.).

Aplicar lubrificante com coeficiente de atrito (μ) aço-aço entre 0,11 e 0,15 (porca fator K aço-aço entre 0,15 e 0,19).

Recomendações:

- A) Loctite® LB N-5000
- B) Lubrificante Antigripante de Alumínio Permatex®
- C) Lubrificante Antigripante de Cobre Permatex®

Depois de instalar os parafusos ou prisioneiros de acordo com os desenhos FanTR (FDV), aplique um torque de **TORQUE DO CUBO** várias vezes em todos os parafusos lubrificados desta junta até que o torquímetro apenas estale, sem rotação.



CUIDADO:

O TORQUE TAMBÉM DEVE SER VERIFICADO NOVAMENTE APÓS 24 HORAS DA INSTALAÇÃO PARA COMPENSAR POSSÍVEIS ACOMODAÇÕES DO MATERIAL. ESSE PROCEDIMENTO ESTÁ ESPECIFICADO NO ITEM COMISSIONAMENTO DO VENTILADOR.

4. COMISSONAMENTO DO VENTILADOR

Antes de ligar o ventilador, siga estas etapas:

- Verifique se os orifícios de drenagem na ponta da pá estão desobstruídos;
- Verifique o ângulo de inclinação das pás de acordo com o documento FDV;
- Verifique se todas as pás possuem a mesma altura de ponta dentro da tolerância da **Figura 18 - Variação vertical**;
- Gire o ventilador manualmente para garantir que as pontas das pás não estão raspando no difusor;
- Verificar o torque dos parafusos nas juntas das pás (**TORQUE B**) e nas juntas do flange de acoplamento (**TORQUE DO CUBO**);
- Verificação do torque após 24 horas da instalação.



CUIDADO:

LIGUE O VENTILADOR E AGUARDE NO MÍNIMO 24 HORAS DA INSTALAÇÃO, EM SEGUIDA PARE O VENTILADOR E VERIFIQUE O TORQUE DOS PARAFUSOS NAS JUNTAS DAS PÁS (**TORQUE B**) E NAS JUNTAS DO FLANGE DO ACOPLAMENTO (**TORQUE DO CUBO**).

5. INSPEÇÃO E MANUTENÇÃO

5.1. Pás e Cubos

Inspeções visuais periódicas são recomendadas para verificar as condições gerais das pás (mensalmente nos primeiros três meses de operação e depois a cada 6 meses). A limpeza e remoção de eventuais depósitos de poeira e incrustações na superfície das pás é uma boa prática durante as inspeções.

Após um longo tempo de operação, a cor da superfície pode mudar e pequenas rachaduras superficiais podem aparecer. Isso não significa que tenha ocorrido qualquer redução da integridade estrutural. No entanto, a existência de trincas maiores ou mais profundas pode ser um indicativo de que é necessária a troca da pá. Neste caso nosso Departamento de Assistência Técnica deve ser consultado, não podendo ser feito nenhum reparo antes deste contato.

Recomenda-se atenção especial para preservar a camada superficial da pá quando as pás operam em ambientes quimicamente agressivos. Isso garantirá uma boa proteção da estrutura laminada e, portanto, uma longa vida útil do equipamento.

5.2. Parafusos

Recomendamos inspeções de verificação de torque dos parafusos a cada 6 meses após a colocação dos ventiladores em operação contínua ou semi-contínua (desde o início da operação) no primeiro ano de operação. Após isso, sugerimos inspecionar os valores de torque dos parafusos a cada 12 meses. Nessas manutenções, todos os parafusos devem ser verificados (flange de acoplamento e juntas da pá).



CUIDADO:

DOCUMENTE ESTAS VERIFICAÇÕES PARA MANTER A GARANTIA ESPECIFICADA NA CARTA DE TERMOS DE GARANTIA. USE A LISTA DE VERIFICAÇÃO DO **PERÍODO DE INSTALAÇÃO E COMISSONAMENTO E CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE TORQUE DO MANUAL.**

6. RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Problema	O que fazer?
Ventilador apresentando alta vibração	Verifique a montagem, verificando o torque dos parafusos e o ângulo das pás.
	Faça análise de vibração e verifique seu espectro, confirmando ou não, se a vibração está na mesma frequência de rotação do ventilador.
	Verifique se há grandes incrustações nas pás.
	Verifique os itens 7 e 7.1 .
Pás apresentando trincas que aparecem durante a montagem	Entre em contato com o Departamento Técnico do FanTR para confirmar se algum procedimento de reparo pode ser aplicado.
Parafusos soltos são encontrados durante a verificação de torque	Verifique a calibração da chave de torque.
	Aplicação de torque incorreta ou não uso de lubrificante.
Discos e flange de acoplamento não estão montando	Confirme o procedimento descrito no manual.
Os parafusos não podem ser instalados devido a problemas de rosca	Limpe as roscas para evitar possíveis sujeiras.

7. NOTA SOBRE VIBRAÇÃO E MEDIÇÃO DE VIBRAÇÃO

Verifique o sentido de rotação. Consulte o desenho e as instruções de outros componentes relacionados.

Imediatamente após a primeira partida, verifique o bom funcionamento do conjunto do ventilador. Verifique se há ruídos e vibrações irregulares. Para obter os níveis de vibração permitidos do conjunto, consulte o fabricante do sistema. Consulte as normas internacionais que podem ser aplicadas para a aplicação específica, como ANSI/AMCA 204-05 e ISO 14694.

Se as amplitudes de vibração medidas durante a partida, nos rolamentos do eixo principal (**Figura 19**), excederem 6,3 mm/seg RMS (de acordo com as recomendações ANSI/AMCA 204-05 e ISO 14694 para rotores de ventiladores de movimento lento montados de forma flexível, BV-3), prossiga do seguinte modo:

- verifique os parafusos de fixação no motor, redutor e ventilador
- verifique o alinhamento do acionamento total
- verifique o ângulo da pá e a fixação das pás
- verifique se o orifício de drenagem na ponta da pá está aberto. Observação: Os orifícios de drenagem devem estar abertos para evitar a dilatação das pás por acúmulo de gás ou água em seu interior.

Avaliação para medições (R.M.S)

- 6,3 mm/s < vibração < 11,7 mm/s ALARME
- vibração >12,6 mm/s DESLIGADO

NOTA: Pode ser observado um pico de amplitude, que temporariamente pode atingir valores acima do START UP, na partida do ventilador ou devido a ventos fortes repentinos.

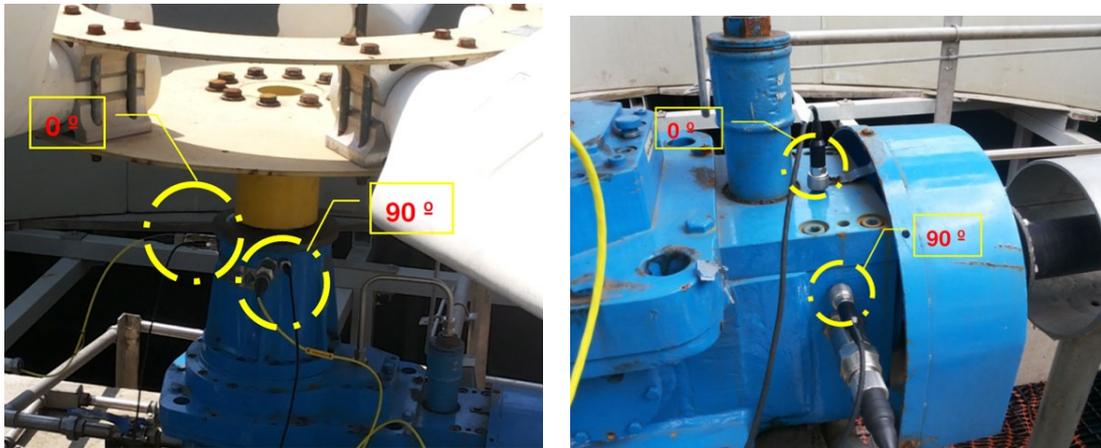


Figura 19 - Posição dos acelerômetros para aquisição de dados de vibração

7.1. Possíveis fontes de vibração

As causas reais da vibração podem variar consideravelmente. No entanto, alguns dos mais comuns são os seguintes:

a) Desbalanceamento de uma ou mais pás: a vibração causada pelo desbalanceamento das pás ocorre no plano do percurso da ponta com frequência igual à RPM do rotor e com amplitude dependente do grau de desequilíbrio e do quadrado da velocidade de rotação.

b) Variação excessiva entre os ajustes do ângulo de passo da pá: esta condição causa vibração fora do plano de trajetória da ponta em uma frequência igual à RPM do rotor e em uma amplitude que depende do quadrado da velocidade de rotação.

c) Pás muito próximas da estrutura: (Turbulência aerodinâmica periódica) caracterizada por vibração fora do plano de trajetória da ponta com frequência igual ao produto do número de pás do rotor e RPM. A amplitude depende da extensão da turbulência aerodinâmica.

d) Ressonância entre uma das possíveis frequências forçadas do rotor e um ou mais dos modos vibracionais da estrutura sobre a qual está instalado. As principais frequências forçadas geradas pelo rotor normalmente correspondem às seguintes frequências:

a. RPM do rotor.

b. O produto da RPM do rotor e o número de suportes estruturais capazes de gerar turbulência aerodinâmica (se forem dispostos de forma axial-geométrica).

c. Frequência de passagem das pás (BPF): rotação x número de pás.

e) Vibração transmitida pela estrutura na qual o rotor está instalado: as frequências dessa vibração dependem tanto das frequências das forças externas quanto das frequências de ressonância da estrutura.

f) Ressonância das pás com uma das possíveis frequências forçadas: na maioria dos casos, a vibração ocorre fora do plano de trajetória da ponta.

g) Desalinhamento do eixo de transmissão: gera vibração com frequência de uma ou duas vezes a RPM.

h) Afrouxamento dos parafusos de fixação das pás e/ou redutores de velocidade. O comportamento do rotor nessas circunstâncias é totalmente imprevisível, pois depende da extensão e localização do afrouxamento.

i) Rolamento do eixo de saída desgastado: esta condição gera vibração no plano da ponta com frequência igual à rotação do rotor.

NOTA: A amplitude de vibração do rotor é determinada pela rigidez de seu suporte. A vibração que não seria crítica para um rotor suportado por uma estrutura suficientemente rígida é amplificada por um suporte excessivamente flexível. Essa rigidez do suporte também pode causar variações inesperadas nas frequências de ressonância das pás.

8. VALORES DE TORQUE

Abaixo estão os valores de torque que devem ser aplicados para montar o ventilador do Arranjo de Disco e Anel. Por favor, siga as notas contidas neste documento para a correta montagem e operação do equipamento. Além disso, juntamente com este documento, também devem ser observados a Ficha de Dados e o Desenho FDV, incluindo a compreensão e aplicação deste manual em sua totalidade.

1 - Localize o modelo da pá*, material do parafuso, grau e tamanho nominal. Esta informação está disponível no documento FDV.

2 - Identifique na Tabela de Referência de Torque Final do Parafuso da Pá qual é o Torque Final para sua aplicação (**Torque B** → 2º passo).

3 - Em seguida, identifique na Tabela de Referência dos Passos de Aperto dos Parafusos da Pá quais passos para aplicação do torque devem ser aplicados.

4 - Não há necessidade de aplicar um passo de torque intermediário para o Torque Final do Parafuso do Cubo.

* O modelo da pá pode ser encontrado na primeira legenda da folha FDV ITEM número 5 ou na terceira folha FDV na tabela de verificação de interferência.



CUIDADO:

TODOS OS VALORES DE TORQUE CONSIDERAM **TORQUE LUBRIFICADO** DE ACORDO COM A SEÇÃO 3.2.5 DO MANUAL DE O&M.



ATENÇÃO:

OS VALORES DE TORQUE SÃO VÁLIDOS PARA VENTILADORES PRODUZIDOS A PARTIR DE 2018. MODELOS ANTERIORES A 2018 CONSULTE A FANTR.

Referência de Torque Final do Parafuso da Pá

	Material da Fixação	Aço carbono				Aço inoxidável			
	Tipo de Fixação	10.9				80			
	Tamanho Nominal da Fixação	M16		M20		M16		M20	
	Unidade	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft
Modelo de Pá	CR09 / CR12 / CR14 / CR18	10	72	-	-	10	72	-	-
	CR30	15	108	-	-	15	108	-	-
	CR36 / CR42	-	-	15	108	-	-	15	108
	NCR30	20	145	-	-	-	-	30	217
	NCR42	-	-	41	297	-	-	30	217
	TEP30 / TEP36	-	-	41	297	-	-	30	217

Referência das Etapas de Aperto dos Parafusos da Pá

Unidade	kgf·m	lbf·ft								
Referência de torque final	10	72	15	108	20	145	30	217	41	297
Torque A (1º passo)	5	36	8	58	10	72	15	108	20	145
Torque B (2º passo)	10	72	15	108	20	145	30	217	41	297

Referência de Torque Final do Parafuso do Cubo

- consulte a seção 3.2.5 do Manual de O&M para o procedimento de aperto dos parafusos
- consulte o FDV para Material, Grau, Tamanho Nominal da fixação* e Modelo da Pá
- todos os valores de torque consideram o torque lubrificado de acordo com a seção 3.2.5 do Manual de O&M

Material do Parafuso	Aço carbono									
Tipo de Parafuso	10.9									
Tamanho Nominal do Parafuso	M12		M16		M20		M24		M30	
Unit	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft
Referência de Torque final	10	72	25	181	48	347	83	600	160	1157

Material do Prisoneiro	Aço inoxidável									
Tipo de Prisoneiro	80									
Tamanho Nominal do Prisoneiro	M12		M16		M20		M24		M30	
Unit	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft	kgf·m	lbf·ft
Referência de Torque final	7	51	16	116	32	231	55	398	110	796



CUIDADO:

ESTE DOCUMENTO DEVE SER OBSERVADO E APLICADO. NÃO SEGUIR OS VALORES DE TORQUE CORRETOS PODE CAUSAR ACIDENTE, DANOS/FALHA NO EQUIPAMENTO E PERDA DA GARANTIA.

Na página seguinte, é apresentado o documento base para Controle de Verificação de Torque. A FanTR informa que o histórico de manutenção do equipamento é necessário para fornecer plenas condições de garantia. Equipamentos com histórico de operação e manutenção sem rastreabilidade, cujos registros são insuficientes, ininteligíveis ou inexistentes podem ter todas as condições de garantia comprometidas.

9. PERÍODO DE INSTALAÇÃO E COMISSIONAMENTO E CONTROLE DE VERIFICAÇÃO DE TORQUE

NOME DO PROJETO:

IDENTIFICAÇÃO DO VENTILADOR - Nº DE SÉRIE DO HUB:

CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO TORQUÍMETRO MANUAL:

CALIBRAÇÃO VÁLIDA ATÉ:

Informação

- Lubrificante: Consulte seção “3.2.5.1 Parafusos da Pá” para obter mais informações
- Para identificar cada parafuso, use um marcador permanente para numerá-los
- A verificação de torque deve ser feita para os parafusos da pá e do flange de acoplamento
- Os valores de torque a serem verificados/aplicados devem ser os mesmos especificados neste Manual de O&M

OBS: Quatro ou seis fixadores prendem as pás com um par mancais. Para verificar qualquer ação das pás, considere os quatro (ou seis) fixadores que seguram essa pá. Exemplo: Após lubrificar/verificar a lubrificação dos quatro (ou seis) fixadores da pá 1, verifique a ação 1 da pá 1.

Ações

1. O Parafuso/Prisioneiro deve ser lubrificado em todas as partes rosqueadas
2. Aplique torque em todos os fixadores até que o torquímetro apenas estale sem rotação
3. Verificação do torque em todos os fixadores antes do comissionamento
4. Verificação do torque após 24 horas da instalação (comissionamento)

Ação	Pá #															Data	Responsável	Torque Aplicado (kgf.m)
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15			
1																		
2																		
3*																		
4																		
Ação	Parafuso / prisioneiro do flange de acoplamento #															Data	Responsável	Torque Aplicado (kgf.m)
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15			
1																		
2																		
3*																		
4																		
	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
1																		
2																		
3*																		
4																		

*A ação 3 deve ser executada somente se o comissionamento (24 horas da instalação) não ocorrer dentro de 2 dias após a ação 2.

Executado por: _____