



# NORMA TÉCNICA

E8.930

Dez/1984  
12 PÁGINAS

Agitadores mecânicos tipo turbina para estações de tratamento de efluentes industriais: especificação

**Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**  
Avenida Professor Frederico Hermann Jr., 345  
Alto de Pinheiros CEP 05459-900 São Paulo SP  
Tel.: (11) 3133 3000 Fax.: (11) 3133 3402

<http://www.cetesb.sp.gov.br>

C E T E S B	AGITADORES MECÂNICOS TIPO TURBINA PARA ESTA ÇÕES DE TRATAMENTO DE EFLUENTES INDUSTRIAIS Especificação	E8.930 DEZ/84
-------------	---	------------------

<u>Sumário</u>	<u>Página</u>
1 Objetivo .....	1
2 Normas complementares .....	1
3 Definições .....	2
4 Condições gerais .....	2
5 Condições específicas .....	4
6 Inspeção .....	7
7 Aceitação e rejeição .....	9
Anexo A - Características dimensionais recomendadas para agitadores tipo turbina .....	11 11
Anexo B - Fundamentos teórico - práticos adotados nas recomendações do Anexo A .....	13 13

## 1 OBJETIVO

Esta Norma fixa as condições exigíveis para recebimento de agitadores mecânicos tipo turbina utilizados em estações de tratamento de efluentes industriais.

## 2 NORMAS COMPLEMENTARES

Na aplicação desta Norma é necessário consultar:

- a) do INMETRO:
  - NBR 7094 - Máquinas elétricas girantes - Motores de indução;
  - NBR 6146 - Invólucros de equipamentos elétricos - Proteção;
- b) da SAE:
  - J 405d - Chemical Compositions of SAE Wrought Stainless Steels;
  - J 403f - Chemical Compositions of SAE Carbon Steels;
- c) SSPC:
  - SP10-63T - Near White Method Blast Cleaning;
  - Vis 1-67T- Pictorial Surface Preparation Standard for Painting Steel Surfaces.

### 3 DEFINIÇÕES

Para os efeitos desta Norma são adotadas as definições de 3.1 a 3.3, ilustradas na Figura.

#### 3.1 Agitador

Equipamento destinado a promover a agitação de uma dispersão, suspensão ou solução ou acelerar o processo de dissolução ou mistura de uma fase sólida ou líquida numa fase dispersante líquida.

#### 3.2 Sistema de acionamento

Conjunto motor destinado a movimentar o eixo de mistura.

#### 3.3 Turbina

Roda de eixo vertical, provida de pás, através da qual se transmite a potência ao fluído.

### 4 CONDIÇÕES GERAIS

#### 4.1 Dimensionamento e condições de utilização

##### 4.1.1 O agitador deve ser projetado tendo em vista:

- a) regime contínuo de funcionamento;
- b) durabilidade compatível com a vida útil da estação de tratamento;
- c) robustez necessária para essas condições de uso;
- d) fornecimento do gradiente de velocidade constante do pedido de compra quando em funcionamento nas condições indicadas pelo comprador (volume do tanque, viscosidade do fluído, etc).

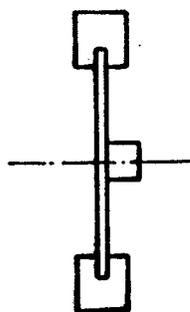
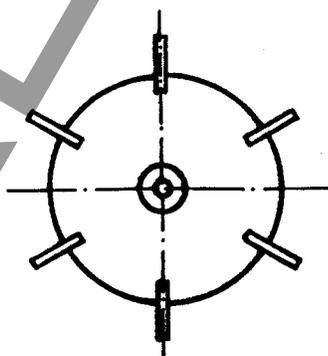
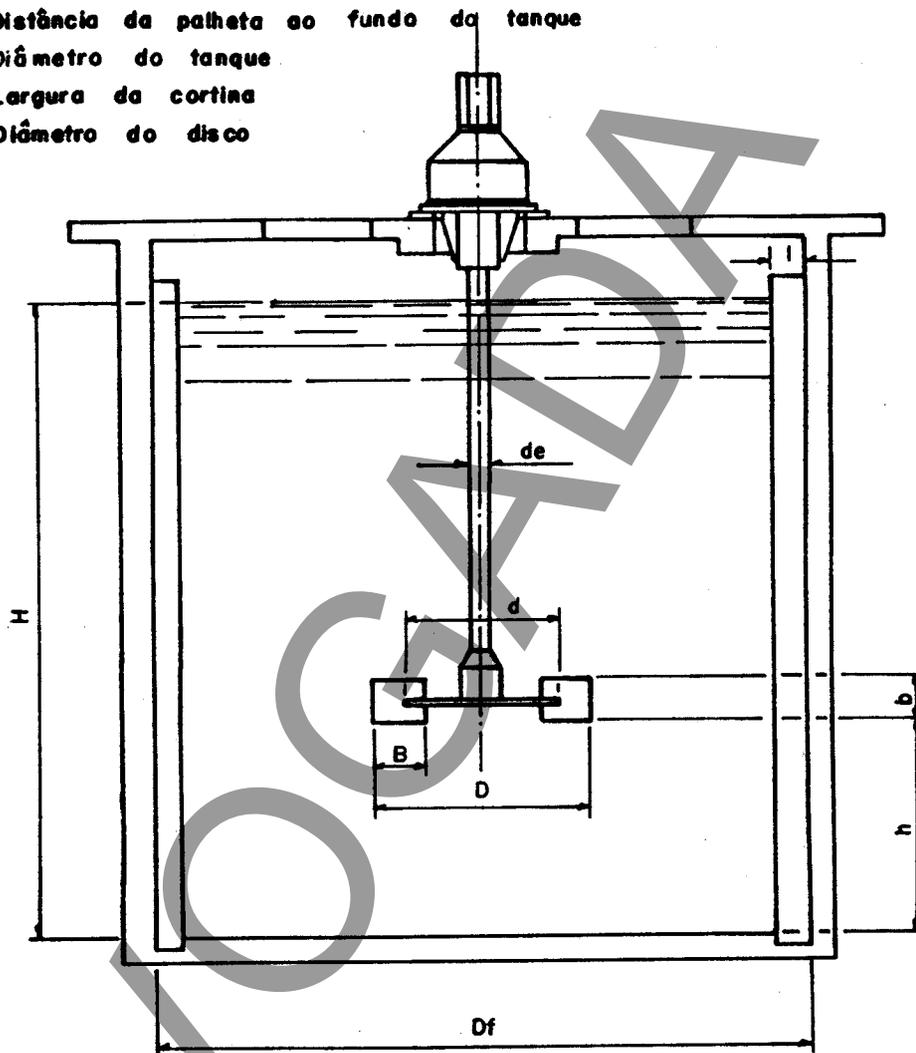
##### 4.1.2 Quaisquer restrições de uso, por parte do fornecedor, devem constar do "Orçamento" oferecido ao comprador.

##### 4.1.3 Para gradientes na faixa de 650 a 1 000 s<sup>-1</sup>, em tanques de seção quadrada, recomenda-se usar um dos agitadores da Tabela do Anexo A.

#### 4.2 Identificação

O agitador deve ser provido de placa de identificação, colocada em local facilmente visível, contendo indelevelmente marcadas, no mínimo, as seguintes informações:

- $d_e$  = Diâmetro do eixo de mistura  
 $D$  = Diâmetro da turbina  
 $B$  = Comprimento da paleta  
 $b$  = Largura da paleta  
 $H$  = Nivel do fluido no tanque  
 $h$  = Distância da palheta ao fundo do tanque  
 $D_f$  = Diâmetro do tanque  
 $l$  = Largura da cortina  
 $d$  = Diâmetro do disco



DETALHE DA TURBINA

FIGURA - Esquema de um agitador tipo turbina

- a) razão social e endereço do fabricante;
- b) número e/ou letra de fabricação ou de série;
- c) ano de fabricação.

#### 4.3 Embalagem e transporte

Após o ensaio de fábrica, o agitador deve ser embalado de modo que o eixo de mistura, a turbina e outras partes do conjunto não fiquem sujeitas a esforços que possam produzir qualquer deformação nesses componentes.

### 5 CONDIÇÕES ESPECÍFICAS

#### 5.1 Características de construção

##### 5.1.1 Motor elétrico

O motor elétrico deve satisfazer aos requisitos da NBR 7094, devendo :

- a) ser de categoria B ou C;
- b) ser dotado de mancais de rolamento;
- c) ser dimensionado para regime contínuo de funcionamento, ou para o regime indicado pelo comprador, com no máximo 75% de sua potência nominal. A potência nominal assim dimensionada deve constar do orçamento do comprador;
- d) ter grau de proteção IP (W) 54 conforme NBR 6146.

##### 5.1.2 Redutor de velocidade

5.1.2.1 O redutor de velocidade deve ser de um dos tipos seguintes:

- a) com coroa de bronze fosforoso e rosca - sem fim, fresadas, de aço com características mínimas correspondentes ao aço SAE 1045 da SAE J 403f;
- b) com engrenagens helicoidais, fresadas e tratadas termicamente, de aço com características mínimas correspondentes ao aço SAE 1045 da J 403f.

5.1.2.2 Os eixos do redutor devem ser apoiados em mancais de rolamento.

5.1.2.3 Os eixos do redutor devem ser retificados nos locais de montagem dos rolamentos e dos retentores.

5.1.2.4 O redutor deve ser dimensionado adotando-se 1,5 de fator de serviço.

### 5.1.3 Mancais e acoplamentos

5.1.3.1 No caso de transmissão por correias em V, devem ser satisfeitas as condições recomendadas para essa transmissão, não devendo a velocidade linear das correias ser inferior a 2,5 m/s.

5.1.3.2 A transmissão por correia deve ser protegida por caixa-guarda de chapa de aço ou tela metálica.

5.1.3.3 No caso do misturador funcionar exposto ao tempo, a transmissão por correia ou por luva elástica deve ser protegida por uma tampa executada em chapa de aço pintada contra corrosão.

5.1.3.4 No caso de transmissão por correia, as polias escalonadas devem ser balanceadas.

5.1.3.5 No caso das polias apresentarem porosidade:

- a) se a profundidade dessa porosidade não for superior a 10% da espessura do local, deve ser aceito a uso de "black solder" ou material similar;
- b) se a profundidade for superior a 10% e até 50% da espessura do local, deve ser aceito o reparo por soldagem com eletrodos apropriados;
- c) se a profundidade for superior a 50% da espessura do local, as polias não devem ser aceitas.

5.1.3.6 O motor e o redutor devem ser apoiados sobre uma mesma base de aço ou ferro fundido.

5.1.3.7 O acoplamento entre o eixo de saída do redutor e o eixo de mistura deve ser através de luva elástica.

5.1.3.8 O mancal duplo do suporte do eixo de mistura deve ter dois rolamentos distanciados entre si de no mínimo 1/6 do comprimento total do eixo de mistura.

5.1.3.9 Os rolamentos devem estar contidos em caixa provida de sistema para fácil lubrificação sem necessidade de desmontagem do conjunto.

5.1.3.10 Não será admitido que o rolamento do eixo de saída do redutor sirva de componente do mancal suporte.

5.1.3.11 Na parte inferior do mancal suporte, devem ser colocados retentores de modo a impedir a saída de lubrificante ou a entrada do líquido em agitação.

#### 5.1.4 Eixo de mistura

5.1.4.1 No caso dos agitadores destinados a promover a disposição de produtos químicos, o eixo deve ser de aço, cujas propriedades mecânicas sejam:

- limite de escoamento mín. 345 MPa;
- tensão de ruptura mín. 410 MPa;
- alongamento máx. 15%;
- estrição máx. 40%;
- dureza Brinel mín. 121.

5.1.4.2 No caso descrito em 5.1.4.1, o seguinte sistema de revestimento protetor deve ser observado:

- a) preparo da superfície por jateamento abrasivo ao padrão quase branco, conforme Norma SSPC-SP 10-63T e padrão visual SSPC-SP 10-67T Sa 2 1/2;
- b) duas demãos de primer à base de borracha clorada, formando película seca de 30 µm por demão, no mínimo;
- c) duas demãos de esmalte à base de borracha clorada não saponificável, formando película seca com espessura mínima de 30 µm por demão;
- d) o revestimento total seco não deve apresentar ponto algum com espessura inferior a 120 µm.

Nota 1: Na execução do sistema protetor, devem ser observadas as recomendações do fabricante das tintas utilizadas.

Nota 2: Outro sistema de revestimento pode ser utilizado, de comum acordo entre fornecedor e comprador.

5.1.4.3 No caso dos misturadores destinados aos tanques de preparação de solução ou suspensões agressivas, o eixo deve ser construído em aço inoxidável SAE 30304, 30314 ou 30316 como disposto na Norma SAE J 405d.

### 5.1.5 Turbina

5.1.5.1 A turbina deve ser constituída de disco com paletas dispostas em circunferência tendo o eixo como centro, em posição vertical, com as faces de ataque fazendo  $90^{\circ}$  com a tangente à circunferência, conforme mostrado na Figura.

5.1.5.2 O disco deve ter espessura de modo a não ocorrer empenamento.

5.1.5.3 A turbina e o eixo devem estar balanceados de modo a não ocorrer vibrações.

5.1.5.4 A fixação da turbina ao eixo de mistura deve ser por meio de flange.

5.1.5.5 Todos os parafusos e porcas de fixação devem ser de aço inoxidável de qualidade mínima de aço SAE 30304, conforme a Norma SAE J 405 d.

5.1.5.6 Devem ser utilizadas arruelas de aço inoxidável de qualidade mínima de aço SAE 30304, conforme Norma SAE J 405 d, em todos os parafusos de fixação.

5.1.5.7 No caso do agitador ser utilizado para promover a dispersão instantânea de produtos químicos, o disco e as paletas podem ser fabricados com aço carbono, conforme Norma SAE J 403 f, com alívio de tensões, com proteção anticorrosiva, conforme descrito em 5.1.4.2.

5.1.5.8 No caso de agitadores destinados a tanques de preparação de soluções ou suspensões agressivas, a turbina deve ser totalmente construída em aço inoxidável SAE 51410 ou 51420, conforme Norma SAE J 405 d.

5.1.5.9 O material de construção da turbina deve ser livre de qualquer porosidade aparente.

### 5.1.6 Base de fixação

5.1.6.1 Todo o conjunto de acionamento, bem como o mancal do eixo de mistura, devem ser fixados a uma base de aço ou ferro fundido. Não será admitida a fixação direta da base do redutor de velocidade à plataforma de apoio.

5.1.6.2 Todas as partes oxidáveis da base de fixação devem ser protegidas da mesma maneira que indicado em 5.1.4.2.

## 6 INSPEÇÃO

### 6.1 Prescrições Gerais

6.1.1 Os agitadores fabricados conforme esta Norma podem ser inspecionados pelo comprador ou seu representante.

6.1.2 As instalações para a realização de ensaios de recebimento em fábrica devem estar sujeitas a aprovação prévia do comprador.

6.1.2.1 O fabricante deve colocar à disposição do comprador, ou seu representante, o equipamento, pessoal especializado para os ensaios, gabaritos de controle, etc., conforme sua rotina normal de controle de qualidade.

6.1.2.2 A data do início da inspeção deve ser marcada de comum acordo entre fabricante e comprador. Essa data deve ser marcada com pelo menos 10 dias de antecedência.

6.1.3 O ensaio de desempenho em campo deve ser objeto de acordo entre comprador e fornecedor.

## 6.2 Exames e ensaios

6.2.1 Todos os agitadores devem ser examinados visualmente.

6.2.2 O ensaio em fábrica deve ser realizado da seguinte maneira:

- a) montar o agitador em um tanque com água de volume compatível com o tamanho do agitador. Recomenda-se utilizar tanques cujas dimensões guardem as relações indicadas em B-3;
- b) ligar o motor e deixá-lo funcionar durante o tempo necessário para que atinja a temperatura máxima;
- c) medir a rotação do eixo de mistura e compará-la com o valor da Tabela;
- d) verificar se o motor está ou não com sobrecarga, medindo a corrente absorvida e comparando-a com a corrente nominal de placa do motor;
- e) verificar a existência de vazamentos;
- f) verificar a existência de vibrações sensíveis quando na rotação de trabalho;
- g) inspecionar todos os elementos de fixação do conjunto do misturador.

6.2.3 O ensaio de funcionamento no campo deve ser realizado da seguinte maneira:

- a) instalar o misturador no local de trabalho;
- b) após duas horas de funcionamento do misturador, observar o seu desempenho conforme 6.2.2., alíneas b) a g).

## 7 ACEITAÇÃO E REJEIÇÃO

7.1 O agitador deve ser aceito se for constatado que cumpre com todos os requisitos desta Norma.

7.2 Um certificado de inspeção aceitando ou rejeitando o equipamento deve ser fornecido ao fornecedor, tão logo seja concluída a inspeção. O fornecedor deve apor seu "ciente" e assinar a(s) cópia(s) desse certificado, que ficam em poder do inspetor.

/Anexo A

ANEXO A - TABELA - CARACTERÍSTICAS DIMENSIONAIS RECOMENDADAS PARA AGITADORES TIPO TURBINA

Tamanho nominal	Gradiente de velocidade ( $s^{-1}$ )	Dimensões da Turbina (mm)				Número de paletas	Diâmetro mínimo do eixo de mistura (mm)	Rotação do eixo de mistura (rpm)	Volume útil do tanque ( $m^3$ )	Potência nominal mínima do motor (CV)
		Diâmetro da turbina D	Diâmetro do disco d	Comprimento da paleta B	Largura da paleta b					
MR-I	680 a 1000	370	277,5	92,5	74	6	38	181	0,94 a 2,14	2
MR-II	680 a 1000	430	322,5	107,5	86	6	44	167	1,56 a 3,38	4
MR-III	680 a 1000	500	375	125	100	6	50	150	2,46 a 5,30	5
MR-IV	680 a 1000	600	450	150	120	6	64	134	4,25 a 9,20	10
MR-V	680 a 1000	700	525	175	140	6	76	120	6,75 a 14,60	15

/ANEXO B

ANEXO B - FUNDAMENTOS TEÓRICO-PRÁTICOS ADOTADOS NAS RECOMENDAÇÕES DO ANEXO A

B-1 Num processo de agitação, a grandeza que relaciona a potência útil fornecida ao fluido com o volume do tanque e o próprio fluido a ser misturado é o gradiente de velocidade  $G$ . Essa relação pode ser expressa pela seguinte equação:

$$G = \sqrt{\frac{P}{\mu V}}$$

onde:

$G$  = gradiente de velocidade ( $s^{-1}$ )

$P$  = potência útil fornecida (W)

$V$  = volume útil do tanque ( $m^3$ )

$\mu$  = viscosidade dinâmica do fluido ( $N.s.m^{-2}$ )

B-2 A experiência mostrou que uma boa agitação é conseguida com gradientes de velocidade na faixa de 650 a 1 000  $s^{-1}$ .

Nota: A faixa de 650 a 1 000  $s^{-1}$  constitui uma realidade para casos estudados, não sendo uma recomendação de caráter geral. Recomenda-se que cada caso seja estudado à luz das condições próprias.

B-3 Com base em experiências e estudos de semelhança mecânica, que podem ser encontrados na bibliografia especializada, e com a finalidade de obter-se uma turbina que assegure a maior eficiência, foram adotadas as seguintes relações geométricas:

$$2,7 \leq \frac{D_t}{D} \leq 3,3$$

$$2,7 \leq \frac{H}{D} \leq 3,9$$

$$0,75 \leq \frac{h}{D} \leq 1,3$$

$$B = \frac{D}{4}$$

$$b = \frac{D}{5}$$

nº de lâminas = 6

B-4 Desta forma, e por processo iterativo, foi construída a Tabela do Anexo A, levando-se em consideração uma gama de capacidade da Estação de Tratamento, desde 25 até 1 000  $\ell/s$  e admitindo-se um único tanque de mistura.

B-5 De B-2 a B-4 depreende-se que, antes de escolher um dos agitadores da Tabela do Anexo A, o projetista deve verificar se as condições reais de seu estudo são iguais àquelas adotadas nestes Anexos. Caso isto não ocorra, será necessário proceder-se ao dimensionamento completo do agitador, levando em consideração as condições reais de uso previstas.