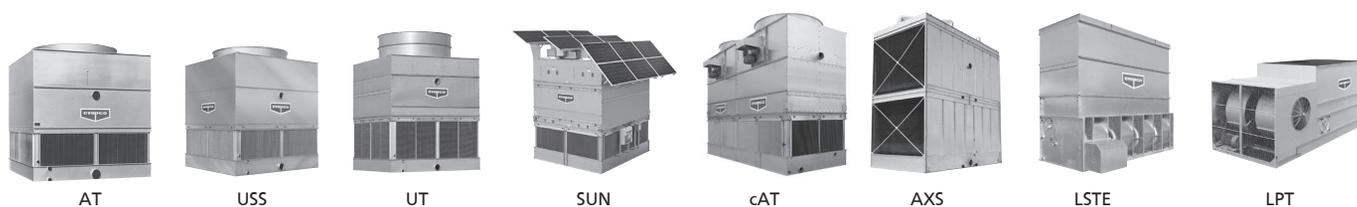




# Manual de Instruções de Operação e Manutenção

## PARA TORRES DE RESFRIAMENTO EVAPCO COM TIRAGEM INDUZIDA E FORÇADA

Para solicitar peças originais e serviços EVAPCO, fale com o representante de sua região ou com a EVAPCO BRASIL +55(11) 5681-2000.



### EVAPCO, Inc. – Sede Mundial e Centro de Pesquisa e Desenvolvimento

EVAPCO, Inc. • P.O. Box 1300 • Westminster, MD 21158 EUA  
FONE: 410-756-2600 • FAX: 410-756-6450

#### EVAPCO América do Norte

**EVAPCO, Inc.**  
**Sede Mundial**  
P.O. Box 1300  
Westminster, MD 21158 USA  
Fone: 410-756-2600  
Fax: 410-756-6450  
E-mail: marketing@evapco.com

**EVAPCO Leste**  
5151 Allendale Lane  
Taneytown, MD 21787 USA  
Fone: 410-756-2600  
Fax: 410-756-6450  
E-mail: marketing@evapco.com

**EVAPCO Centro Oeste**  
723 York Road Greenup, IL 62428 USA  
Fone: 217-923-3431  
Fax: 217-923-3300  
E-mail: evapcomw@evapcomw.com

**EVAPCO Oeste**  
1900 West Almond Avenue Madera, CA 93637  
USA Fone: 559-673-2207  
Fax: 559-673-2378  
E-mail: contact@evapcowest.com

**EVAPCO Iowa**  
925 Quality Drive  
Lake View, IA 51450 USA  
Fone: 712-657-3223  
Fax: 712-657-3226

**EVAPCO Iowa Sales & Engineering**  
215 1st Street, NE  
P.O. Box 88  
Medford, MN 55049 USA  
Fone: 507-446-8005  
Fax: 507-446-8239  
E-mail: evapcomn@evapcomn.com

**EVAPCO Newton**  
701 East Jourdan Street  
Newton, IL 62448 USA  
Fone: 618-783-3433  
Fax: 618-783-3499  
E-mail: evapcomw@evapcomw.com

**EVAPCOLD**  
521 Evapco Drive Greenup, IL 62428 USA  
Fone: 217-923-3431  
E-mail: evapcomw@evapcomw.com

**EVAPCO-BLCT Dry Cooling, Inc.** 1011 US  
Highway 22 West Bridgewater, New Jersey  
08807 USA Fone: 908-379-2665  
E-mail: info@evapco-blct.com

**Refrigeration Valves & Systems Corporation**  
*Subsidiária de total propriedade da EVAPCO, Inc.*  
1520 Crosswind Dr. Bryan, TX 77808 USA  
Fone: 979-778-0095  
Fax: 979-778-0030  
E-mail: rvs@rvscorp.com

**EVAPCO Noroeste**  
5775 S.W. Jean Road, Suite 210 Lake Oswego,  
Oregon 97035 USA  
Fone: 503-639-2137  
Fax: 503-639-1800

**EvapTech, Inc.**  
*Subsidiária de total propriedade da EVAPCO, Inc.*  
8331 Nieman Road Lenexa, KS 66214 USA  
Fone: 913-322-5165  
Fax: 913-322-5166  
E-mail: marketing@evaptech.com

**Tower Components, Inc.**  
*Subsidiária de total propriedade da EVAPCO, Inc.*  
5960 US HWY 64E  
Ramseur, NC 27316  
Fone: 336-824-2102  
Fax: 336-824-2190  
E-mail: mail@towercomponentsinc.com

#### EVAPCO América do Sul

**Evapco Brasil Equipamentos Industriais Ltda.** Al. Vênus, 151  
13347-659 - Indaiatuba - São Paulo, Brasil  
Tel. Escritório: +55 (11) 5681-2000

#### EVAPCO Europa

**EVAPCO Europe BVBA Sedes Europeias**  
Heersteveldweg 19 Industrieterrein Oost 3700  
Tongeren, Bélgica  
Fone: (32) 12-395029  
Fax: (32) 12-238527  
E-mail: evapco.europe@evapco.be

**EVAPCO Europe, S.r.l.**  
Via Ciro Menotti 10  
I-20017 Passirana di Rho  
Milan, Itália  
Fone: (39) 02-939-9041  
Fax: (39) 02-935-00840  
E-mail: evapcoeuropa@evapco.it

**EVAPCO Europe, S.r.l.**  
Via Dosso 2  
23020 Piateda Sondrio, Itália

**EVAPCO Europe gmbh**  
Insterburger Straße 18  
D-40670 Meerbusch, Alemanha  
Fone: (49) 2159-695618  
Fax: (49) 2159-695611  
E-mail: info@evapco.de

**EVAPCO Air Solutions**  
Knosgårdvej 115  
DK-9440 Aabybro Dinamarca  
Fone: (45) 9824 4999  
Fax: (45) 9824 4990  
E-mail: info@flexcoil.dk

**EVAPCO S.A. (Pty.) Ltd.**  
*Fabricante licenciado da EVAPCO, Inc.*  
18 Quality Road  
Isando 1600  
Republic of África do Sul  
Fone: (27) 11-392-6630  
Fax: (27) 11-392-6615  
E-mail: evapco@evapco.co.za

**Evap Egypt Engineering Industries Co.** *Fabricante licenciado da EVAPCO, Inc.*  
5 El Nasr Road  
Nasr City, Cairo, Egito  
Fone: 2 02 24022866 / 2 02 24044997  
Fax: 2 02 24044667 / 2 02 24044668  
E-mail: Primacool@link.net / Shady@primacool.net

#### EVAPCO Ásia/Pacífico

**Sedes na Ásia/Pacífico da EVAPCO** 1159  
Luoning Rd. Baoshan Industrial Zone Shanghai  
200949, R. P. China  
Fone: (86) 21-6687-7786  
Fax: (86) 21-6687-7008  
E-mail: marketing@evapcochina.com

**EVAPCO (Shanghai) Refrigeration Equipment Co., Ltd.**  
1159 Luoning Rd., Baoshan Industrial Zone  
Shanghai 200949, R. P. China  
Fone: (86) 21-6687-7786  
Fax: (86) 21-6687-7008  
E-mail: marketing@evapcochina.com

**Beijing EVAPCO Refrigeration Equipment Co., Ltd.**  
No. 13 Yanxi Avenue, Yanqi Development  
Zone Huai Rou County  
Beijing, R. P. China Postal Code: 101407  
Fone: (86) 10 6166-7238  
Fax: (86) 10 6166-7395  
E-mail: evapcobj@evapcochina.com

**EVAPCO Australia (Pty.) Ltd.**  
34-42 Melbourne Road  
P.O. Box 436  
Riverstone, N.S.W. 2765, Austrália  
Fone: (61) 2 9627-3322  
Fax: (61) 2 9627-1715  
E-mail: sales@evapco.com.au

**EVAPCO Composites Sdn. Bhd** No.  
70 (Lot 1289) Jalan Industri 2/3 Rawang  
Integrated Industrial Park 48000 Rawang,  
Selangor, Malásia Fone: 60 3 6092-2209  
Fax: 60 3 6092-2210

**EvapTech Asia Pacific Sdn. Bhd**  
*Subsidiária de total propriedade da EVAPCO, Inc.*  
8-6-1, 101 Boulevard  
Jalan Kenari 5, Bandar Puchong Jaya  
47170 Puchong, Selangor, Malásia  
Fone: (60-3) 8070-7255  
Fax: (60-3) 8070-5731  
Email: marketing-ap@evaptech.com

**EVAPCO... Especialistas Em Produtos E Serviços Para Transferência De Calor**

Visite Website da EVAPCO: [evapco.com.br](http://evapco.com.br)



## Índice

<b>Introdução</b> .....	<b>4</b>
<b>Precauções de Segurança</b> .....	<b>4</b>
<b>Recomendações para Armazenagem Inicial e/ou Períodos Longos de Parada</b> .....	<b>4</b>
<b>Disposições do IBC (Código Internacional de Edificações)</b> .....	<b>4</b>
<b>Checklist para Start-Up e Operação Sazonal</b> .....	<b>5</b>
Geral.....	5
Start-Up e Operação Sazonal .....	5
Checklist de Manutenção .....	6-7
Checklist de Parada Sazonal .....	7
<b>Sequência Básica de Operação da Torre de Resfriamento</b> .....	<b>8</b>
Sistema Inativo / Sem Carga.....	8
Elevação da Temperatura de sistema/condensação.....	8
Estabilização da Temperatura do Sistema .....	8
Queda da temperatura do sistema.....	8
Sistema Inativo / Sem Carga.....	8
Bypass.....	8
Ciclo Opcional de Descongelamento .....	8
<b>Sistema de Ventiladores</b> .....	<b>9</b>
Rolamentos dos Motores de Ventiladores.....	9
Rolamentos de Esferas dos Eixos de Ventiladores.....	9
Ajuste das Correias de Ventiladores .....	10-11
Engrenagens .....	12
Entrada de Ar .....	12
Controle de Capacidade do Sistema de Ventiladores.....	12
Ciclos dos Motores de Ventiladores.....	12
Sequência de Operação para Ciclos dos Motores de Ventiladores.....	12
Motores de Duas Velocidades .....	12
Acionamentos de Frequência Variável (VFDs) .....	13
<b>Manutenção de Rotina do Sistema de Água Recirculada</b> .....	<b>14</b>
Filtro de Sucção na Bacia .....	14
Bacia .....	14
Níveis da Água de Operação .....	15
Válvula da Bóia .....	15
Sistema de Distribuição da Água Pressurizada .....	16
Válvula de Dreno.....	16
<b>Tratamento e Química da Água</b> .....	<b>17</b>
Purga ou Descarga .....	17
Aço Galvanizado – Passivação.....	17
Parâmetros de Química da Água .....	18
Controle da Contaminação Biológica .....	18
Água Cinza e Água de Reaproveitamento .....	19
Contaminação do Ar.....	19
<b>Aço Inoxidável</b> .....	<b>20</b>
Mantendo a Aparência do aço Inoxidável .....	20
Limpeza do Aço Inoxidável.....	20
<b>Operação em Tempo Frio</b> .....	<b>21</b>
Layout da Unidade .....	21
Proteção Contra Congelamento da Água de Recirculação .....	21
Tubulação da Unidade .....	21
Acessórios da Unidade .....	21-22
Métodos de Controle da Capacidade para operação em Tempo Frio.....	22
Controle do Gelo .....	23



<b>Detecção de Problemas .....</b>	<b>23-25</b>
<b>Peças de Reposição.....</b>	<b>26</b>
Desenhos de Identificação de Peças .....	27
Torres AT/USS c/ 4' de largura .....	27
Torres AT/USS c/ 6', 8' e 8,5' de largura (por célula) – Conexão Lateral .....	28
Torres AT/USS c/ 6', 8' e 8,5' de largura (por célula) – Conexão Final .....	29
Torres AT/USS c/ 10', 12' e 14' de largura (por célula) – Conexão Lateral .....	30
Torres AT/USS c/ 10' e 12' de largura (por célula) – Conexão Final .....	31
Torres AT/USS de 14' x 24' (por célula) – Conexão lateral de entrada, Saída Final .....	32
Torres AT/USS c/ 14' x 26' (por célula) – Conexão Final .....	33
Torres AT/USS c/ 14' x 26' (por célula) – Conexão Lateral .....	34
Torres AT/USS de 42' x 26' (três células) – Conexão inferior de entrada, saída inferior .....	35
Torres AT/USS de 56' x 26' (quatro células) – Conexão inferior de entrada, saída inferior .....	36
Torres AXS – Empilhamento simples e duplo .....	37
Torres UT c/ 6', 8' e 8,5' de largura (por célula) – Conexão Lateral .....	38
Torres UT c/ 6', 8' e 8,5' de largura (por célula) – Conexão Final .....	39
Torres UT c/ 10', 12' e 14' de largura (por célula) – Conexão Lateral .....	40
Torres UT c/ 10' e 12' de largura (por célula) – Conexão Final .....	41
Torres UT de 14' x 24' (por célula) – Conexão lateral de entrada, Saída Final .....	42
Torres UT de 14' x 26' (por célula) – Conexão de Final .....	43
Torres UT de 14' x 26' (por célula) – Conexão Lateral .....	44
Torres UT de 42' x 26' (três células) – Conexão inferior de entrada, saída inferior .....	45
Torres UT de 56' x 26' (quatro células) – Conexão inferior de entrada, saída inferior .....	46
Torres SUN c/ 8,5' de largura – Conexão lateral .....	47
Torres SUN c/ 12' de largura – Conexão lateral .....	48
Torres LPT .....	49
Torres LSTE c/ 4' e 5' de largura .....	50
Torres LSTE c/ 8' e 10' de largura .....	51



### Introdução

Agradecemos pela aquisição da unidade de resfriamento evaporativo EVAPCO. Os equipamentos EVAPCO são construídos com materiais da mais alta qualidade e projetados para oferecer anos de serviço confiável, desde que mantidos adequadamente.

De fato, equipamentos de resfriamento evaporativos estão muitas vezes localizados em pontos distantes e as verificações periódicas de manutenção são frequentemente negligenciadas. É importante estabelecer um programa de manutenção periódica e garantir que o programa seja seguido. Este manual pode ser usado como guia para estabelecer tal programa. Uma unidade limpa e adequadamente mantida irá proporcionar uma longa vida útil e irá operar com o máximo de eficiência.

Este manual inclui os serviços de manutenção recomendados para start-up da unidade, sua operação e sua parada, assim como a frequência de cada serviço. Favor observar: As recomendações de frequência de serviço indicam os tempos mínimos. Os serviços deverão ser realizados com mais frequência quando as condições de operação assim exigirem.

Familiarize-se com o seu equipamento de resfriamento evaporativo. Consulte os desenhos isométricos localizados nas páginas 27-51 para obter informações sobre a disposição dos componentes em seu equipamento.

Caso necessite informações adicionais sobre a operação ou manutenção desse equipamento, entre em contato com o representante local ou diretamente com a EVAPCO BRASIL através do telefone: +55 (11) 5681-2000.

### Precauções de Segurança

O pessoal qualificado deve tomar devidos cuidados, ferramentas e procedimentos adequados ao fazer manutenção ou reparos nesse equipamento, a fim de evitar danos pessoais e/ou materiais.

**ADVERTÊNCIA:** Esse equipamento nunca deve ser operado sem que as telas de proteção dos ventiladores e portas de acesso estejam adequadamente instaladas e fixadas.

**ADVERTÊNCIA:** Os painéis solares geram energia sempre que expostos à luz. Antes de realizar qualquer tipo de serviço ou manutenção no conjunto de energia solar, certifique-se de que a chave seccionadora desse conjunto esteja travada na posição "OFF". Para eliminar toda a energia gerada pelos painéis, eles devem estar totalmente cobertos com um material opaco.

**ADVERTÊNCIA:** Uma chave seccionadora bloqueável deve estar localizada à vista da unidade, para cada motor de ventilador associado a esse equipamento. Antes de executar qualquer tipo de serviço ou inspeção na unidade, certifique-se de que toda a energia esteja bloqueada na posição desligada "OFF".

**ADVERTÊNCIA:** Nunca use a superfície horizontal superior de qualquer unidade como área de trabalho. Essa área não requer nenhum trabalho de rotina.

**ADVERTÊNCIA:** O sistema de recirculação de água pode conter contaminantes químicos ou biológicos, incluindo a bactéria Legionella Pneumophila, que pode ser nociva se inalada ou ingerida. A exposição direta ao fluxo de ar de descarga e à corrente de ar associada, produzida durante a operação do sistema de distribuição de água e/ou ventiladores, ou mesmo às névoas geradas durante a limpeza dos componentes do sistema de água, requer equipamentos de proteção respiratória, aprovados para tal uso pelas autoridades governamentais de segurança e saúde ocupacional.

### Recomendações para Armazenagem Inicial e/ou Longos Períodos de Parada

Caso a unidade vá permanecer ociosa por longos períodos, é recomendável seguir o procedimento abaixo, além de todas as instruções de manutenção recomendadas pelos fabricantes de componentes.

- Os rolamentos do ventilador e do motor devem ser girados manualmente ao menos uma vez por mês. Isto pode ser feito identificando e bloqueando a chave seccionadora da unidade, para depois girar o conjunto do ventilador várias vezes manualmente.
- Se a unidade permanecer inativa por mais que algumas semanas, acione o redutor (se fornecido) por 5 minutos a cada semana ou verifique polias e buchas quanto à corrosão. Raspe e recubra com ZRC se necessário.
- Se a unidade permanecer inativa por mais de três semanas, complete totalmente o óleo do redutor. Drene até o nível normal antes de ativar a unidade.
- Se a unidade permanecer inativa por mais de três semanas, lubrifique os rolamentos do eixo do ventilador e o parafuso esticador de ajuste do motor.
- Se a unidade permanecer inativa por mais de um mês, será preciso fazer um teste de isolamento semestral nos enrolamentos do motor.
- Se o motor do ventilador permanecer ocioso por ao menos 24 horas, enquanto as bombas de aspersão estiverem ligadas, distribuindo água sobre o trocador de calor, será preciso ativar as resistências anticondensação dos motores (se existirem). Como alternativa, pode-se ligar os motores do ventilador por 10 minutos, duas vezes ao dia, para remover qualquer condensação de umidade dos enrolamentos do motor.

### Disposições do Código Internacional Para Construções

O Código Internacional de Construções (IBC) é um conjunto abrangente de normas que abordam os requisitos de projeto estrutural e de instalação para sistemas de construções – incluindo aquecimento / ventilação / ar condicionado (HVAC) e equipamentos de refrigeração industrial. As disposições do código exigem que os equipamentos de resfriamento evaporativos – assim como todos os outros componentes instalados permanentemente em uma estrutura – atendam os mesmos critérios sísmicos de projeto estabelecidos para as construções.

Todos os itens anexados às torres de resfriamento EVAPCO devem ser analisados e isolados independentemente, para que suportem as cargas eólicas e sísmicas aplicáveis. Isto inclui tubulação, dutos, condutas e conexões elétricas. Tais itens devem ser anexados de modo flexível às unidades EVAPCO, para que não transmitam cargas adicionais ao equipamento, como resultado de forças sísmicas ou eólicas.

## Checklist para a Start-Up e Operação Sazonal

### Informações Gerais

1. Veja se toda a instalação atende aos requisitos das diretrizes de instalação indicadas no Manual 311 da EVAPCO – Manual de layout do equipamento, disponível no site [www.evapco.com](http://www.evapco.com).
2. No caso de motores de ventilador com várias velocidades, lembre-se de manter atrasos iguais ou superiores a 30 segundos nas mudanças de velocidade, ao passar de alta para baixa velocidade. Veja também se há intertravamentos para impedir o acionamento simultâneo de alta e baixa velocidade; veja ainda se ambas as velocidades atuam no mesmo sentido.
3. Veja se todos os intertravamentos de segurança estão operando adequadamente.
4. Em unidades com acionamento por inversor de frequência (VFD), veja se foram estabelecidos os requisitos de velocidade mínima. Consulte o fabricante do VFD para saber as velocidades mínimas recomendadas e as recomendações para se bloquear frequências de ressonância. Veja mais informações na seção “Controle de capacidade do sistema de ventiladores”.
5. Veja se o sensor usado no sequenciamento de ventiladores e/ou controle da válvula de desvio está situado após o ponto em que a água de desvio mistura-se à água de suprimento do condensador (se aplicável).
6. Veja se o plano de tratamento da água foi implementado, incluindo a passivação do aço galvanizado. Veja mais detalhes na seção “Tratamento da água”.
7. Em unidades sujeitas a climas congelantes, climas com alto nível de umidade ou períodos inativos de 24 horas ou mais, será preciso acionar as resistências anticondensação dos motores (se forem instalados). Como alternativa, pode-se ligar os motores do ventilador por 10 minutos, duas vezes ao dia, para remover qualquer condensação de umidade dos enrolamentos do motor.
8. Caso a unidade vá permanecer inativa por longos períodos, siga todas as instruções dos fabricantes de motores de ventiladores e bombas para armazenagem de longo prazo. Nunca se deve utilizar folhas plásticas ou lonas para proteger as unidades durante a armazenagem. Isto pode aprisionar o calor dentro dessas unidades, o que pode danificar os componentes plásticos. Tenha mais informações sobre a armazenagem de unidades com a autorizada local da EVAPCO.

ANTES DE INICIAR QUALQUER MANUTENÇÃO, CERTIFIQUE-SE DE QUE A ENERGIA ESTEJA DESLIGADA E A UNIDADE ESTEJA DEVIDAMENTE BLOQUEADA E IDENTIFICADA COMO TAL.

### Start-Up e Operação Sazonal

1. Limpe as entradas de ar e remova quaisquer resíduos, tais como folhas e sujeira.
2. Esvazie a bacia (com as telas do filtro instaladas), para remover sedimentos e sujeira.
3. Remova as telas do filtro, limpe-as e instale-as novamente.
4. Veja se a válvula boia mecânica está operando livremente.
5. Inspeção os bocais do sistema distribuidor de água e limpe-os se necessário. Veja se estão posicionados corretamente. Veja detalhes na seção “Distribuição da água pressurizada”. (Isto não é necessário no start-up, pois os bocais vêm limpos e posicionados de fábrica).
6. Veja se os eliminadores de gotas estão firmes em seus lugares e posicionados corretamente.
7. Ajuste a tensão das correias de ventiladores conforme o necessário. Veja a seção “Ajuste das correias de ventiladores”.
8. Lubrifique os rolamentos dos eixos de ventiladores antes de cada início de operação.
9. Gire os ventiladores manualmente para garantir que estão girando livremente, sem obstruções.
10. Inspeção visualmente as pás dos ventiladores. O espaçamento das pás deve estar em torno de 3/8” (1/4” no mínimo), da ponta de cada pá até a tampa do ventilador. Todas as pás devem estar firmemente fixadas ao cubo do ventilador.
11. Caso haja restos de água estagnada no sistema, incluindo “seções mortas” da tubulação, será preciso desinfetar a unidade antes de ligar os ventiladores. Consulte a diretriz Ashrae 12-2000 e a diretriz WTP-148 da CTI para ter mais informações.
12. Encha manualmente a bacia, até a conexão do ladrão.

### Início de Operação das torres de resfriamento SUN

1. No caso de danos físicos em painéis, com vidro rachado, delaminação ou corrosão, será preciso substituir os painéis afetados.
2. Árvores ou alterações em estruturas próximas podem produzir sombra sobre o conjunto das torres. Mesmo uma pequena sombra pode reduzir drasticamente a eficiência dos painéis. Remova a fonte de sombra, se possível.
3. Os inversores são monitorados continuamente pelo site ‘Enlighten’. Lembre-se de acessá-lo de tempos em tempos, para ver se os inversores estão operando adequadamente.

### Observe o seguinte após ligar a unidade:

1. Ajuste a válvula boia mecânica necessário para obter o nível de água correto.
2. Encha a bacia da unidade até o nível operacional adequado. Veja mais detalhes na seção “Sistema da água de recirculação – Níveis operacionais”.
3. Veja se os ventiladores estão girando no sentido correto.
4. Meça tensão e corrente nos três terminais de alimentação. A corrente não deve exceder o valor nominal à plena carga, indicado na placa de identificação do motor, considerando-se o fator de serviço.
5. Ajuste a válvula de purga para o fluxo adequado. A purga máxima é de 0,68 m<sup>3</sup> /h para cada 100 toneladas. Consulte o profissional qualificado de tratamento da água para ajustar com precisão a purga mínima necessária.
6. Para ter informações mais detalhadas, veja as instruções do fabricante de motores dos ventiladores sobre manutenção e armazenagem de longo prazo. Faça a manutenção dos motores conforme as instruções do fabricante.



## CHECKLIST DE MANUTENÇÃO



PROCEDIMENTO	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1. Limpe o filtro da bacia – mensalmente ou quando necessário												
2. Limpe e lave a bacia** – a cada trimestre ou quando necessário												
3. Verifique a operação da válvula de purga (se está funcionando) – mensalmente												
4. Verifique o nível de operação da bacia e ajuste a boia se necessário – mensalmente												
5. Verifique o sistema de distribuição de água e os bicos pulverizadores – mensalmente												
6. Verifique os eliminadores de gotas – a cada trimestre												
7. Veja se as pás dos ventiladores têm rachaduras, pesos balanceadores faltantes e vibrações – a cada trimestre												
8. Veja se há corrosão em polias, buchas e cubos. Raspe e recubra com ZRC – anualmente												
9. Lubrifique os rolamentos de eixo dos ventiladores* – a cada 1.000 horas de operação ou cada três meses												
10. Verifique e ajuste a tensão das correias – mensalmente												
11. Inspeção e engraxe a base deslizante dos motores – anualmente ou quando necessário												
12. Verifique telas de ventiladores, venezianas de entrada e ventiladores, removendo sujeira ou resíduos – mensalmente												
13. Inspeção e limpe o acabamento de proteção – anualmente - aço galvanizado: raspe e recubra com ZRC se necessário. - aço inox faça limpeza e polimento com limpador de aço inoxidável.												
14. Verifique a qualidade da água quanto à contaminação biológica. Limpe a unidade quando necessário e chame uma empresa especializada para seguir o programa recomendado de tratamento de água** – periodicamente.												

### ACESSÓRIOS OPCIONAIS:

1. Verifique o nível de óleo do redutor com a unidade desativada – 24 horas após o startup e mensalmente.												
2. No redutor e na tubulação, faça inspeção visual procurando por vazamentos de óleo e inspeção auditiva procurando por ruídos e vibrações anormais – mensalmente.												
3. Troque o óleo do redutor a cada semestre.												
4. Na bomba de óleo, faça inspeção visual para verificar vazamentos e a fiação – mensalmente.												
5. Nos redutores e acoplamentos, verifique o alinhamento do sistema – 24 horas após o startup e mensalmente.												
6. Nos acoplamentos e eixos, inspecione elementos flexíveis e ferragens quanto ao aperto, torque correto e rachaduras/deterioração – mensalmente.												
7. Inspeção o termostato e limpe as extremidades dos sensores – a cada trimestre.												

\* Veja instruções de ativação e recomendações de lubrificação no manual de manutenção.

\*\* É preciso limpar as torres de resfriamento periodicamente para evitar o crescimento de bactérias, incluindo a Legionella Pneumophila.



## CHECKLIST DE MANUTENÇÃO (continuação)

ACESSÓRIOS OPCIONAIS:	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
8. Inspeção a caixa de conexões do aquecedor quanto à fiação solta e umidade – um mês após a ativação e a cada semestre.												
9. Inspeção os elementos do aquecedor, procurando por acúmulo de resíduos – a cada trimestre.												
10. Inspeção a caixa de conexões do controlador eletrônico do nível de água, quanto à fiação solta e umidade – a cada semestre.												
11. Remova os resíduos acumulados sobre as extremidades dos sensores do controlador eletrônico do nível de água – a cada trimestre.												
12. Limpe o tubo vertical do controlador eletrônico do nível de água – anualmente.												
13. Inspeção e remova os resíduos da válvula solenoide – quando necessário.												
14. Inspeção a caixa da chave mecânica antivibração quanto à fiação solta e umidade – um mês após o startup e mensalmente.												
15. Ajuste a sensibilidade da chave antivibração – durante o startup e anualmente.												
16. Inspeção e remova os resíduos da tubulação limpadora do tanque – a cada semestre.												
17. Inspeção e limpe o indicador de nível de água – anualmente.												
18. Inspeção os painéis solares dos modelos SUN quanto a danos e limpe-os com mangueira e uma escova macia – a cada semestre.												

### DURANTE PERÍODOS INATIVOS:

1. Dois dias ou mais: Ligue as resistências anticondensação dos motores – ou ligue os motores por 10 minutos, duas vezes ao dia.												
2. Algumas semanas: Acione o redutor por 5 minutos, semanalmente.												
3. Várias semanas: Complete totalmente o redutor com óleo e drene até o nível normal antes do startup.												
4. Um mês ou mais: Faça os eixos de motores/ventiladores girar dez vezes – a cada quinzena.												
5. Um mês ou mais: Teste os enrolamentos dos motores com um megômetro – a cada semestre.												

### Checklist de Parada Sazonal

Faça o seguinte antes de desativar o sistema e mantê-lo desativado por um longo período:

1. Drene a bacia de água fria da unidade de resfriamento evaporativo.
2. Esvazie e limpe a bacia de água fria, com as telas do filtro de sucção instaladas.
3. Limpe e reinstale as telas do filtro de sucção.
4. Mantenha aberto o dreno da bacia de água fria.
5. Lubrifique os rolamentos de eixo dos ventiladores e os parafusos de ajuste da base dos motores. Faça o mesmo caso a unidade vá permanecer inativa antes da ativação.
6. Feche a válvula boia. Drene toda a tubulação; faça uma inspeção térmica e isole essas tubulações se necessário.
7. Inspeção o acabamento da unidade. Limpe e retoque o acabamento se necessário.
8. Gire manualmente os rolamentos dos ventiladores e motores ao menos uma vez por mês. Para isso, certifique-se de que a chave seccionadora da unidade esteja bloqueada e identificada como tal e faça-os girar várias voltas com as mãos.
9. Ligue as resistências anticondensação dos motores.

Veja instruções mais detalhadas nas recomendações de manutenção e armazenagem de longo prazo dos fabricantes de ventiladores e bombas.



### Sequência Básica de Operação da Torre de Resfriamento

---

#### Sistema inativo / sem carga

Bombas e ventiladores do sistema estão inativos. Caso a bacia esteja com nível total de água, deve-se manter uma temperatura mínima de 4,5°C da água, para evitar congelamento. Para isso, utiliza-se os aquecedores opcionais da bacia. Veja mais detalhes na seção “Operação em tempo frio” deste manual, que fornece dados sobre operação e manutenção em tempo frio.

#### Elevação da temperatura do sistema ou de condensação

A bomba do sistema é acionada. A unidade pode fornecer cerca de 10% de sua capacidade de resfriamento somente com a bomba em operação.

NOTA: Caso a carga seja reduzida a ponto de permitir a operação somente com a bomba do sistema, ficando os motores dos ventiladores inativos, deve-se ativar as resistências anticondensação dos motores (se instalados), com esses motores desativados. Como alternativa, pode-se energizar os motores duas vezes ao dia, por ao menos 10 minutos, a fim de proteger sua isolamento contra danos.

Se a temperatura do sistema continuar a subir, os ventiladores da unidade serão acionados. No caso de controladores de velocidade variável, os ventiladores serão acionados à velocidade mínima. Veja mais detalhes sobre as opções de controle de velocidade dos ventiladores na seção “Sistema de ventiladores – Controle de capacidade” deste manual. Se a temperatura do sistema subir ainda mais, a velocidade dos ventiladores será elevada conforme necessário, até o valor máximo.

NOTA: Com temperaturas inferiores ao nível de congelamento, a velocidade mínima recomendada para controladores de velocidade variável é de 50%. NOS EQUIPAMENTOS COM MÚLTIPLAS CÉLULAS, TODOS OS VENTILADORES DEVEM TRABALHAR EM CONJUNTO, PARA EVITAR O CONGELAMENTO DESSES VENTILADORES.

#### Estabilização de Temperatura do Sistema

Controle a temperatura da água de saída modulando a velocidade dos ventiladores, com inversores de frequência, ou ativando/desativando os ventiladores, com acionadores de uma ou duas velocidades.

#### Queda de Temperatura do Sistema

Reduza a velocidade dos ventiladores, conforme necessário.

#### Sistema Inativo / Sem Carga

A bomba do sistema é desativada. O intertravamento de partida aciona então quaisquer aquecedores opcionais da bacia, no caso de tempo frio.

Não se deve utilizar a bomba de recirculação como meio de controle da capacidade e não se deve ativá-la/desativá-la com frequência. Ciclos excessivos de liga/desliga podem causar o acúmulo de resíduos, reduzindo assim o desempenho em modo seco e modo úmido.

#### Bypass

Durante os meses de inverno, quando a carga de resfriamento é mínima, pode-se utilizar o bypass como forma de controle de capacidade. Esse modo permite que a água de entrada “desvie” do sistema de distribuição de água da torre e seja levada diretamente à bacia. Como alternativa, pode-se conectar o desvio da água de entrada diretamente ao tubo de retorno principal do condensador. Favor observar: Deve-se instalar a válvula de desvio 4,5 metros abaixo da elevação correspondente à bacia de água fria da torre de resfriamento, para garantir uma operação adequada e evitar cavitação. Deve-se prosseguir com esse modo de desvio até que toda a água atinja uma temperatura aceitável (em geral, ao redor de 26,5°C), quando o desvio pode ser então fechado, para permitir o fluxo total.

A EVAPCO NÃO recomenda um desvio parcial de água, devido à possibilidade de congelamento do meio de transferência de calor com baixa temperatura ambiente.

#### Ciclo Opcional de Descongelamento

Em climas mais severos, pode-se incorporar um ciclo de descongelamento para gerenciar a formação de gelo no interior da unidade e sobre ela. Durante o ciclo de descongelamento, inverte-se os ventiladores da torre em não mais que 50% da velocidade, enquanto a bomba do sistema permite que a água flua pelo sistema de distribuição de água. Operar a unidade em “inversão” permite derreter o gelo eventualmente formado na própria unidade ou nas venezianas de entrada de ar. Todos os motores de múltipla velocidade ou com VFD fornecidos pela EVAPCO podem operar de modo reverso em unidades de tiragem induzida, tanto no acionamento convencional por correia quanto no opcional por engrenagens.

NÃO é recomendável aplicar ciclos de descongelamento às torres de resfriamento por tiragem forçada. Em tais unidades, permitir que o ajuste de temperatura da água de saída aumente faria com que os ventiladores ficassem inativos por longos períodos, o que elevaria a possibilidade de congelamento dos componentes de acionamento dos ventiladores. Ao invés de um ciclo de descongelamento, deve-se operar as unidades de tiragem forçada em baixa velocidade (com motores de 2 velocidades) ou velocidade mínima (não menos que 25% com inversores de frequência), a fim de manter uma pressão positiva no interior da unidade e assim evitar a formação de gelo nos componentes que acionam os ventiladores.

NOTA: O PONTO DE CONTROLE MÍNIMO PARA A ÁGUA NUNCA DEVE SER INFERIOR A 5,5°C.

## Sistema de Ventiladores

Embora o sistema de ventiladores das unidades de acionamento centrífugo e axial seja robusto, é preciso checá-lo periodicamente e lubrificá-lo em intervalos adequados. Recomenda-se o programa de manutenção abaixo.

### Rolamentos dos Motores de Ventiladores

As unidades evaporativas de resfriamento da EVAPCO utilizam motores tipo T.E.A.O (totalmente encapsulados, resfriados a ar) ou T.E.F.C. (totalmente encapsulados, resfriados por ventiladores). Esses ventiladores são produzidos segundo as especificações para “Operação de torres de resfriamento”. São fornecidos com rolamentos de lubrificação permanente e proteção especial contra umidade em rolamentos, eixos e enrolamentos. Após períodos prolongados de inatividade, deve-se checar os motores com um testador de isolamento antes de acioná-los.

### Rolamentos de Esferas dos Eixos de Ventiladores

Lubrifique os rolamentos dos motores a cada 1.000 horas de operação ou a cada três meses, no caso de unidades com tiragem induzida. Lubrifique os rolamentos dos motores a cada 2.000 horas de operação ou a cada seis meses, no caso de unidades com tiragem forçada. Utilize umas das graxas sintéticas seguintes, à base de poliureia e à prova d’água, próprias para operação entre -6°C e 177°C (fale com a fábrica no caso de temperaturas de operação mais baixas).

Mobil – Polyrex EM

Chevron - Srl

Aplique a graxa lentamente aos rolamentos, para evitar danos às vedações. Recomenda-se uma pistola de graxa para esse processo. Ao aplicar graxa nova, deve-se remover toda a graxa existente nos rolamentos.

Todas as unidades EVAPCO vêm com linhas de graxa estendidas, para permitir uma fácil lubrificação dos rolamentos de eixo dos ventiladores, como se vê na Tabela 1.

Descrição da Unidade	Localização das graxeiras
Unidades de tiragem induzida: AT/UT/USS – Motores instalados externamente	Logo ao lado da porta de acesso, na caixa do ventilador
Unidades de tiragem induzida: AT/UT/USS – Motores instalados internamente	No interior da porta de acesso, na caixa do ventilador
Unidades de tiragem induzida: AXS	Logo após a porta de acesso
Unidades LSTE de tiragem forçada	Na parte frontal de cada unidade
Unidades LPT de tiragem forçada	Na parte frontal de cada unidade

**Tabela 1** – Localização das Graxeiras em Unidades Acionadas por Correia

Convém lembrar que não é preciso remover as telas dos ventiladores, nas unidades de tiragem forçada, para ter acesso às graxeiras de linha estendida.

## Ventilador Supersilencioso em Fibra de Vidro

### Pás do Ventilador

É recomendável efetuar inspeções visuais a cada trimestre, para checar as condições gerais das pás dos ventiladores, feitas em fibra de vidro. Limpe as pás com detergente neutro, para remover qualquer sujeira de sua superfície, e lave-as com água após a limpeza.

Descoloração e imperfeições na superfície são normais. Podem ocorrer rachaduras no revestimento externo de gel, mas se as rachaduras parecerem ser mais profundas que esse revestimento, fale com o representante local ou ligue para a EVAPCO BRASIL +55(11) 5681-2000.

### Cubo e Parafusos (apenas para ventiladores múltiplos, com diâmetro de 132” e 156”)

Deve-se checar os parafusos do cubo a cada semestre, quanto ao torque correto. Os valores de torque estão indicados na placa de identificação do ventilador, em seu cubo. Tanto o cubo como os parafusos devem ser verificados anualmente quanto à corrosão. Se houver corrosão, raspe e recubra então com um composto à base de 95% de zinco.

## Ajuste das Correias dos Ventiladores

É preciso checar a tensão das correias no start-up e novamente após as primeiras 24 horas de operação, para corrigir qualquer alongamento inicial. Para ajustar corretamente a tensão das correias, posicione o motor do ventilador de modo que a correia flexione cerca de 1/2" ao se aplicar uma pressão moderada entre as polias. As Figuras 1 e 2 mostram duas maneiras de se medir essa flexão. Deve-se checar a tensão das correias mensalmente. Uma correia corretamente tensionada não irá emitir sons estranhos ao se ligar o motor do ventilador.

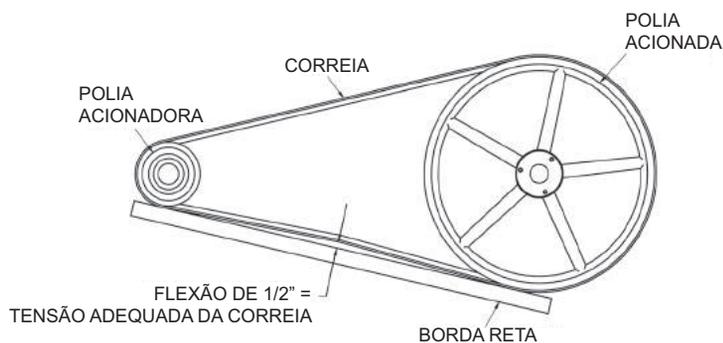


Figura 1 – Método 1

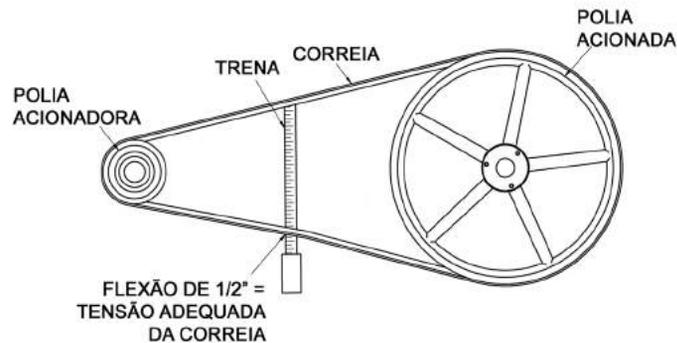


Figura 2 – Método 2

Em unidades de tiragem induzida acionadas por correia, com motores montados externamente (como se vê na Figura 3), e unidades LSTE de tiragem forçada (como se vê na Figura 4), os dois parafusos de ajuste tipo J existentes na base ajustável do motor devem ter a mesma extensão de rosca exposta, para se ter um alinhamento correto de polias e da correia.

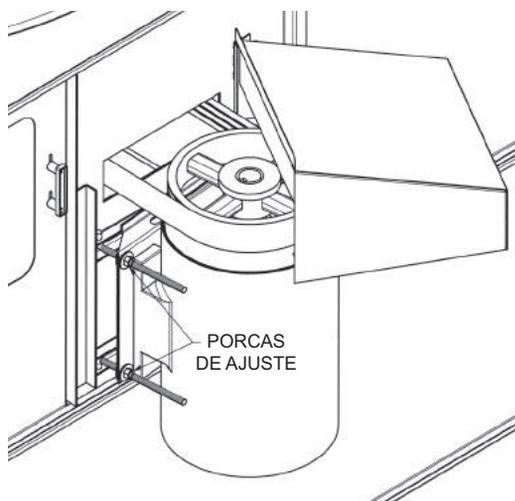


Figura 3 – Motores montados externamente

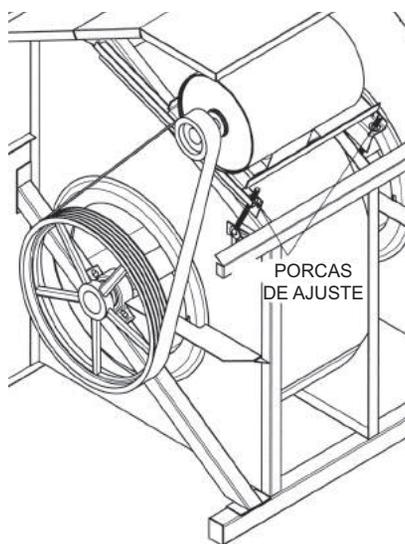


Figura 4 – Unidades LSTE

Em unidades de tiragem induzida acionadas por correia, com motores montados internamente (como se vê nas Figuras 5-6), e unidades LPT (como se vê na Figura 7), usa-se a ferramenta fornecida de ajuste do motor. Essa ferramenta está localizada na porca de ajuste. Para usá-la, posicione a extremidade sextavada sobre a porca de ajuste e tensione a correia girando a porca no sentido anti-horário. Aperte então essa porca quando a correia estiver corretamente tensionada.

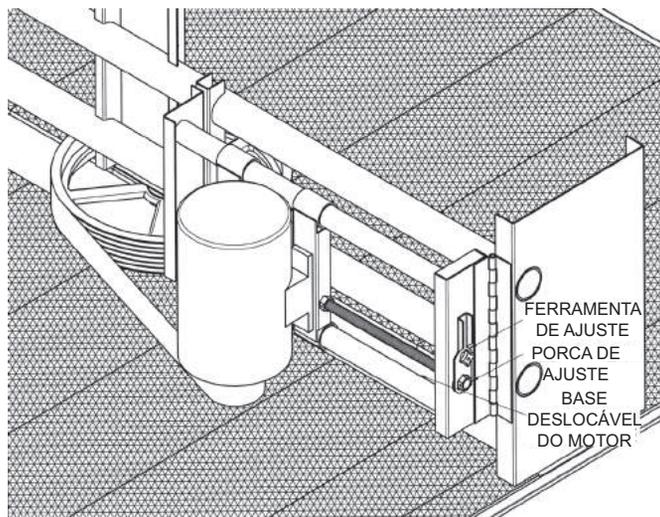


Figura 5 – Ajuste do motor na unidade AT

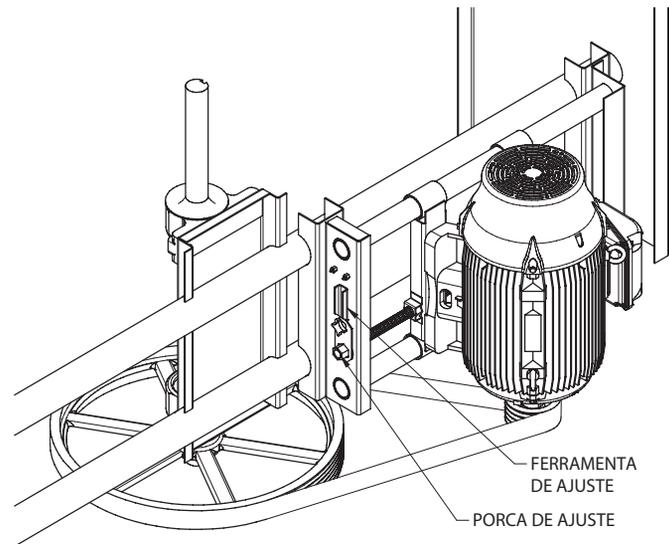


Figura 6 – Ajuste do motor na unidade AXS

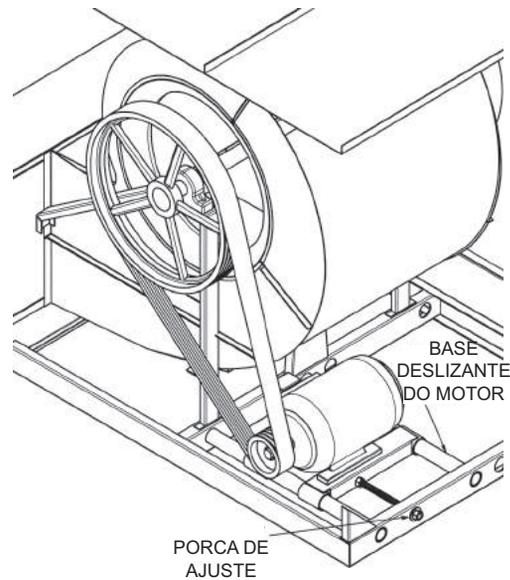


Figura 7 – Ajuste do Motor na Unidade LPT



### Caixas de Engrenagens

---

As unidades de tiragem induzida com caixas de engrenagens requerem manutenção especial. Consulte as instruções recomendadas de manutenção do fabricante das caixas de engrenagens. Elas são enviadas juntamente com cada unidade.

### Entrada de Ar

---

Inspecione mensalmente as venezianas das entradas de ar (unidades de tiragem induzida) ou as telas de ventiladores (unidades de tiragem forçada), para remover papéis, folhas e outros resíduos que possam bloquear o fluxo de ar para a unidade.

### Sistema de Ventiladores – Controle de Capacidade

---

Há vários métodos para se controlar a capacidade das unidades evaporativas de resfriamento. São eles: Ciclagem dos motores de ventiladores, uso de motores de duas velocidades e uso de acionamento com inversores de frequência (VFDs). Em todos os casos, se os motores estiverem inativos por longos períodos, com água sendo ainda enviada aos meios de transferência de calor, sugere-se o uso de resistências anticondensação dos motores.

### Ciclos dos Motores de Ventiladores

A ciclagem dos motores de ventiladores requer um termostato de estágio único para detectar a temperatura da água. Os contatos desse termostato são ligados em série com a bobina de partida dos motores de ventiladores.

### Sequência de Operação para Ciclos dos Motores de Ventiladores

Em geral, considera-se a ciclagem dos motores de ventiladores inadequada quando a carga está sujeita a grandes flutuações. Há somente dois níveis estáveis de desempenho nesse método: Com 100% de capacidade quando o ventilador está ligado e cerca de 10% de capacidade quando o ventilador está desligado. Convém observar que uma ciclagem rápida dos motores de ventiladores pode causar o sobreaquecimento desses motores. Deve-se ajustar os controles para permitir um máximo de 6 (seis) ciclos de partida/parada por hora.

### Motores de Duas Velocidades

O uso de motores de duas velocidades oferece um nível adicional de controle da capacidade, juntamente com o método de ciclagem dos ventiladores. A baixa velocidade do motor fornece cerca de 60% da capacidade de plena velocidade.

Os sistemas de controle da capacidade com duas velocidades requerem não só um motor com dupla velocidade, mas também um termostato de dois estágios e um sistema de partida adequado para esse motor. O motor de duas velocidades mais comum é aquele com um só enrolamento, também conhecido como tipo de polo consequente. Há também motores de dupla velocidade com dois enrolamentos. Todos os motores de várias velocidades utilizados em unidades evaporativas de resfriamento devem ser modelos com torque variável.

É importante observar que, ao se utilizar motores de dupla velocidade, os controles de partida do motor devem incluir um relé desacelerador, para fins de atraso. Esse atraso deve ser de 30 segundos, no mínimo, ao se passar de alta para baixa velocidade.

Sequência de operação para duas unidades de ventilação, com motores de dupla velocidade, durante uma carga de pico

1. Plena velocidade nos dois motores de ventiladores – fluxo total de água em ambas as células
2. Um motor em alta velocidade e o outro em baixa velocidade – fluxo total de água em ambas as células
3. Baixa velocidade nos dois motores de ventiladores – fluxo total de água em ambas as células
4. Um motor em baixa velocidade e o outro desativado – fluxo total de água em ambas as células
5. Dois motores desativados – fluxo total de água em ambas as células
6. Dois motores desativados – fluxo de água em uma só célula

## Acionamentos de Frequência Variável (VFDs)

O uso de inversores de frequência (VFDs) permite o método mais preciso de controle da capacidade. O VFD é um dispositivo que converte tensão e frequência fixas de CA em tensão e frequência ajustáveis, para controlar a velocidade de motores de corrente alternada. Ao se ajustar sua tensão e frequência, o motor CA de indução pode operar em muitas velocidades diferentes.

O uso da tecnologia VFD é vantajoso também para a vida útil dos componentes mecânicos, pois permite partidas suaves e em menor número, além de um diagnóstico de motores integrado ao sistema. Essa tecnologia é particularmente útil em unidades evaporativas de resfriamento que operam em tempo frio, onde é possível modular o fluxo de ar para minimizar a formação de gelo e revertê-lo em baixa velocidade, para realizar ciclos de descongelamento. As aplicações que incluem VFDs em controle de capacidade devem prever também um motor inversor, projetado segundo a norma NEMA MG-1. Essa é a opção padrão da EVAPCO.

O tipo de motor, o fabricante do VFD, a extensão das conexões do motor (entre ele e o VFD), os percursos de conduítes e o aterramento podem afetar drasticamente tanto a resposta quanto a vida útil do motor. Selecione um VFD de alta qualidade, compatível com os motores de ventiladores das unidades EVAPCO. Muitas variáveis de configuração e instalação do VFD podem afetar o desempenho do motor e do próprio VFD. Há dois importantes parâmetros a considerar ao se escolher e instalar um VFD: frequência de comutação e distância entre motor e VFD (geralmente conhecida como extensão de conexões). Veja as recomendações do fabricante do VFD sobre instalação e configuração adequadas. As restrições de extensão das conexões podem variar de acordo com o fornecedor. Independentemente do fornecedor dos motores, é boa prática minimizar a extensão dessas conexões.

### Sequência de Operação em Unidades com Vários Ventiladores e VFDs, Durante uma Carga de Pico

1. É preciso sincronizar todos os VFDs, para que seja possível acelerar e desacelerar uniformemente.
2. Além disso, os VFDs devem incluir uma desativação predefinida, para evitar que a temperatura da água fique baixa demais e que o acionador tente ativar o ventilador em uma velocidade próxima de zero.
3. Uma operação abaixo de 25% de velocidade do motor rende muito pouco em termos de energia poupada e controle de capacidade. Veja, com o fornecedor do VFD, se é possível operar abaixo de 25%.

Notificação de bloqueio do inversor de frequência

### PRECAUÇÕES DE SEGURANÇA:

Pessoal qualificado deve prever cuidados, ferramentas e procedimentos adequados ao fazer manutenção no sistema de ventiladores / acionadores, a fim de evitar danos pessoais e materiais.

Identificação e bloqueio de frequências de ressonância nocivas

Ao contrário dos sistemas convencionais de velocidade fixa, o sistema de ventiladores com VFDs é projetado para operar com velocidades entre 25% (15 Hz) e 100% (60 Hz), o que cria oportunidade para operação com a presença de frequências de ressonância. Uma operação prolongada com frequências de ressonância pode gerar vibração excessiva, fadiga dos componentes estruturais e/ou ruído e falha do sistema acionador. Proprietários e operadores devem prever a presença das frequências de ressonância e bloquear tais frequências durante a preparação do Start-Up, a fim de evitar problemas operacionais no acionador e danos estruturais. Como parte dos processos normais de preparação e start-up, deve-se identificar e bloquear as frequências de ressonância no software do VFD.

A estrutura de suporte, a tubulação externa e os acessórios da unidade contribuem para as harmônicas e para a rigidez geral do sistema. A escolha do VFD também exerce uma influência significativa sobre o comportamento do sistema. Portanto, nem todas as frequências de ressonância podem ser determinadas antecipadamente nas instalações do fabricante, durante a inspeção e os testes finais. As frequências de ressonância relevantes (caso existam) podem ser identificadas com precisão somente após a instalação no sistema.

Para identificar frequências de ressonância em campo, deve-se realizar um teste de aceleração e desaceleração. Além disso, deve-se ajustar as frequências portadoras dos VFDs, para melhor alinhamento destes com o sistema elétrico. Veja mais informações e instruções nos procedimentos de partida de seu inversor de frequência.

O procedimento de busca das frequências de ressonância exige que se percorra a faixa de operação do VFD em intervalos de 2 Hz, da menor frequência de operação até a velocidade máxima. Em cada estágio, deve-se fazer uma pausa longa o suficiente para que o ventilador estabilize. Observe as mudanças de vibração da unidade durante esse teste e repita-o da velocidade máxima até a mínima. Caso haja frequências que geram vibração, esse teste de aceleração/desaceleração irá isolar as frequências de ressonância – que deverão ser então bloqueadas no programa do VFD.

Para ter mais detalhes sobre o uso de inversores de frequência, faça o download dos Boletins de Engenharia 39 e 43 da EVAPCO, através do site [www.evapco.com.br](http://www.evapco.com.br).

**Sistema de água recirculada – Manutenção de rotina**
**Filtro de sucção na bacia**

Deve-se remover e limpar o filtro mensalmente ou de modo tão frequente quanto necessário. O filtro de sucção é a primeira linha de defesa contra a entrada de resíduos no sistema. Veja se o filtro está instalado corretamente, sobre a bomba de sucção e ao lado da cobertura antivórtice.

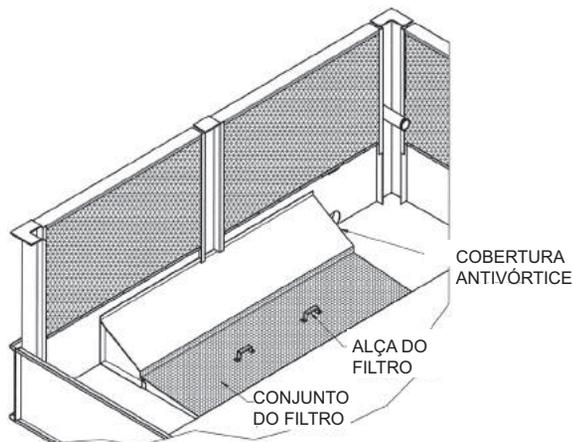


Figura 8 – Conjunto de Filtro Único

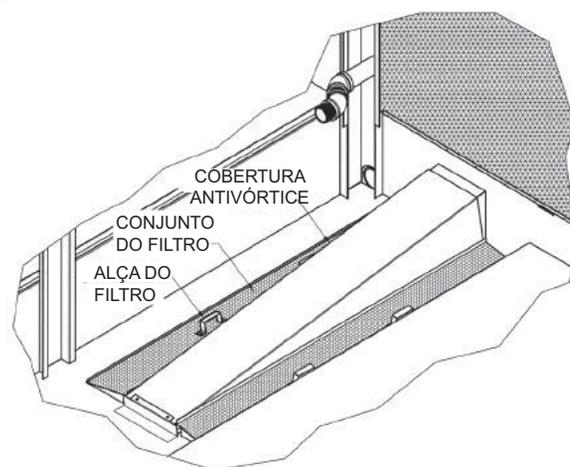


Figura 9 – Conjunto com dois filtros

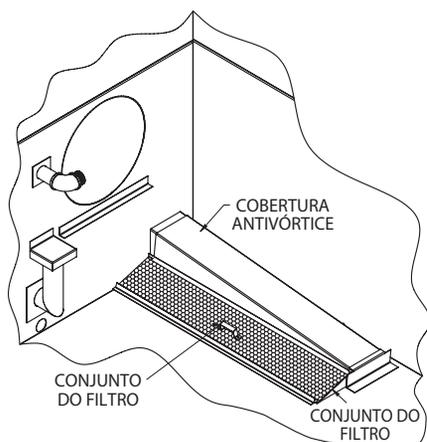


Figura 10 – Conjunto do Filtro em Unidades LSTE / PMTQ

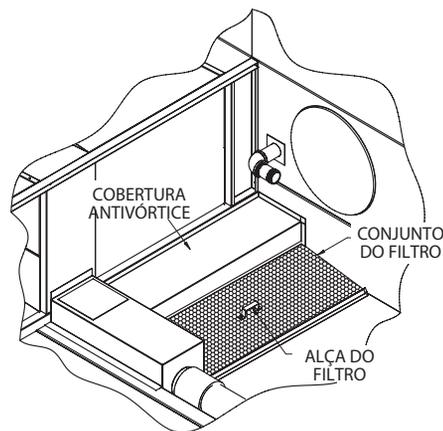


Figura 11 – Conjunto do Filtro em Unidades LPT

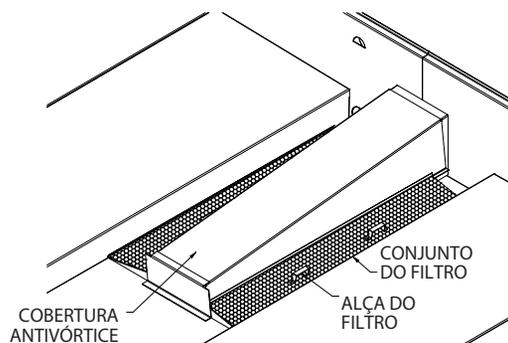


Figura 12 – Conjunto do Filtro em Unidades AXS

**Bacia**

Deve-se esvaziar a bacia a cada trimestre e verificar mensalmente (ou com mais frequência, se necessário), para remover qualquer acúmulo de sujeira ou sedimento que se forma normalmente em seu interior. O sedimento pode se tornar corrosivo e causar a deterioração dos materiais da bacia. Ao esvaziar a bacia, é importante manter os filtros de sucção instalados, para evitar a entrada de sedimentos no sistema. Uma vez limpa a bacia, deve-se remover e limpar os filtros, antes de reencher a bacia.

## Nível operacional da água na bacia

É preciso checar o nível operacional mensalmente, para garantir que o nível de água esteja correto. A Tabela 2 fornece os níveis específicos.

Linha de Produto	Caixa	Profundidade de Operação*
AT/UT/USS	4' de largura	7"
AT/UT/USS	Unidades com 14' de Largura e Quatro Células	11"
AT/UT/USS/SUN	Todos os Outros	9"
AXS	All	9"
LPT	All	8"
PMTQ	All	13"
LSTE	10' de largura	13"
LSTE	Todos os Outros	9"
CAT	All	9"

\* Medida a partir do ponto mais baixo da bacia

Tabela 2 – Níveis operacionais recomendados da água

Durante o start-up ou após a drenagem da unidade, deve-se encher a unidade até o nível de transbordo, que situa-se acima do nível normal de operação e acomoda o volume de água normalmente em suspensão no sistema distribuidor de água e em parte da tubulação externa à unidade.

O nível de água deve estar sempre acima do filtro. Verifique isto acionando a bomba com os motores dos ventiladores desligados e observando então o nível da água através da porta de acesso (ou então remova as venezianas da entrada de ar).

## Válvula da Água de Reposição

Um conjunto de boia mecânica é fornecido normalmente com a unidade de resfriamento evaporativo (a não ser que a unidade seja solicitada com um pacote opcional de controle eletrônico do nível de água ou a unidade seja configurada para operação remota do tanque). Pode-se ter fácil acesso à válvula da água de reposição por fora da unidade, através da porta de acesso com venezianas ou das venezianas removíveis da entrada de ar. É uma válvula de bronze, conectada à haste da boia, e é acionada por uma grande boia preenchida com espuma. Essa boia está instalada em uma haste roscada, sendo mantida no lugar por porcas tipo borboleta. Pode-se ajustar o nível de água da bacia deslocando a boia e a haste roscada mediante as porcas borboleta. Veja detalhes na Figura 13.

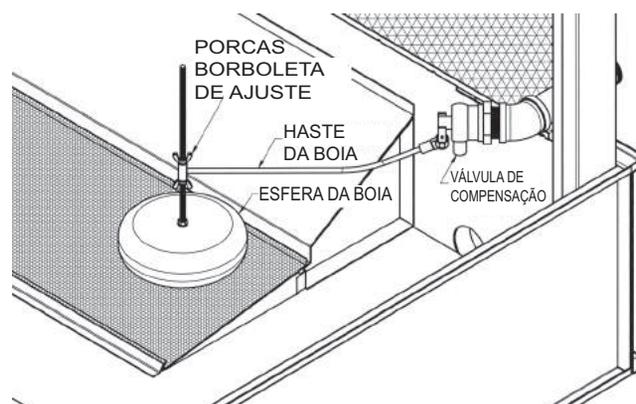


Figura 13 – Válvula mecânica da Água de Reposição

Deve-se inspecionar o conjunto da válvula da água de reposição mensalmente e ajustá-lo se necessário. Deve-se inspecionar a válvula anualmente quanto a vazamentos e, se necessário, substituir sua base. É preciso manter a pressão da água sobre a válvula mecânica entre 20 e 50 psig.

### Sistemas Distribuidores de Água Pressurizada

Todas as torres de resfriamento da EVAPCO são fornecidas com bicos de água dotados de grandes orifícios. Deve-se checar o sistema distribuidor de água mensalmente, para garantir que está operando adequadamente. Verifique o sistema de aspersão sempre com a bomba ativada e os ventiladores desativados (com identificação e bloqueio).

Em unidades de tiragem forçada (modelos LSTE e LPT), remova uma ou duas seções de eliminadores do topo da unidade e observe a operação do sistema distribuidor de água.

Em unidades de tiragem induzida (modelos AT, SUN, USS e UT), existem alças de levantamento em várias seções de eliminadores, próximas à porta de acesso. Pode-se remover eliminadores facilmente, a partir de fora da unidade, para observar o sistema distribuidor de água. Os bicos são essencialmente à prova de obstrução, exigindo raramente qualquer limpeza ou manutenção.

Se os bicos de água não estiverem operando corretamente, é possível que o filtro de sucção não esteja atuando adequadamente e que sujeira ou substâncias estranhas tenham se acumulado nos tubos de distribuição de água. Pode-se limpar os bocais usando uma sonda pontiaguda nas aberturas dos bicos.

Caso ocorra um acúmulo excessivo de sujeira ou substâncias estranhas, retire a tampa de cada seção para remover os resíduos a partir do tubo principal. Pode-se remover as seções de aspersão e o tubo principal para fins de limpeza, mas apenas se for absolutamente necessário.

Após a limpeza dos bicos de água, deve-se checar o filtro de sucção, para garantir que esteja em boas condições de operação e corretamente posicionado, para que não ocorra a entrada de ar.

Ao inspecionar e limpar o sistema distribuidor de água, veja sempre se o posicionamento dos bicos de água está correto, como se vê abaixo para os modelos LSTE e LPT na Figura 14 e para os modelos AT, SUN, USS e UT na Figura 15.

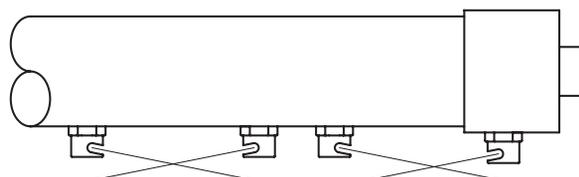


Figura 14 – Distribuição de águas nos modelos LSTE/LPT

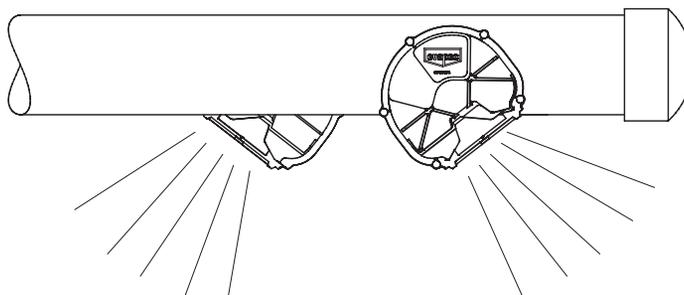


Figura 15 – Distribuição de águas nos modelos AT/SUN/USS/UT

## Sistemas Distribuidores de Água por Gravidade

Todas as unidades de tiragem induzida com fluxo cruzado (AXS) empregam um sistema distribuidor de água que recorre à gravidade para dispersar a água através dos bicos. Alças de abertura foram previstas, nas tampas das bacias de água quente, para permitir acesso ao sistema distribuidor de água, como se vê na Figura 16.

Se os bicos de água não estiverem operando corretamente, é possível que o filtro de sucção não esteja atuando adequadamente e que sujeira ou substâncias estranhas tenham se acumulado nos reservatórios de água quente. Pode-se limpar os bocais usando uma sonda pontiaguda nas aberturas dos bicos; ou então removendo cada bocal e limpando-o com uma mangueira.

Após a limpeza dos bicos de água, deve-se checar o filtro de sucção, para garantir que esteja em boas condições de operação e corretamente posicionado, para que não ocorra a entrada de ar.

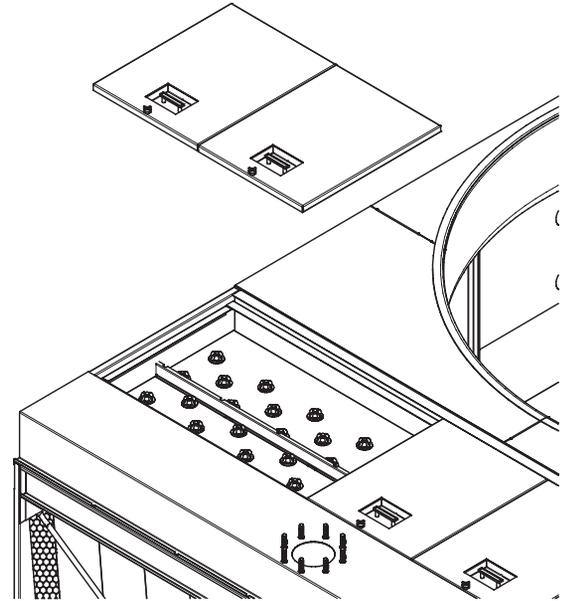


Figura 16 – Bacias de água quente

## Válvula de Sangria (ou Purga)

Quer seja instalada na fábrica ou em campo, deve-se checar a válvula de purga semanalmente, para garantir que esteja operando e ajustada corretamente. Mantenha essa válvula totalmente aberta, exceto quando determinado que pode estar parcialmente aberta sem causar corrosão ou acúmulo de resíduos.

## Tratamento da Água

O tratamento adequado da água é parte essencial da manutenção requerida para os equipamentos de resfriamento evaporativos. Um programa de tratamento de água bem projetado e implementado ajudará a garantir uma operação eficiente do sistema, além de maximizar a vida útil dos equipamentos. Uma empresa especializada em tratamento de água deve criar um protocolo específico de tratamento para cada local, com base no equipamento (incluindo todas as peças metálicas do sistema de resfriamento), local, qualidade da água e utilização.

## Purga ou Descarga

As unidades evaporativas de resfriamento eliminam o calor ao evaporar parte da água recirculada para a atmosfera, como ar de descarga quente e saturado. À medida que a água pura evapora, deixa para trás as impurezas existentes na água de reposição do sistema e os contaminantes acumulados e transportados pelo ar. Tais impurezas e contaminantes, que continuam a recircular pelo sistema, devem ser controlados para evitar uma concentração excessiva – que pode gerar corrosão, acúmulo de resíduos ou contaminação biológica.

Essas unidades evaporativas de resfriamento requerem uma linha de purga ou descarga, situada no lado de descarga da bomba de recirculação, para remover água concentrada (reciclada) do sistema. A EVAPCO recomenda o uso de um controlador automatizado de condutividade, para maximizar a eficiência de seu sistema. Com base em recomendações da empresa de tratamento de água, o controlador de condutividade deve abrir e fechar uma esfera motorizada ou uma válvula solenoide, para manter a condutividade da água de recirculação. Ao se utilizar uma válvula manual para controlar a taxa de purga, será preciso ajustá-la para manter a condutividade da água de recirculação, em períodos de carga de pico, no nível máximo recomendado pela empresa de tratamento de água.

### Aço Galvanizado – Passivação

A 'corrosão branca' é um defeito prematuro da camada protetora de zinco, no aço galvanizado por imersão a quente ou laminação a frio, que pode ocorrer como resultado de um controle inadequado do tratamento de água, durante o start-up de novos equipamentos galvanizados. O período inicial de preparação e passivação é crítico para se maximizar a vida útil de equipamentos galvanizados. A EVAPCO recomenda que o protocolo de tratamento da água específico de cada local inclua um procedimento de passivação, que detalhe a química da água, qualquer acréscimo necessário de produtos químicos e inspeções visuais durante as primeiras 6 (seis) a 12 (doze) semanas de operação. Durante esse período de passivação, deve-se manter o pH da água de recirculação sempre acima de 7,0 e abaixo de 8,0. Como temperaturas elevadas têm efeito nocivo sobre o processo de passivação, deve-se operar o novo equipamento galvanizado sem carga, pelo tempo que for viável do período de passivação.

A química da água abaixo favorece a formação da corrosão branca e deve ser evitada durante o período de passivação:

1. Valores de pH superiores de 8,3 na água de recirculação.
2. Dureza do cálcio (como CaCO<sub>3</sub>) inferior a 50 ppm na água de recirculação.
3. Ânions de cloretos ou sulfatos com uma concentração superior a 250 ppm na água de recirculação.
4. Alcalinidade superior a 300 ppm na água de recirculação, independentemente do valor de pH.

Pode-se considerar algumas alterações no controle de química da água após o processo de passivação, confirmado quando as superfícies galvanizadas assumem uma cor cinza fosca. Quaisquer alterações no programa de tratamento ou nos limites de controle devem ser feitas lentamente, por estágios, documentando-se o impacto dessas alterações nas superfícies zincadas já passivadas.

- Unidades evaporativas de resfriamento galvanizadas operando com pH da água abaixo de 6,0, por qualquer período, poderão ter seu revestimento protetor de zinco removido.
- Unidades evaporativas de resfriamento galvanizadas operando com pH da água acima de 9,0, por qualquer período, poderão desestabilizar suas superfícies passivadas, com o surgimento de corrosão branca.
- Uma nova passivação poderá ser necessária em qualquer momento da vida útil do equipamento, caso ocorra uma condição anormal que desestabilize a superfície de zinco já passivada.

Para ter mais informações sobre passivação e corrosão branca, faça o download do Manual de Engenharia 36 da EVAPCO através do site [www.evapco.com.br](http://www.evapco.com.br).

### Parâmetros de Química da Água

O programa de tratamento da água planejado para equipamentos de resfriamento evaporativos deve ser compatível com os materiais de construção de cada unidade. Será difícil controlar a corrosão e o acúmulo de resíduos se a química da água de recirculação não for mantida constantemente dentro das faixas indicadas na Tabela 3. Em sistemas com diferentes metalurgias, deve-se prever um programa de tratamento da água que garanta proteção a todos os componentes usados no circuito da água de resfriamento.

Propriedade	Aço Galvanizado G-90 com Pintura Orla Marítima	Aço Inoxidável AISI 304	Aço Inoxidável AISI 316
pH	7.0 – 8.8	6.0 – 9.5	6.0 – 9.5
pH durante a Passivação	7.0 – 8.0	N/A	N/A
Sólidos Totais em Suspensão (ppm)*	< 25	< 25	< 25
Condutividade (Micro-mhos/cm)**	< 2,400	< 4,000	< 5,000
Alcalinidade como CaCO <sub>3</sub> (ppm)	75 - 400	< 600	< 600
Dureza do Cálcio – CaCO <sub>3</sub> (ppm)	50 - 500	< 600	< 600
Cloretos como Cl (ppm)***	< 300	< 500	< 2,000
Sílica (ppm)	< 150	< 150	< 150
Total de Bactérias (ufc/ml)	< 10,000	< 10,000	< 10,000

\* Com base na norma EVAPAK®

\*\* Com base em superfícies metálicas limpas. O acúmulo de sujeira, depósitos ou lodo irá aumentar o potencial de corrosão.

\*\*\* Com base nas temperaturas máximas do fluido da serpentina abaixo de 49°C.

**Tabela 3 – Diretrizes recomendadas para a química da água**

Ao se adotar um programa de tratamento da água com produtos químicos, todos os produtos selecionados deverão ser compatíveis com os materiais de construção da unidade, assim como com outros equipamentos e tubulações do sistema. Deve-se aplicar os produtos químicos através de dispositivos automáticos, a partir de um ponto que garanta mistura e controle adequados, antes que cheguem à unidade de resfriamento evaporativo. Nunca se deve aplicar produtos químicos a granel, diretamente na bacia da unidade.

A EVAPCO não recomenda o uso rotineiro de ácido, devido às consequências destrutivas de uma aplicação inadequada. Contudo, se o ácido fizer parte do protocolo de tratamento específico do local, ele deverá ser previamente diluído, antes da aplicação à água de resfriamento, e aplicado com um dispositivo automático, em uma área do sistema que garanta uma mistura correta. Os locais da sonda de pH e da linha aplicadora de ácido devem ser planejados juntamente com o controle automatizado de feedback, para assegurar que os níveis corretos de pH sejam sempre mantidos em todo o sistema de resfriamento. Esse sistema automatizado deverá ser capaz de armazenar e fornecer dados operacionais, incluindo leituras de pH e atividade da bomba aplicadora de produtos químicos. Sistemas automatizados de controle do pH exigem uma calibração frequente, para garantir uma operação adequada e proteger a unidade contra maior potencial de corrosão.

Deve-se evitar o uso de ácidos também para a limpeza. Caso a limpeza com ácido seja necessária, deve-se ter extremo cuidado e utilizar somente ácidos inibidos, recomendados para os materiais de construção da unidade. Todo protocolo de limpeza que inclua o uso de ácido deverá incluir também um procedimento escrito para se neutralizar e esvaziar o sistema evaporativo de resfriamento após a limpeza.

### **Controle da Contaminação Biológica**

Equipamentos de resfriamento evaporativos devem ser inspecionados periodicamente, para assegurar um bom controle microbiológico. As inspeções devem incluir tanto a monitoração de populações microbianas, via técnicas de cultura, como a inspeção visual, procurando por contaminação biológica.

Um mau controle microbiológico pode resultar em transferência de calor menos eficiente, maior potencial de corrosão e maior risco da presença de patógenos, tal como aquele que causa a doença dos legionários. O protocolo de tratamento de água específico de cada local deve incluir procedimentos para operação de rotina, reinício após um período de inatividade e desativação temporária do sistema, se aplicável. Caso seja detectada uma contaminação microbiológica excessiva, deve-se adotar uma limpeza mecânica mais agressiva e/ou um programa de tratamento da água.

É importante que todas as superfícies internas, particularmente a bacia, fiquem sempre livres de sujeira e lodo acumulados. Além disso, deve-se inspecionar os eliminadores de gotas e mantê-los em boas condições operacionais.

### **Água Cinza e Água de Reaproveitamento**

Pode-se considerar o uso de água reaproveitada de outro processo como fonte de água para unidades evaporativas de resfriamento, desde que a química resultante da água de recirculação esteja conforme com os parâmetros indicados na Tabela 3. Convém observar que o uso de água reaproveitada de outros processos pode elevar o potencial de corrosão, contaminação microbiológica e formação de resíduos. Deve-se evitar a utilização de água cinza e água de reaproveitamento, a não ser que todos os riscos associados sejam entendidos e documentados, como parte do plano de tratamento específico do local.

### **Contaminação do Ar**

As unidades evaporativas de resfriamento aspiram ar como parte da operação normal e podem receber substâncias particuladas do ar. Evite instalar as unidades próximas a chaminés, dutos de descarga, respiradouros, saídas de gases de combustão, etc., pois elas irão aspirar esses vapores – que poderão causar corrosão acelerada ou maior volume de depósitos dentro dessas unidades. Além disso, é importante instalar as unidades longe das entradas de ar fresco de edifícios, para evitar que gotas, bactérias e quaisquer outras descargas das unidades entrem no sistema de ar desses edifícios.

### **Aço Inoxidável**

Aço inoxidável é o material de construção mais econômico à disposição para se estender a vida útil das unidades evaporativas de resfriamento. A EVAPCO utiliza chapas de aço inoxidável AISI 304 e 316, com acabamento fosco nº 2B. O material AISI 304 é um aço inoxidável austenítico básico, com cromo e níquel, sendo adequado para uma ampla gama de aplicações. Ele está prontamente disponível em todo o mundo e é de fácil moldagem durante o processo de produção. O aço AISI 316, por sua vez, oferece mais resistência à corrosão que o AISI 304 devido ao acréscimo de molibdênio e maior teor de níquel – que permitem maior resistência a perfurações e fendas de corrosão na presença de cloretos. Dessa forma, o aço inoxidável AISI 316 é preferido em ambientes industriais severos e marítimos, e também quando a qualidade da água de reposição requer esse tipo de material.

O aço inoxidável proporciona sua maior resistência à corrosão graças à formação de uma película de óxido de cromo durante o processo de produção. Para garantir máxima proteção contra a corrosão, o aço inoxidável deve ser mantido limpo e ter um suprimento adequado de oxigênio, para que seja combinado ao cromo, formando assim o óxido de cromo – uma camada protetora de passivação. Essa camada protetora de óxido de cromo é criada durante a exposição rotineira ao oxigênio da atmosfera. Isto ocorre durante o processo de laminação e de modo contínuo, à medida que o aço é formado e moldado para o uso final.



### Mantendo a Aparência do Aço Inoxidável

É um erro comum pensar que o aço inoxidável é à prova de manchas e corrosão, dispensando assim qualquer manutenção de superfícies. Isto não corresponde à verdade. Como o aço galvanizado laminado, o aço inoxidável é mais eficaz se mantido limpo – especialmente quando instalado em atmosferas com sais de cloretos, sulfetos e outros materiais corrosivos. Em tais ambientes, o aço inoxidável pode sofrer descoloração e corrosão.

Assim que a unidade chega ao local de instalação, o modo mais eficiente de proteger o acabamento do aço inoxidável é mantê-lo limpo! Deve-se lavar cada unidade ao menos anualmente, a fim de reduzir a sujeira residual ou os depósitos de superfície do aço inoxidável. Além disso, essa lavagem mantém os componentes de aço inoxidável livres de elementos corrosivos da atmosfera, incluindo cloretos e sulfetos que danificam esse tipo de aço.

Proteja o aço inoxidável durante a instalação, especialmente durante a soldagem de tubos de aço carbono próximos, pois respingos de solda e outros materiais corrosivos podem manchar o aço, caso este não seja protegido ou limpo.

### Limpeza do Aço Inoxidável

#### Manutenção de Rotina – Limpeza Leve

Uma simples lavagem por pressão (apenas em componentes de chapa metálica), utilizando limpadores domésticos, detergentes ou amônia uma vez ao ano (ou com mais frequência em ambientes marítimos ou industriais) ajuda a proteger o acabamento e a mantê-lo livre de contaminantes atmosféricos.

#### Pouca Sujeira Superficial – Limpeza Levemente Agressiva

Recomenda-se o uso de esponjas ou escovas de cerdas, com um limpador não abrasivo. Após a lavagem, enxágue com água quente de uma mangueira ou uma lavadora pressurizada. Enxugue a área limpa com panos secos e recubra com cera de alta qualidade, para obter uma proteção adicional.

#### Limpeza mais agressiva – Remoção de graxa ou impressões digitais

Siga os processos 1 e 2 e utilize então um solvente à base de hidrocarbonetos, como acetona ou álcool. Tenha cuidado ao usar qualquer solvente desse tipo. Evite utilizá-lo em espaços confinados ou enquanto estiver fumando. Evite o contato das mãos e da pele com tais solventes. Limpadores domésticos de vidros e o produto Spic n' Span são outras opções de limpadores. Enxugue a área limpa com panos secos e aplique uma camada de cera de alta qualidade, para obter uma proteção adicional.

#### Limpeza agressiva – Remoção de manchas ou corrosão leve

Caso haja suspeita de contaminação por ferro ou manchas superficiais, remova imediatamente essas manchas com um limpador para cromo, latão ou prata. Recomenda-se ainda o uso de pastas e polidores suaves, não abrasivos. Após a limpeza, use uma cera de alta qualidade, para obter proteção adicional.

#### Limpeza Extremamente Agressiva – Remoção de depósitos de ferrugem, contaminação por ferro, descoloração por solda a ponto e respingos de solda utilizando ácido

Tente seguir primeiro os processos 1 a 4. Caso não seja possível remover manchas ou corrosão, adote este procedimento como último recurso. Molhe a superfície com água quente. Use uma solução saturada de ácido oxálico ou fosfórico (solução ácida de 10 a 15%), que deve ser aplicada com um pano macio; aguarde então alguns minutos, sem esfregar. O ácido deve remover as partículas de ferro. Continue com amônia e um enxágue com água. Lave novamente a superfície com água quente e recubra com uma cera de alta qualidade, para obter proteção adicional. Tenha muito cuidado ao trabalhar com ácidos! Use luvas de borracha sintética; é recomendável usar também óculos e aventais de proteção.

#### **EVITE USAR ESSE MÉTODO SE A UNIDADE TIVER COMPONENTES DE AÇO GALVANIZADO.**

Siga essas orientações como procedimento mínimo para manter e limpar as unidades de aço inoxidável. Ao limpar aço inoxidável, NUNCA use substâncias abrasivas ou lã de aço, NUNCA limpe com ácidos minerais e NUNCA deixe o aço inoxidável em contato com ferro ou aço carbono.

Para ter mais informações sobre a limpeza de aço inoxidável, faça o download do Manual de Engenharia 40 da EVAPCO.

Para ter mais informações sobre como escolher o grau adequado de aço inoxidável, faça o download do Manual de Engenharia 46 da EVAPCO.

### Operação em Tempo Frio

---

As unidades evaporativas de resfriamento por contrafluxo da EVAPCO são bastante adequadas para operação em condições de tempo frio. O design das torres de resfriamento por contrafluxo encapsula totalmente o meio de transferência de calor e o protege contra os elementos externos – tal como o vento, que pode congelar as unidades.

Ao se utilizar unidades evaporativas de resfriamento em locais de tempo frio, deve-se considerar vários itens de tais unidades, tais como layout, água de recirculação, tubulação, acessórios e capacidade de controle.

## Layout das unidades

Deve-se prever um fluxo de ar adequado e sem obstruções, tanto para a entrada como para a descarga das unidades. É imperativo que o equipamento minimize o risco de recirculação, que pode congelar por condensação as venezianas de entrada, os ventiladores e suas telas. O acúmulo de gelo nessas áreas pode prejudicar o fluxo de ar e, em casos mais graves, causar defeitos em tais componentes. Os ventos predominantes podem criar condições para formação de gelo nas venezianas de entrada e telas de ventiladores, prejudicando assim o fluxo de ar das unidades.

Para ter mais informações sobre o layout de unidades, consulte o Manual 311 da EVAPCO – Manual de layout de equipamentos.

## Proteção da água de recirculação contra congelamento

A maneira mais simples e eficaz de evitar o congelamento da água de recirculação é utilizar um tanque remoto. Dessa forma, a bomba da água de recirculação é instalada remotamente, junto ao tanque, e sempre que essa bomba for desligada, toda a água voltará ao tanque. Fale com o representante da EVAPCO para obter recomendações sobre o dimensionamento do tanque remoto ou ligue para +55(11) 5681-2000.

Caso não seja possível usar um tanque remoto, existem aquecedores de reservatório que impedem o congelamento da água de recirculação ao se desligar a bomba. Aquecedores elétricos, serpentinas de água quente, serpentinas de vapor ou injetores de vapor podem ser usados para aquecer a bacia ao se desligar a unidade. No entanto, os aquecedores de reservatórios não impedem o congelamento de linhas externas de água, de bombas ou da tubulação de bombas. O suprimento da água de reposição e as linhas de transbordo e drenagem devem passar por uma análise térmica e ser então isoladas, como proteção contra danos. Quaisquer outros acessórios ou conexões situados no nível da água ou abaixo dele, tais como controladores eletrônicos do nível de água, devem ser também analisados termicamente e isolados.

## Tubulação da Unidade

Toda tubulação externa (linhas de água de reposição, equalizadores, tubos de entrada de água) que não for drenada deverá ser analisada termicamente e isolada para que não congele. Toda a tubulação deve ser equipada com válvulas de drenagem, para evitar ramificações mortas – que podem também causar contaminação por Legionella. Os acessórios de tubulação do sistema (válvulas da água de reposição, válvulas de controle, bombas de circulação de água e pacotes de controle do nível de água) devem também ser analisados termicamente e isolados. Se qualquer um desses itens não for analisado termicamente e isolado de modo correto, a formação de gelo resultante poderá causar falha de componentes e desativação da unidade de resfriamento.

Deve-se considerar também o uso de um bypass. É normal que as cargas de inverno sejam inferiores às cargas de pico do verão. Se for este o caso, pode-se incorporar um desvio no sistema de torres de resfriamento, permitindo que a água “desvie” do sistema de distribuição de água das torres, como forma de controle da capacidade. A EVAPCO recomenda que esse desvio seja instalado no sistema da tubulação de água do condensador. Desvios instalados dessa forma requerem um segmento de tubulação entre o suprimento de água do condensador e o retorno **de e para** a torre de resfriamento. Nunca use um desvio parcial durante a operação em tempo frio. O fluxo reduzido de água poderia resultar em um fluxo de água irregular sobre os meios de transferência de calor, causando assim a formação de gelo.

Favor observar: Deve-se esvaziar os desvios periodicamente, para evitar condições de água estagnada – a não ser que o desvio tenha uma tubulação direta para a bacia da unidade.

## Acessórios da Unidade

Os acessórios que evitam ou minimizam a formação de gelo durante a operação em tempo frio são relativamente simples e baratos. Tais acessórios podem incluir aquecedores para bacias, tanques remotos, controles elétricos do nível de água e chaves seccionadoras antivibração. Todos esses acessórios opcionais garantem que as torres de resfriamento operem corretamente durante as estações frias.

### Aquecedores para Bacias

Aquecedores opcionais para bacias podem ser fornecidos com as torres de resfriamento, para evitar que a água congele na bacia quando a unidade está inativa, sob condições de baixa temperatura. Esses aquecedores são projetados para manter a água da bacia a 4,5°C, com uma temperatura ambiente de -18°C (ou -7°C e -4,5°C). Eles são ativados somente quando as bombas de água do condensador estão desligadas e não há fluxo de água pela torre. Não é preciso ativá-los quando há carga térmica e fluxo de água pela torre. Outros tipos de aquecedores para bacias a considerar são: serpentinas de água quente, serpentinas de vapor ou injetores de vapor.

### Tanques remotos

Um tanque remoto, situado em um ambiente interno aquecido, é uma excelente forma de evitar congelamento na bacia de água fria durante condições de pouca ou nenhuma carga, já que a bacia e a tubulação associada serão drenados por gravidade quando a bomba de circulação estiver inativa. A EVAPCO pode fornecer conexões, na bacia de água fria, para prever a instalação de um tanque remoto.

### Controle Elétrico do Nível de Água

Pacotes opcionais para o controle elétrico do nível de água podem ser fornecidos para substituir o conjunto tradicional de boia mecânica e válvula. A pressão da água de reposição para o controle elétrico do nível de água deve ser mantida entre 5 e 100 psig. Esse tipo de controle elimina os problemas de congelamento típicos da boia mecânica. Além disso, ele permite um controle preciso do nível de água na bacia e não requer ajustes de campo, mesmo sob condições de carga variável. Favor observar: O conjunto do tubo vertical, a tubulação da água de reposição e a válvula solenoide devem ser analisados termicamente e isolados, a fim de evitar que congelem.



### Chaves Seccionadoras de vibração

Durante condições severas de tempo frio, pode ocorrer a formação de gelo nos ventiladores das torres de resfriamento, causando vibração excessiva. A chave opcional antivibração desliga os ventiladores, evitando possíveis danos ou falhas do sistema acionador.

### Métodos de Controle da Capacidade para Operação em Tempo Frio

As torres de resfriamento por tiragem induzida e tiragem forçada requerem instruções separadas de controle de capacidade durante a operação em tempo frio.

A sequência de controle de uma torre de resfriamento que opera sob baixa temperatura ambiente é similar à de uma torre operando sob condições de verão, desde que a temperatura ambiente esteja acima do nível de congelamento. Com uma temperatura ambiente inferior ao nível de congelamento, deve-se tomar precauções adicionais para evitar uma possível formação nociva de gelo ou danos ao equipamento.

É muito importante manter um controle estrito sobre a operação das torres de resfriamento durante o inverno. Segundo a EVAPCO, é recomendável manter uma temperatura de saída MÍNIMA absoluta da água de 5,5°C; obviamente, quanto maior a temperatura da água que deixa a torre, tanto menor será o potencial de formação de gelo – assumindo-se que seja mantido um fluxo de água adequado na torre.

#### Controle de Capacidade em Unidades de Tiragem Induzida

O método mais simples de controle de capacidade consiste em ativar e desativar os motores de ventiladores (ciclagem), em resposta à temperatura da água que deixa a torre. No entanto, esse método de controle resulta em maiores diferenciais de temperatura e períodos inativos mais longos. No caso de temperaturas extremamente baixas, o ar úmido poderá condensar e congelar no sistema acionador dos ventiladores. Assim sendo, deve-se efetuar a ciclagem dos ventiladores em temperaturas extremamente baixas, para evitar longos períodos inativos, quer a água esteja fluindo para a bacia ou em desvio. Deve-se limitar o número de ciclos de partida/parada a não mais que seis por hora.

Um método melhor de controle utiliza motores de duas velocidades para os ventiladores, que permite um nível adicional de controle da capacidade. Esse nível adicional reduz o diferencial de temperatura da água e, portanto, o tempo inativo dos ventiladores. Além disso, motores de duas velocidades poupam energia, pois a torre tem condições de operar em baixa velocidade no caso de requisitos reduzidos de carga.

O melhor de todos os métodos de controle da capacidade para operação em tempo frio emprega inversores de frequência (VFDs). Isto viabiliza um controle mais rígido sobre a temperatura da água de saída, ao permitir que os ventiladores operem à velocidade adequada, acompanhando de perto a carga do edifício. Com a redução da carga do edifício, o sistema de controle com VFD pode operar por longos períodos com velocidades abaixo de 50% nos ventiladores. A operação com baixa temperatura de saída e baixa velocidade do ar através da unidade pode favorecer a formação de gelo. É recomendável então ajustar a velocidade mínima do VFD em 50% da velocidade máxima, para minimizar o potencial de formação de gelo na unidade. Sugere-se o uso de aquecedores de espaço junto aos motores, para impedir que o ar altamente úmido condense nos motores durante períodos inativos.

#### Controle de Capacidade em Unidades de Tiragem Forçada

Os métodos mais comuns de controle da capacidade utilizam a ciclagem de motores de ventiladores com uma só velocidade, motores de duas velocidades ou motores auxiliares e inversores de frequência, sempre para controlar os ventiladores das torres. Embora os métodos de controle da capacidade em unidades de tiragem forçada sejam similares aos utilizados em unidades de tiragem induzida, há pequenas variações entre eles.

O método mais simples de controle de capacidade em unidades de tiragem forçada consiste em ativar e desativar os ventiladores (ciclagem). No entanto, esse método de controle resulta em maiores diferenciais de temperatura e períodos inativos mais longos para os ventiladores. Ao se desligar os ventiladores, a água que circula na unidade pode gerar um fluxo de ar até a seção dos ventiladores. No caso de temperaturas extremamente baixas, esse ar úmido poderá condensar e congelar nos componentes frios do sistema acionador. Quando as condições mudam e o resfriamento é necessário, o gelo formado no sistema acionador pode danificar seriamente os ventiladores e seus eixos. **Assim sendo, DEVE-SE fazer a ciclagem dos ventiladores durante a operação com baixas temperaturas, para evitar longos períodos inativos dos ventiladores. A ciclagem excessiva, porém, pode danificar os motores dos ventiladores; procure limitá-la ao máximo de seis ciclos por hora.**

Motores de duas velocidades ou motores auxiliares oferecem um método melhor de controle. Esse nível adicional de controle da capacidade reduz o diferencial de temperatura da água e, portanto, o tempo inativo dos ventiladores. Tal método mostra-se eficaz nas aplicações com grandes variações de carga e condições moderadas de tempo frio.

O inversor de frequência (VFD) proporciona o método mais flexível de controle da capacidade para unidades de tiragem forçada. O sistema de controle por VFD permite que os ventiladores operem em uma gama quase infinita de velocidades, para que a capacidade da unidade corresponda à carga do sistema. Nos períodos de carga reduzida e baixas temperaturas ambientais, pode-se manter os ventiladores em velocidade mínima, assegurando um fluxo de ar positivo através da unidade. Esse fluxo de ar positivo evita que o ar úmido migre até os componentes frios de acionamento dos ventiladores, reduzindo o potencial de formação e congelamento da condensação. Deve-se adotar o sistema de controle por VFD em aplicações que envolvem cargas flutuantes e condições severas de tempo frio.

### Controle do Gelo

Ao operar uma unidade de resfriamento evaporativo em condições ambientais extremas, a formação de gelo é inevitável. A chave para uma operação bem-sucedida está em controlar ou gerenciar o volume de gelo que se acumula sobre as unidades. Se a

formação de gelo for muito severa, poderá causar sérias dificuldades operacionais, assim como possíveis danos à unidade. Siga estas orientações para minimizar o volume de gelo que se forma sobre a unidade e obter assim melhor operação durante as épocas frias.

#### Unidades de Tiragem Induzida

Ao se operar uma unidade de tiragem induzida durante a estação fria, a sequência de controle deve incluir um método para se gerenciar a formação de gelo na unidade. O meio mais simples de gerenciar o nível de acúmulo do gelo consiste em desativar os motores dos ventiladores. Durante esses períodos inativos dos ventiladores, a água quente que absorve a carga do edifício flui através da unidade, ajudando a derreter o gelo formado nas áreas de enchimento, reservatório ou venezianas. **Advertência: O uso desse método em períodos de ventos fortes pode causar sopros repentinos, que resultam em respingos e formação de gelo. Para ajudar a evitar sopros e respingos, mantenha os ventiladores a uma velocidade mínima de 50%.**

Em climas mais severos, pode-se incorporar um ciclo de descongelamento para gerenciar a formação de gelo nas unidades. Durante o ciclo de descongelamento, inverte-se a rotação dos ventiladores a baixa velocidade, enquanto a bomba do sistema conduz água através do sistema distribuidor de água de cada unidade. Operar a unidade em rotação inversa permite derreter todo o gelo formado sobre ela ou as venezianas de entrada do ar. Convém observar que talvez seja preciso desativar os ventiladores antes do ciclo de descongelamento, para permitir que a temperatura da água suba. **O ciclo de descongelamento requer o uso de motores de duas velocidades, com partida em ciclo reverso, ou inversores de frequência reversíveis.** Todos os motores fornecidos pela EVAPCO permitem a operação reversa.

Deve-se integrar o ciclo de descongelamento ao esquema normal de controle das torres de resfriamento. O sistema de controle deve permitir um método manual ou automático de controlar a frequência e o período requeridos para derreter totalmente o gelo presente na unidade. A frequência e o período do ciclo de descongelamento irão depender dos métodos de controle e das condições de tempo frio. Algumas aplicações favorecem uma formação de gelo mais rápida que outras, exigindo então períodos de descongelamento mais longos e frequentes. **Uma inspeção frequente da unidade ajudará a fazer um “ajuste fino” na frequência e no período do ciclo de descongelamento.**

#### Unidades de Tiragem Forçada

O ciclo de descongelamento NÃO é recomendável em unidades de tiragem forçada, pois ao permitir a elevação do ponto de ajuste da temperatura da água de saída, faz-se com que os ventiladores fiquem inativos por períodos muito longos. Isto não é adequado em unidades de tiragem forçada, devido à possibilidade de congelar os componentes de acionamento dos ventiladores. Dessa forma, o ciclo de descongelamento não é considerado próprio para tais unidades. No entanto, a operação dos ventiladores em baixa velocidade ou os inversores de frequência (VFDs) mantêm uma pressão positiva na unidade, ajudando a evitar a formação de gelo sobre os componentes de acionamento dos ventiladores.

Para obter mais informações sobre operação em tempo frio, faça o download do Manual de Engenharia 23 da EVAPCO, através do site [www.evapco.com.br](http://www.evapco.com.br).

### Detecção de Problemas

Problema	Causa Possível	Solução
Motores de ventiladores com sobrecorrente	Redução da pressão estática do ar	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Em unidades de tiragem forçada, veja se a bomba do sistema está ligada e se a água está fluindo para a bacia. Se a bomba está desligada e a unidade não foi dimensionada para operação a seco, pode ocorrer sobrecorrente no motor.</li> <li>2. Se a unidade de tiragem forçada possui dutos, veja se o ESP de projeto coincide com o ESP real.</li> <li>3. Verifique o nível de água da bacia em relação ao nível recomendado. Nota: A densidade do ar afeta diretamente a leitura de corrente. Uma baixa densidade do ar faz com que os ventiladores girem mais rápido, elevando assim o consumo de corrente.</li> </ol>
	Problema elétrico	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Meça a tensão nos três terminais do motor.</li> <li>2. Veja se o motor está conectado de acordo com o diagrama de fiação e se as conexões estão firmes.</li> </ol>
	Rotação dos ventiladores	Veja se os ventiladores estão girando no sentido correto. Em caso negativo, invertas as conexões para que gire corretamente.
	Falha mecânica	Veja se o ventilador e o motor giram livremente com impulso manual. Caso contrário, pode haver danos nos componentes internos ou rolamentos do motor.
	Tensão da correia	Veja se a correia está tensionada corretamente. Uma tensão excessiva da correia pode causar sobrecorrente no motor.

**Detecção de Problemas**

<b>Problema</b>	<b>Causa Possível</b>	<b>Solução</b>
Ruído Anormal do Motor	Motor operando com uma só fase	Pare o motor e tente ativá-lo em seguida. Ele não irá partir novamente com uma só fase. Verifique a fiação, os controles e o motor.
	Terminais do motor conectados incorretamente	Verifique as conexões do motor em relação ao diagrama de fiação, no próprio motor.
	Rolamentos com defeito	Verifique a lubrificação. Troque os rolamentos com defeito.
	Desbalanceamento elétrico	Meça tensão e corrente nas três linhas. Corrija se necessário.
	Anomalia nas partes e peças do motor	Verifique e corrija suportes e rolamentos.
	Desbalanceamento do rotor	Balancear novamente
	Impacto do ventilador de resfriamento contra a proteção	Reinstale ou substitua o ventilador.
Falha na aspersão	Bocais obstruídos	Remova e limpe os bocais. Esvazie o sistema distribuidor de água.
	Filtro entupido.	Remova e limpe o filtro.
Não há geração de energia solar (modelo SUN)	Não há energia na rede da concessionária	Veja se o sistema está conectado à rede. São inversores que interagem com a rede e não irão gerar energia sem uma conexão estável com ela.
	Tensão da Rede Elétrica fora de faixa	Fale com a EVAPCO. É possível expandir a faixa aceitável se a tensão da rede diferir da nominal.
A combinação painel-inversor individual não gera energia (modelo SUN)	Conexão deficiente	Veja se as conexões entre o painel solar e o inversor e entre o inversor e o cabo Enphase estão firmes. Use a ferramenta de remoção para corrigir as conexões.
	Tensão da rede elétrica fora de faixa em uma fase	Se 4 unidades estão desativadas, veja se todas as 3 fases da rede elétrica estão dentro da faixa.
	Falha do inversor	Substitua o inversor
Ruído do ventilador	As pás do ventilador estão encostando na parte interna do cilindro (modelos de tiragem induzida)	Ajuste o cilindro, de modo a obter o espaçamento necessário para a extremidade das pás
Venezianas de entrada com acúmulo de resíduos	Tratamento de água impróprio, insuficiente taxa de sangria, ciclos excessivos dos motores dos ventiladores ou alta concentração de sólidos na água.	Não remova os resíduos usando uma lavadora por pressão ou escovas de cerdas metálicas, pois isto poderia danificar as venezianas. Remova os conjuntos de venezianas e deixe-as de molho na bacia da unidade. Os produtos químicos de tratamento da água irão neutralizar e dissolver o acúmulo de resíduos. Convém observar que o tempo de imersão das venezianas de entrada irá depender da severidade do acúmulo de resíduos. <b>Nota: Esta solução assume o uso de produtos químicos.</b>

Problema	Causa Possível	Solução
A válvula da água de reposição não fecha	Pressão da água de reposição muito elevada	A pressão da válvula mecânica da água de reposição deve estar entre 20 e 50 psi. A válvula não fecha com pressões muito elevadas. Pode-se adicionar uma válvula redutora de pressão para baixar o valor da pressão. No caso dos pacotes 3 e 5 do controle eletrônico do nível de água, o atuador elétrico requer uma pressão de água entre 5 e 100 psi.
	Resíduos no solenoide	Remova os resíduos do solenoide.
	Boia congelada	Faça uma inspeção e, em caso positivo, talvez seja preciso substituir a boia ou a válvula.
	A boia está cheia de água	Veja se há vazamentos na boia e substitua.
Água Escapando <u>Constantemente</u> do Ladrão	Isto pode ocorrer em unidades de tiragem forçada devido à pressão positiva na seção de encapsulamento. A conexão do ladrão não recebeu tubulação ou recebeu uma tubulação incorreta.	Faça a conexão do ladrão com uma derivação tipo P, com um dreno apropriado.
	Nível incorreto da água	Verifique o nível de operação real, em relação aos níveis de O&M recomendados.
Água Escapando de modo Intermitente do Ladrão	Isto é normal.	Isto é normal.
Transbordo da bacia	Problemas na linha da água de reposição	Consulte a seção referente à válvula da água de reposição ou ao nivelador eletrônico da água.
	Em unidades multicélula, pode haver um problema de elevação.	Veja se as unidades multicélula estão instaladas adequadamente niveladas entre si. Em caso negativo, pode ocorrer extravasamento em uma das células.
Nível baixo de água na bacia	Controle Nivelador Eletrônico da Água	Veja a seção referente a esse nivelador.
	Boia ajustada de modo incorreto	Ajuste a boia para cima ou para baixo, de modo a obter o nível correto de água. Nota: A boia é ajustada na fábrica em seu nível operacional correto.
Corrosão no Aço Inoxidável	Materiais estranhos na superfície do aço	Em geral, pontos de ferrugem na superfície da unidade não significam corrosão do material base de aço inoxidável. Normalmente, são materiais estranhos (tais como respingos de solda) acumulados sobre a superfície da unidade. Eles estão localizados próximos às áreas em que ocorreu uma soldagem. Tais áreas incluem conexões de serpentinas, bacia (junto ao suporte de aço) e ao redor de plataformas e passarelas instaladas em campo. Pode-se remover esses pontos de ferrugem com uma boa limpeza. A EVAPCO recomenda o uso de geleia naval ou um bom limpador de aço inoxidável, tal como uma cera própria para esse fim, juntamente com uma esponja Scotch-Brite, por exemplo. Deve-se fazer a manutenção da superfície da unidade periodicamente.

Problema	Causa Possível	Solução
Controle elétrico do nível de água Não funciona	A válvula não abre ou fecha	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Veja se a pressão da água está acima de 5 psi e abaixo de 100 psi.</li> <li>2. Verifique a fiação com a ajuda do diagrama de fiação. Verifique a tensão de alimentação.</li> <li>3. Veja se não há uma obstrução no filtro Y.</li> <li>4. Veja se há sujeira nas sondas.</li> <li>5. Verifique o LED vermelho na placa de circuito. Feche a válvula se ele estiver aceso.</li> </ol>
<p>SONDA/RELÉ DE NÍVEL INTEGRADO EM UM ENCAPSULAMENTO NEMA 4 DE POLICARBONATO - 017-00182P</p> <p>VÁLVULA ELÉTRICA DA ÁGUA DE REPOSIÇÃO (NORMALMENTE FECHADA) – REQUER 120 V PARA ABRIR</p>		<p><b>Em um conjunto de 3 sondas:</b></p> <p><b>Simule a “condição de baixo nível de água” – LED apagado</b>          Após limpar as sondas, erga o conjunto das sondas para fora do tubo vertical. Isto irá simular uma “condição de baixo nível de água”. Veja se os contatos estão nas posições corretas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- O contato entre “C” e “NC” deve estar fechado e a válvula da água de reposição deve estar energizada (aberta).</li> </ul> <p><b>Simule a “condição de nível alto de água” – LED aceso</b>          - Conecte um fio entre a sonda mais longa e a sonda mais curta. O contato entre “C” e “NC” deve estar aberto e a válvula da água de reposição deve estar desenergizada (fechada).</p>
Controle Elétrico do Nível de Água Não funciona		<p><b>Em um conjunto de 5 sondas:</b></p> <p><b>Simule a “condição de nível baixo de água”</b>          Após limpar as sondas, erga o conjunto das sondas para fora do tubo vertical. Isto irá simular uma “condição de baixo nível de água”. Veja se os contatos estão nas posições corretas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contatos diferenciais: C com NC – fechado – válvula da água de reposição energizada – LED = apagado</li> <li>- Contatos do alarme de nível alto de água: C com NO – aberto – circuito do alarme de nível alto de água desenergizado – LED = apagado</li> <li>- Contatos do alarme de nível baixo de água: C com NC – fechado – circuito do alarme de nível baixo de água energizado – LED = apagado</li> </ul> <p><b>Simule a “condição de nível alto de água”</b>          Conecte um fio entre a sonda mais longa (terra) e todas as outras sondas (limite de nível alto, alarme de nível alto e alarme de nível baixo). Veja se os contatos estão nas posições corretas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Contatos diferenciais: C com NC – aberto – válvula da água de reposição desenergizada – LED = aceso</li> <li>- Contatos do alarme de nível alto de água: C com NO – fechado – circuito do alarme de nível alto de água energizado – LED = aceso</li> <li>- Contatos do alarme de nível baixo de água: C com NC – aberto – circuito do alarme de nível alto de água desenergizado – LED = aceso</li> </ul>

## Peças de Reposição

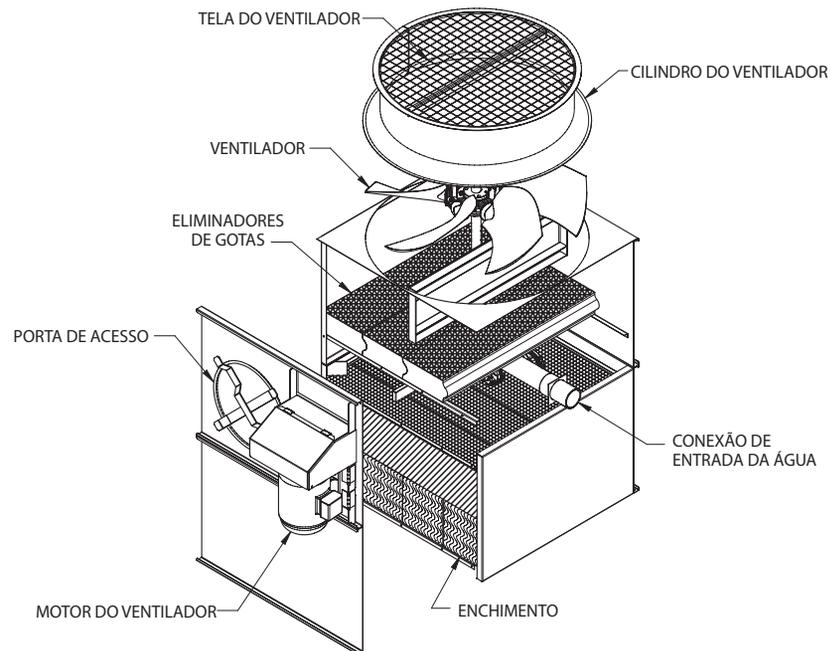
A EVAPCO oferece peças de reposição para remessa com prazo de entrega curto.

As páginas seguintes contêm desenhos com vistas explodidas de todas as atuais torres de resfriamento da EVAPCO. Use esses desenhos como apoio para identificar as principais peças de sua unidade.

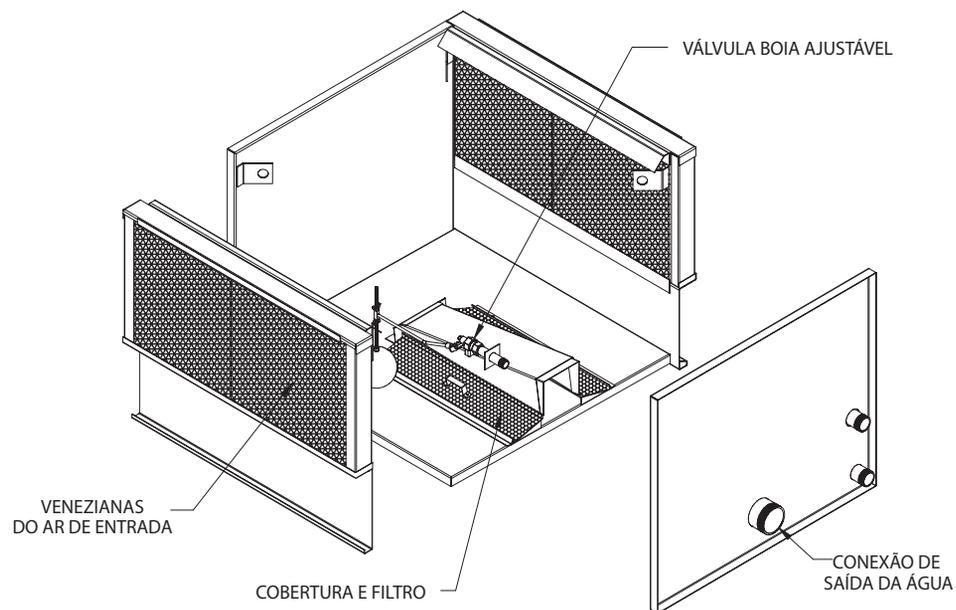
Para solicitar peças de reposição, fale com o representante local ou ligue para a EVAPCO Brasil +55(11) 5681-2000. Na placa de identificação do equipamento indica todos os dados para contato; ou então acesse o site [www.evapco.com.br](http://www.evapco.com.br).

Torres AT/USS com 4' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA DO VENTILADOR

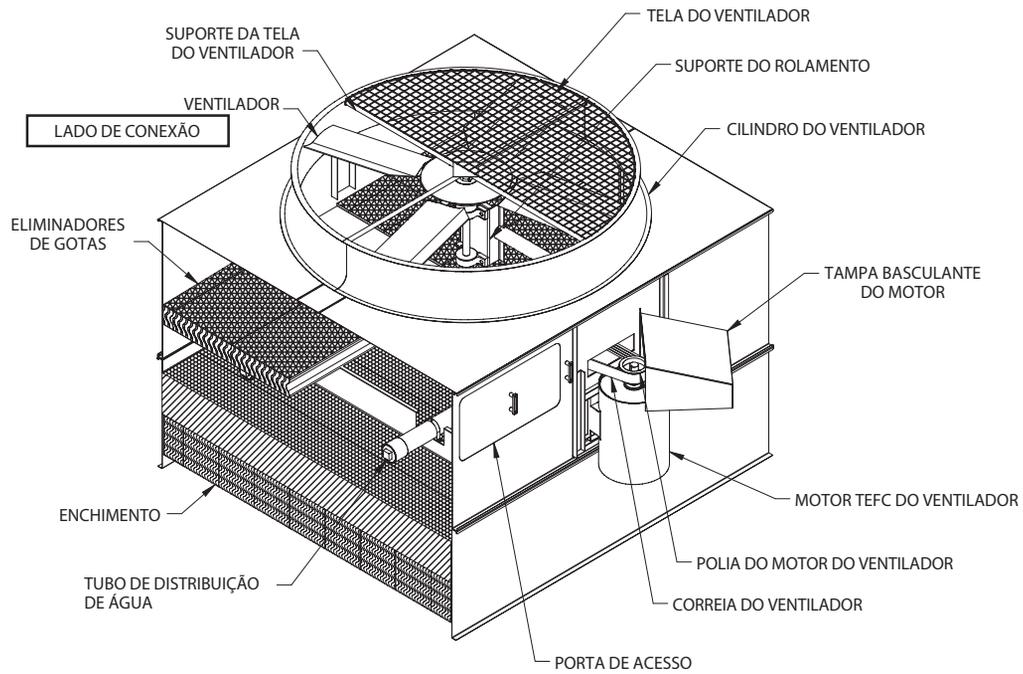


SEÇÃO DA BACIA

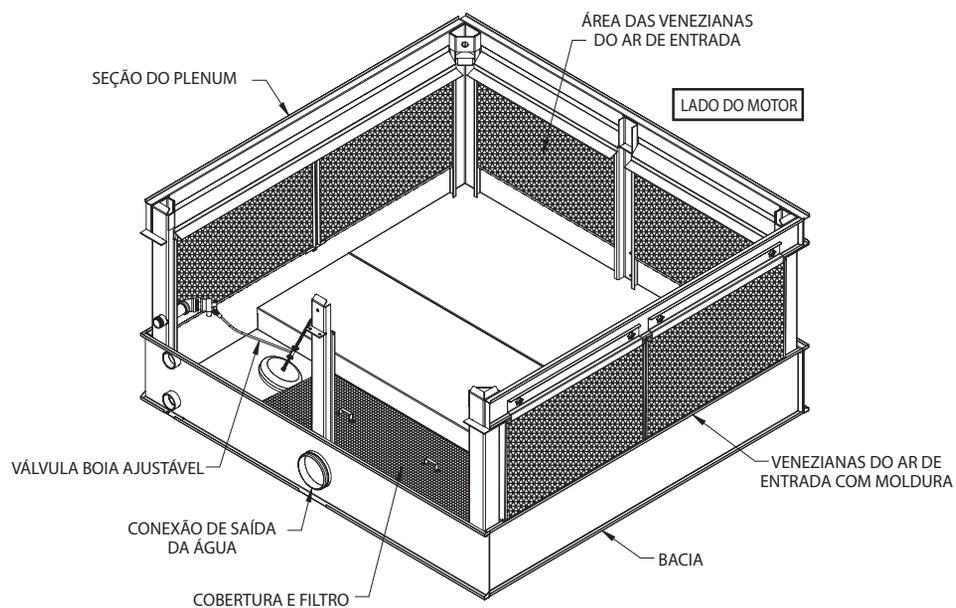


Torres AT/USS com 6', 7,5', 8' e 8,5' de Largura (por célula) – Conexão Lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

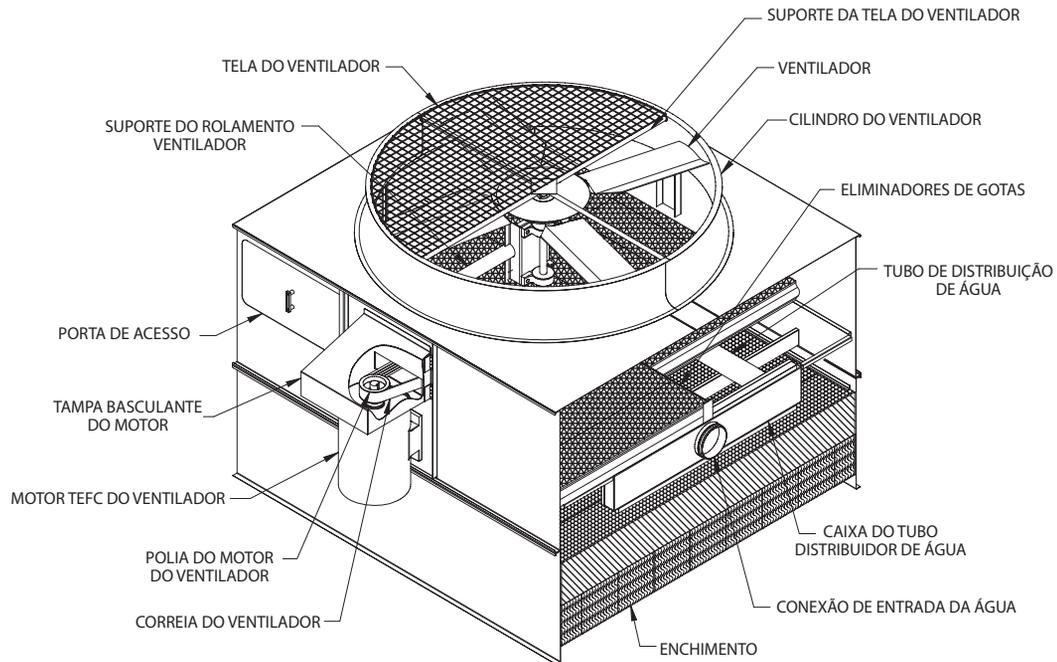


SEÇÃO DA BACIA

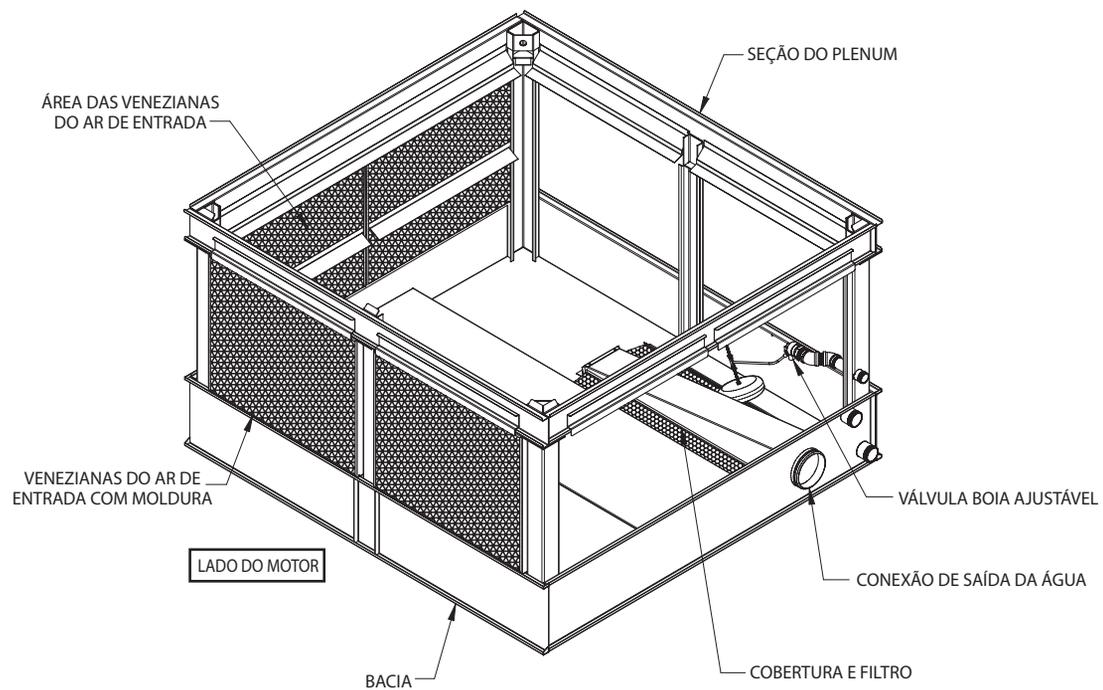


Torres AT/USS com 6', 7,5', 8' e 8,5' de largura (por célula) – Conexão Final

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

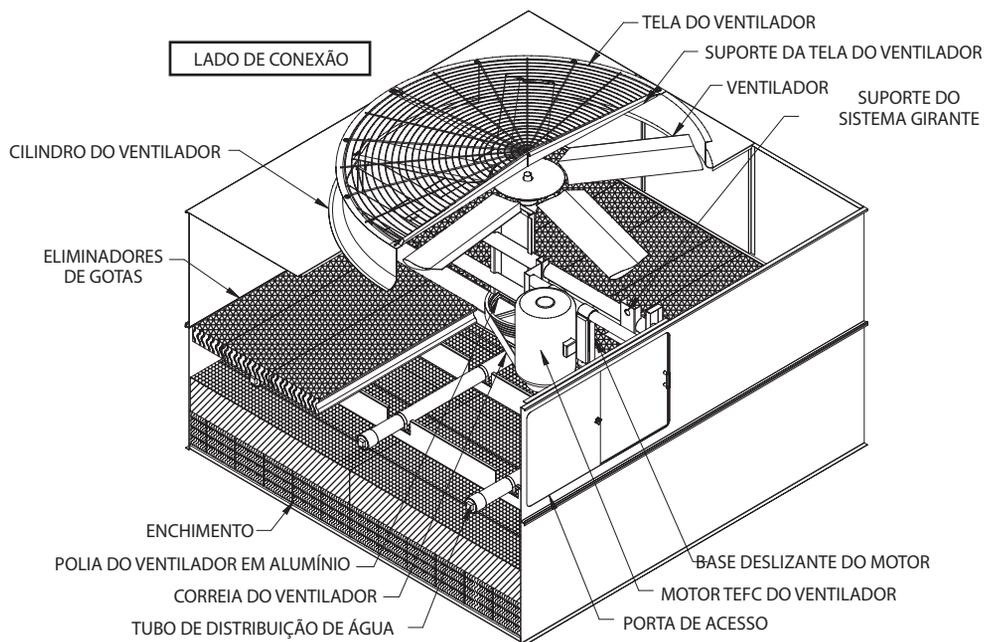


SEÇÃO DA BACIA

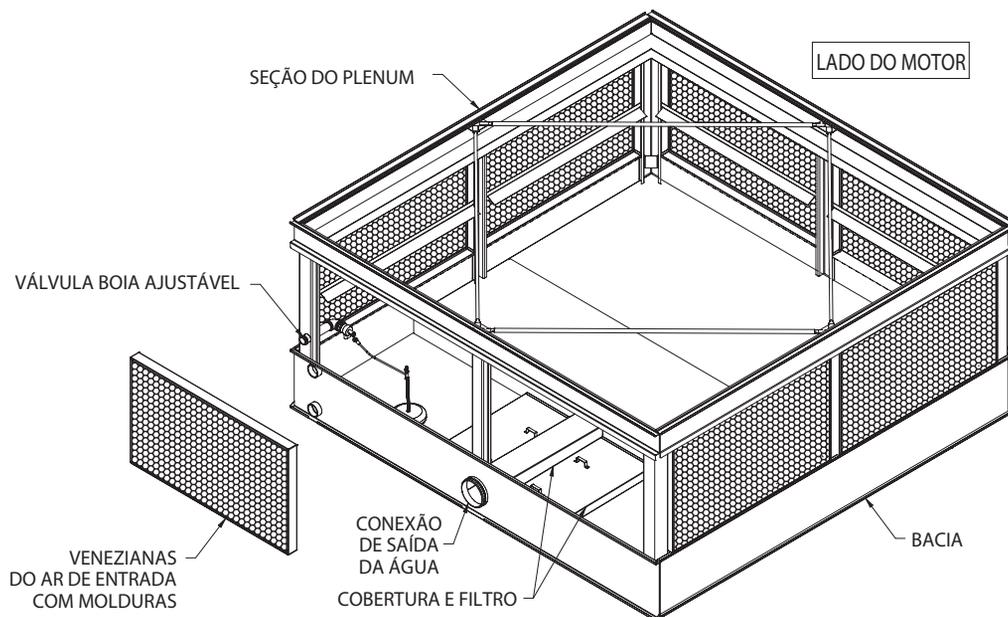


Torres AT/USS com 10', 12' e 14' de largura (por célula) – Conexão Lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

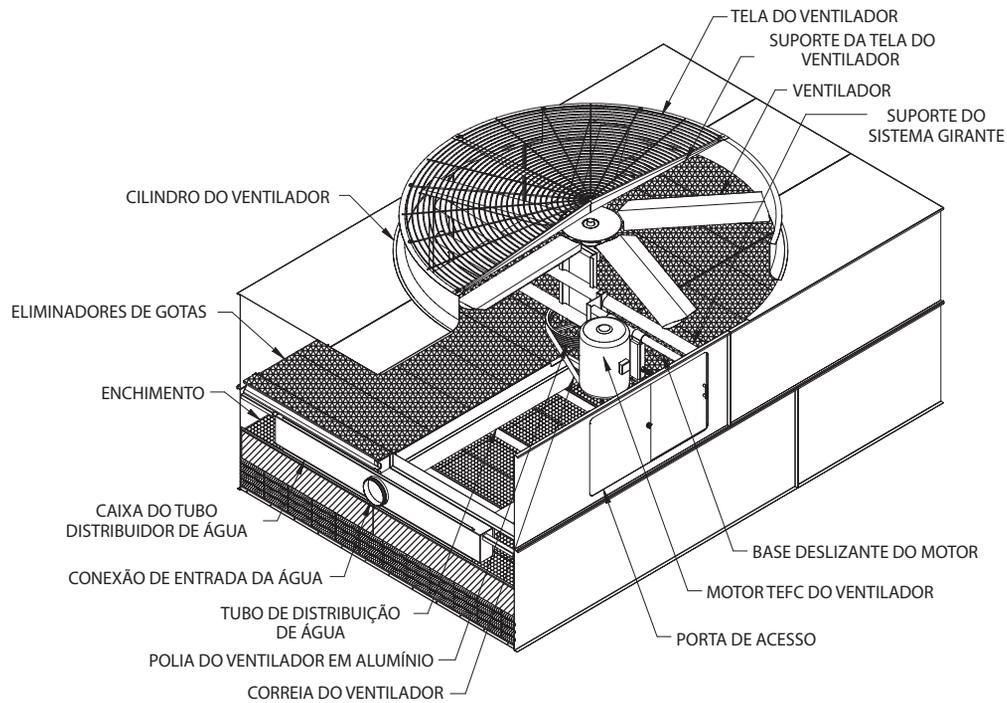


SEÇÃO DA BACIA

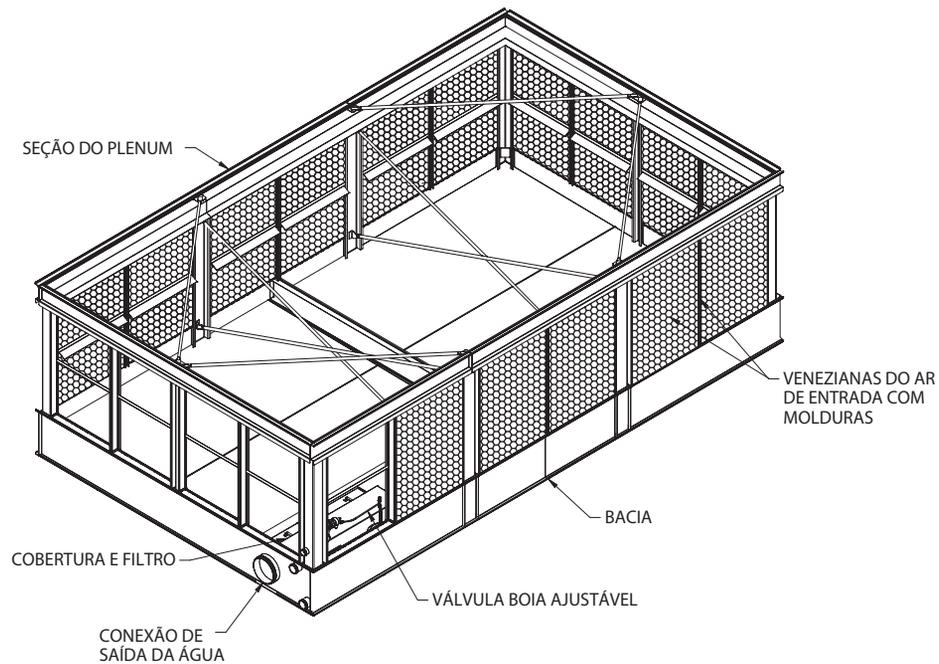


**Torres AT/USS com 10' e 12' de Largura (por célula) – Conexão Final**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

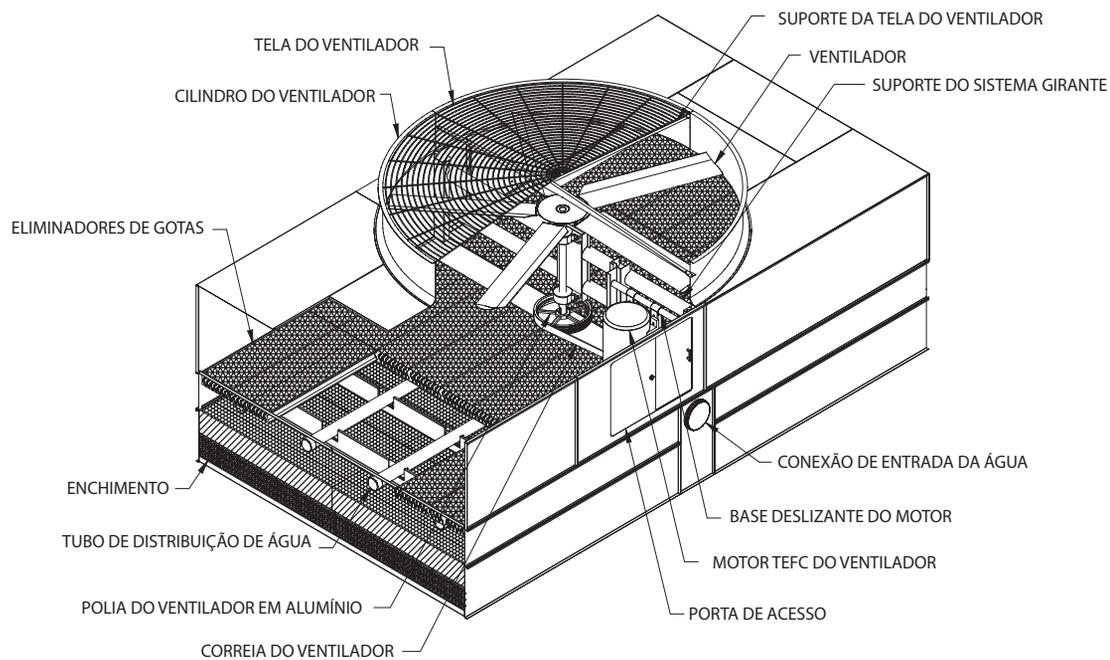


SEÇÃO DA BACIA

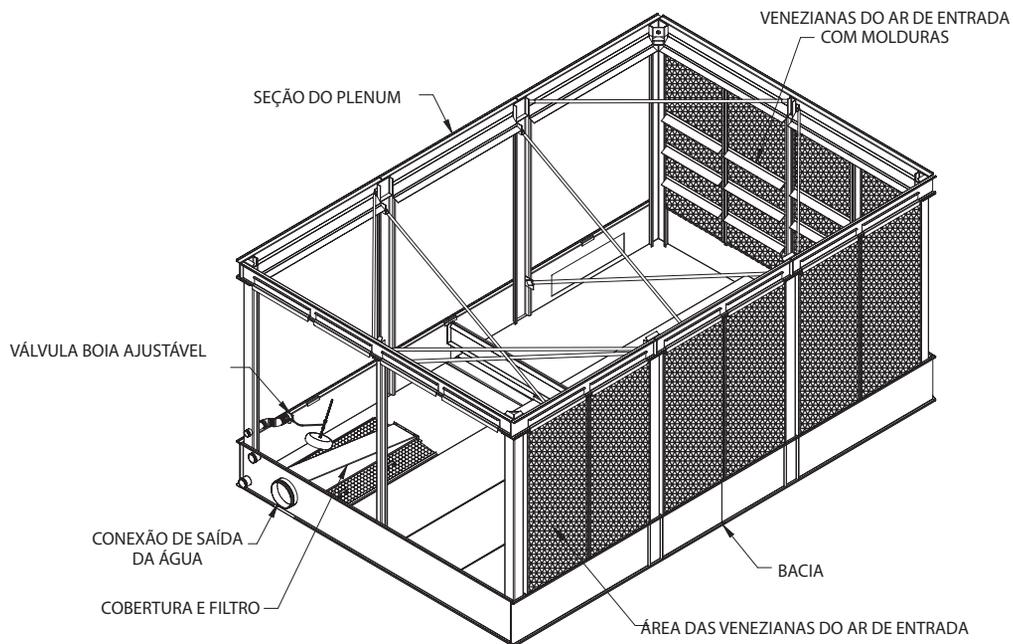


**Torres AT/USS de 14' x 24' (por célula) – Conexão Lateral de Entrada, Saída Final**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

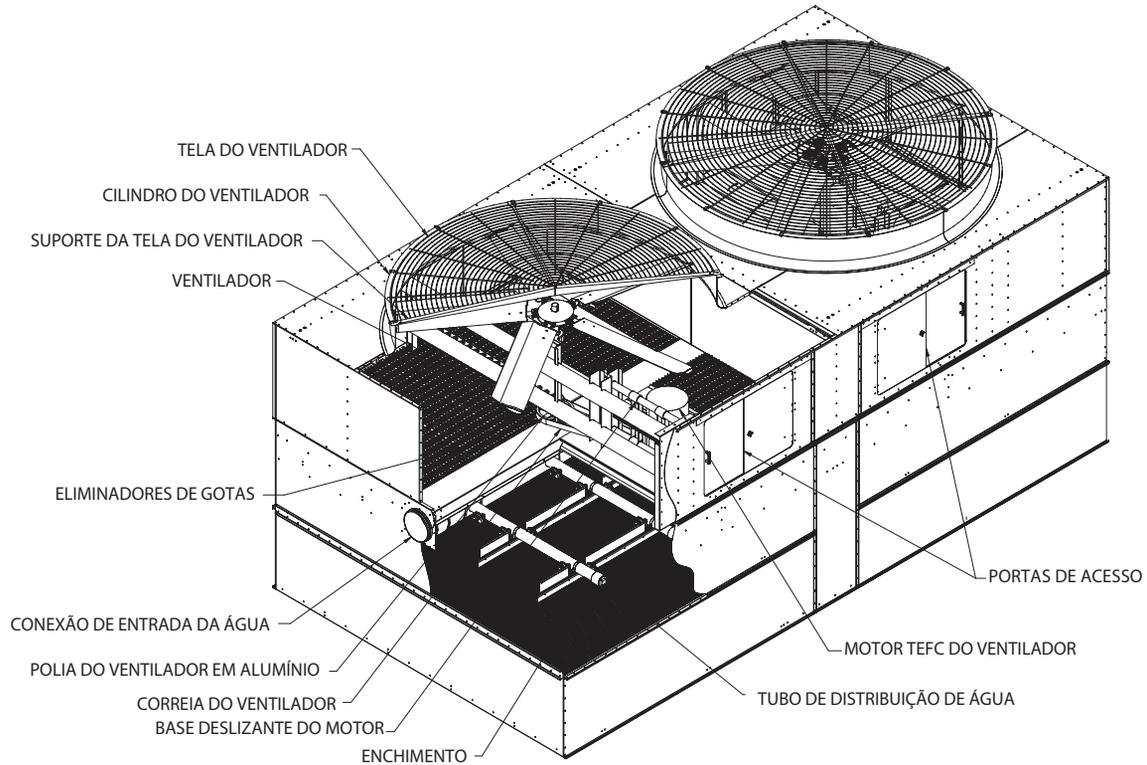


SEÇÃO DA BACIA

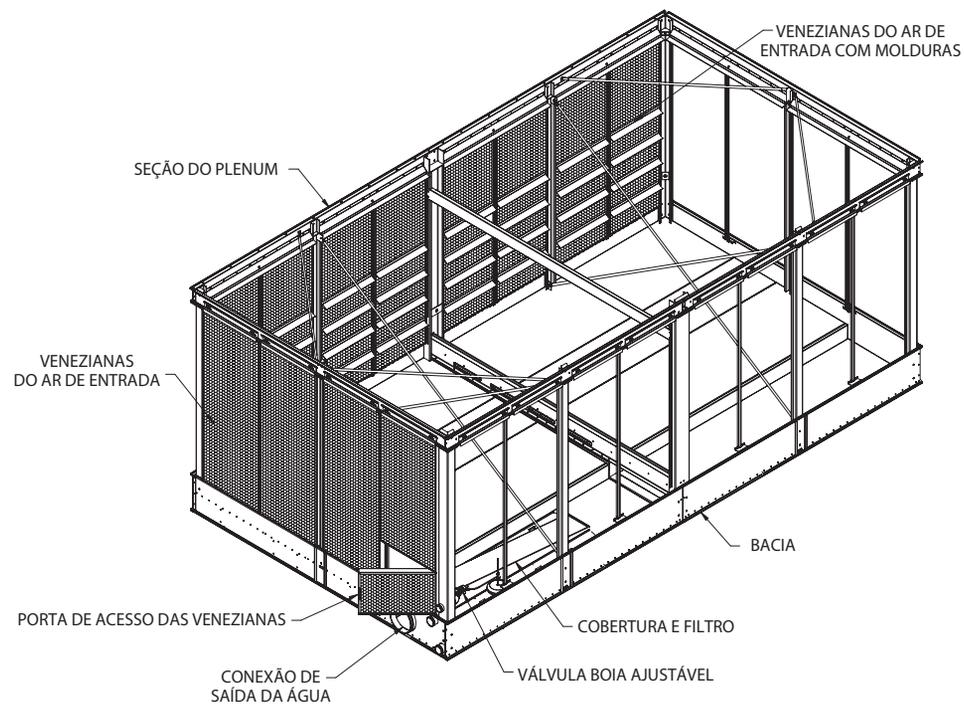


**Torres AT/USS de 14' x 26' (por célula) – Conexão Final**

**SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR**

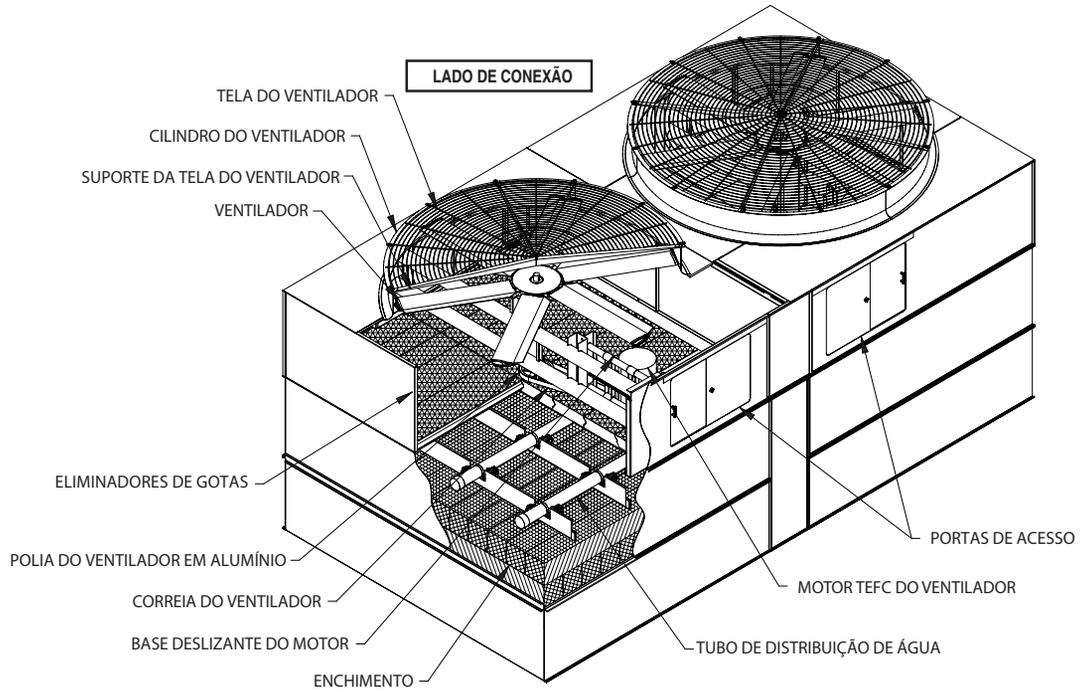


**SEÇÃO DA BACIA**

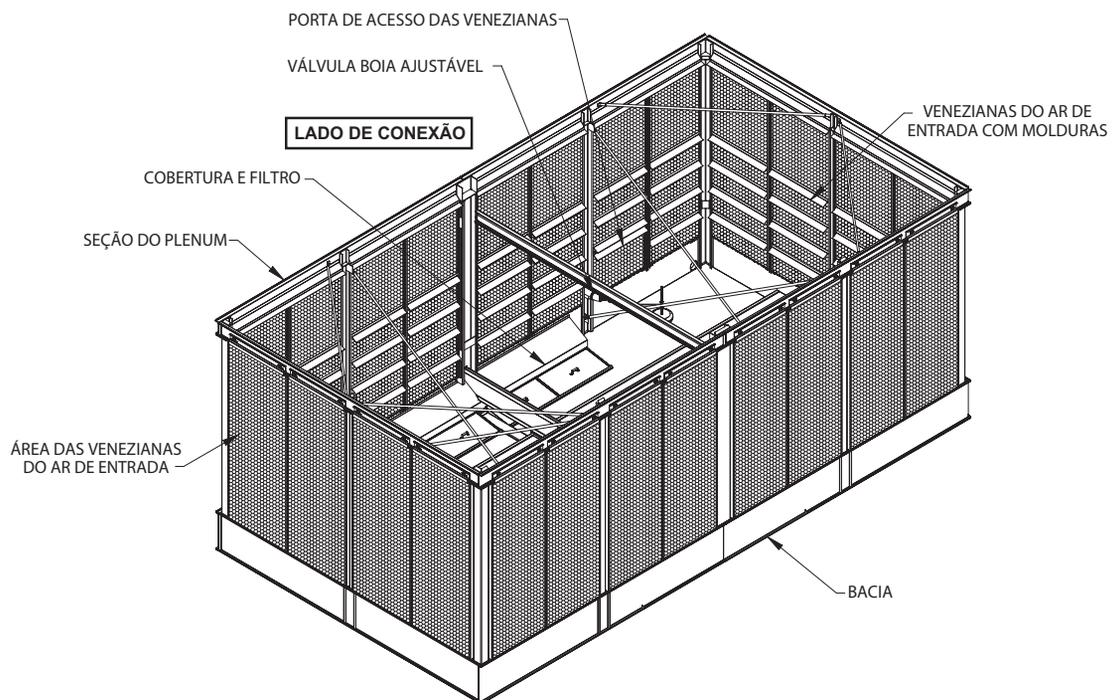


Torres AT/USS de 14' x 26' (por célula) – Conexão lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

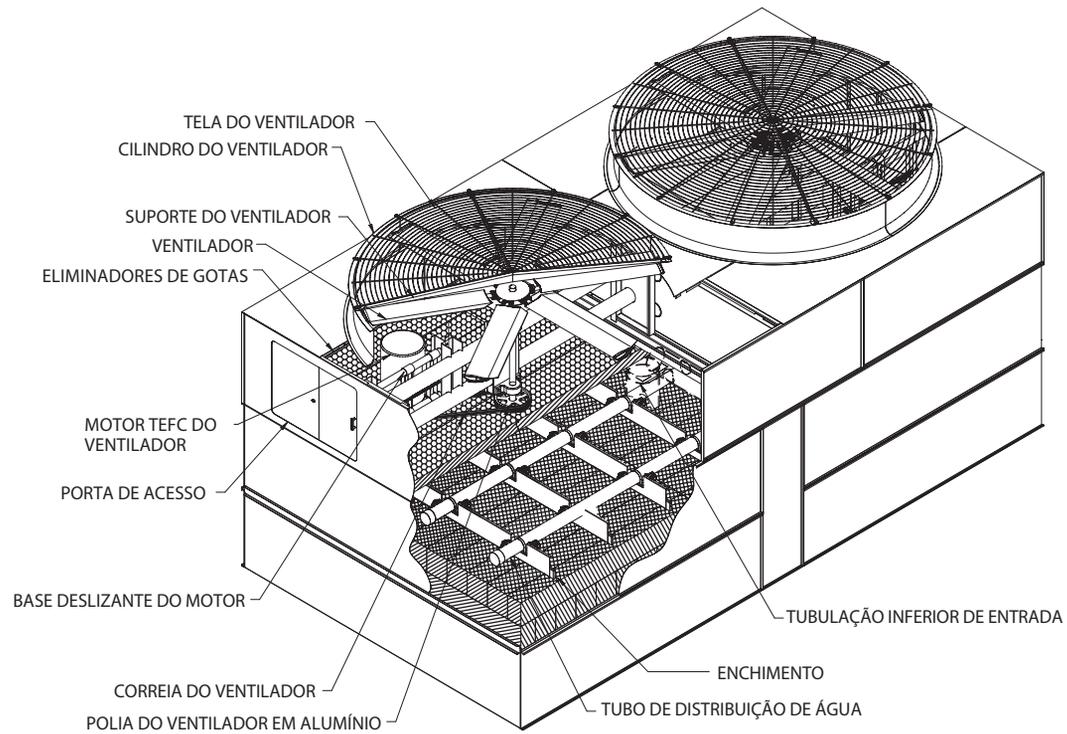


SEÇÃO DA BACIA

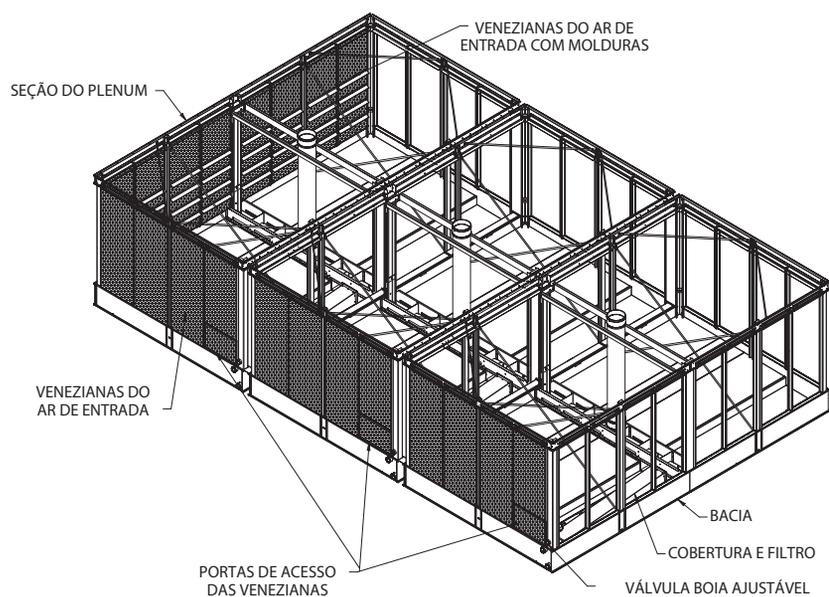


**Torres AT/USS de 42' x 26' (três células) – Conexão Inferior de Entrada, Saída Inferior**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DOS VENTILADORES (ILUSTRAÇÃO DE UMA SÓ CÉLULA)

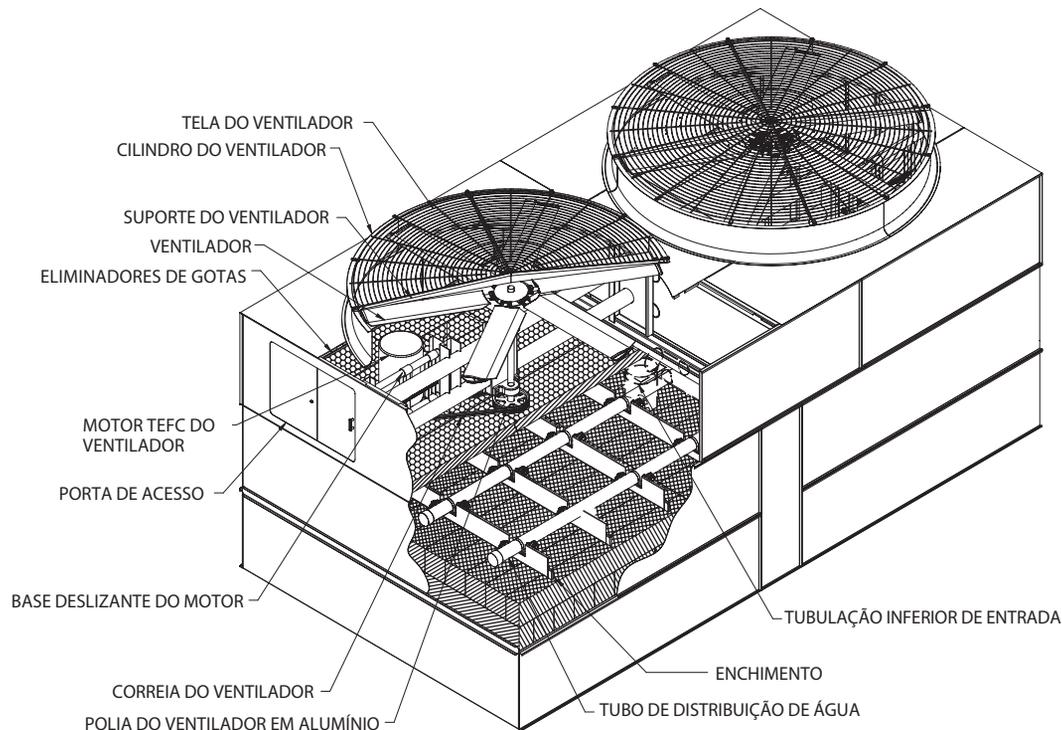


SEÇÃO DA BACIA (ILUSTRAÇÃO DE TRÊS CÉLULAS)

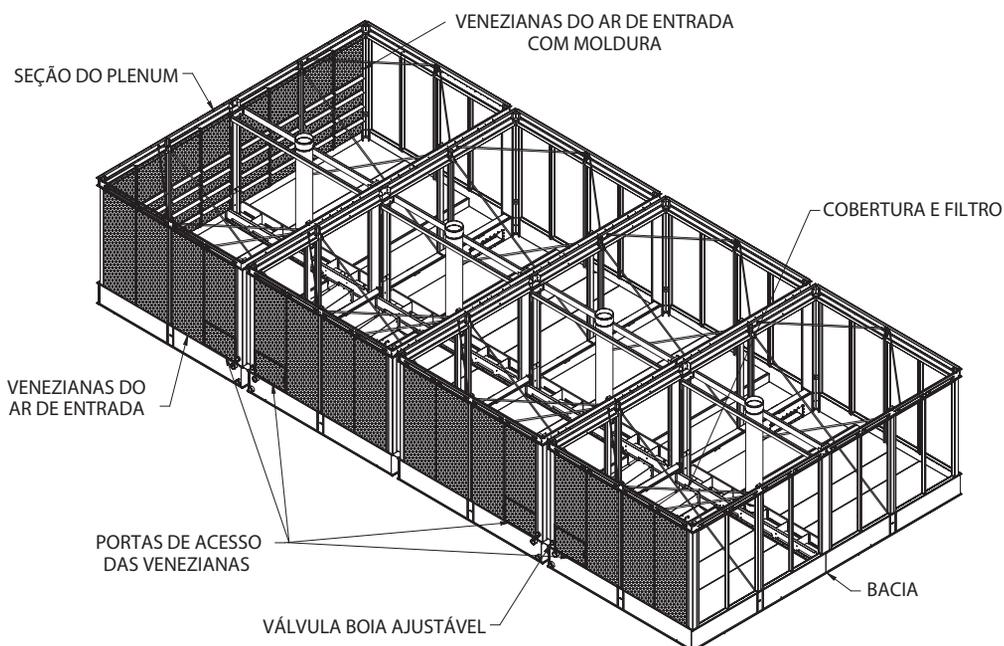


**Torres AT/USS de 56' x 26' (quatro células) – Conexão Inferior de Entrada, Saída Inferior**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DOS VENTILADORES (ILUSTRAÇÃO DE UMA SÓ CÉLULA)

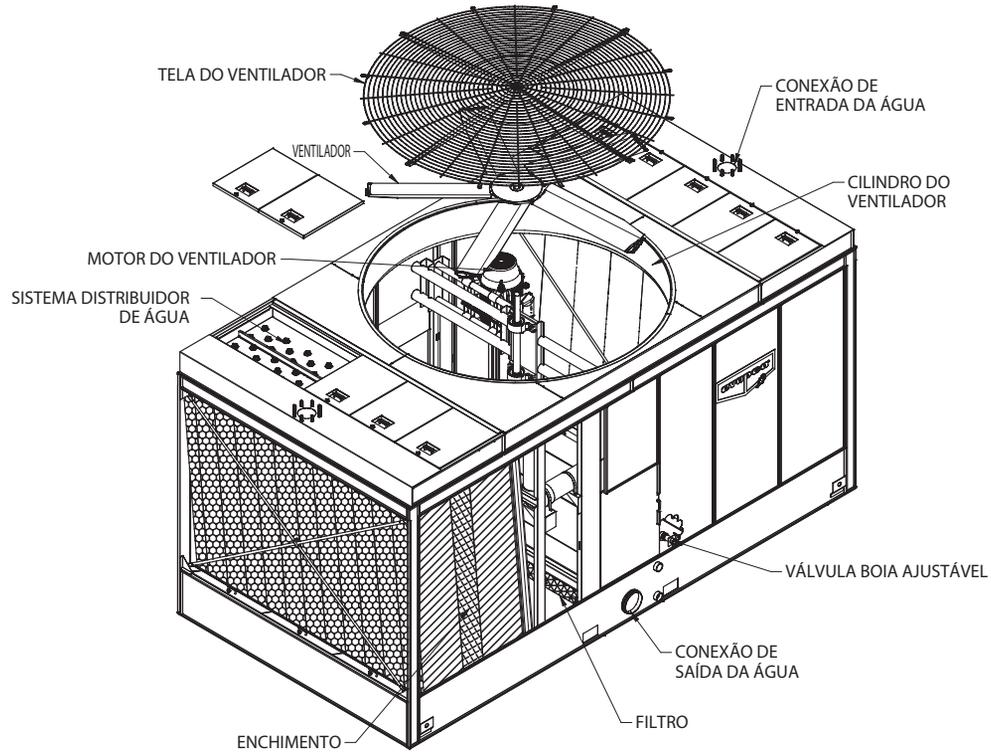


SEÇÃO DA BACIA (ILUSTRAÇÃO DE QUATRO CÉLULAS)

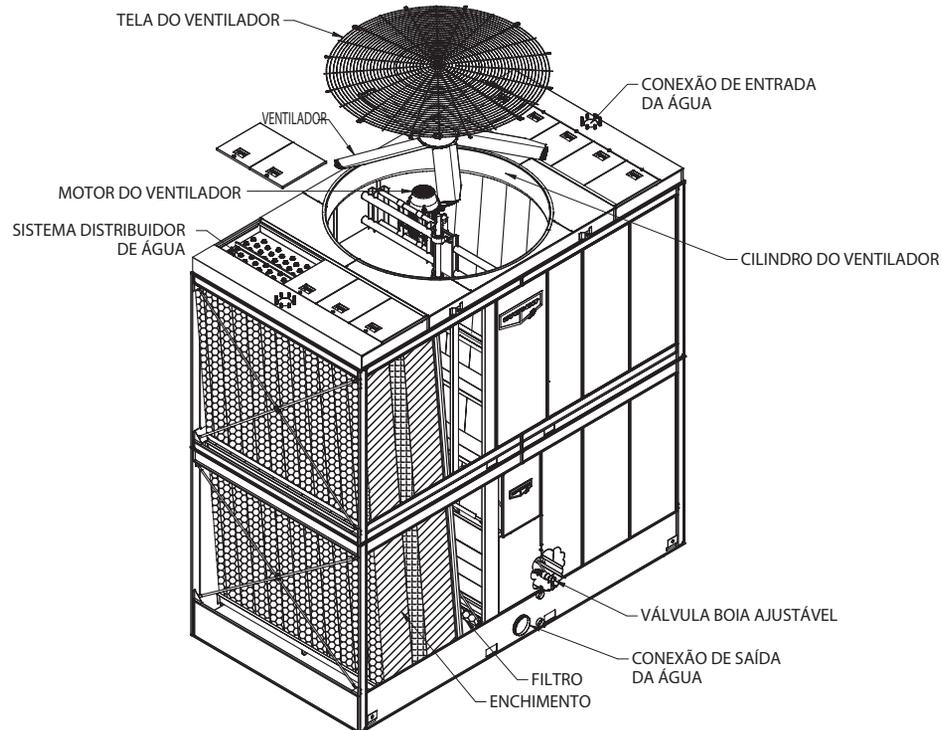


Torres AXS

CÉLULA SIMPLES

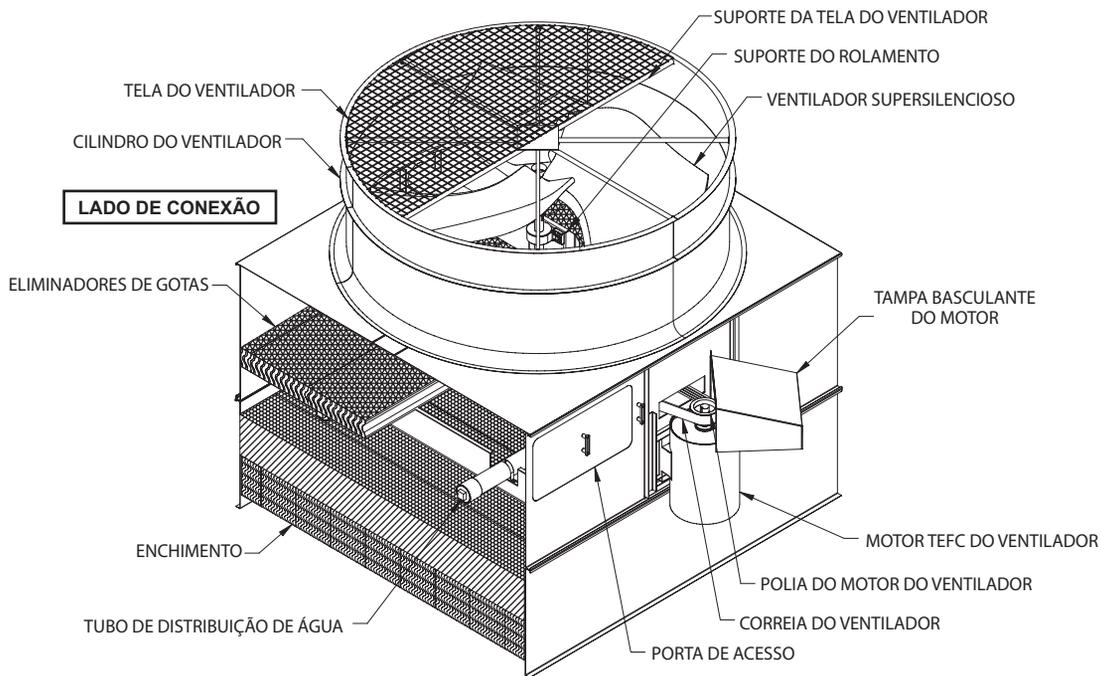


CÉLULA DUPLA

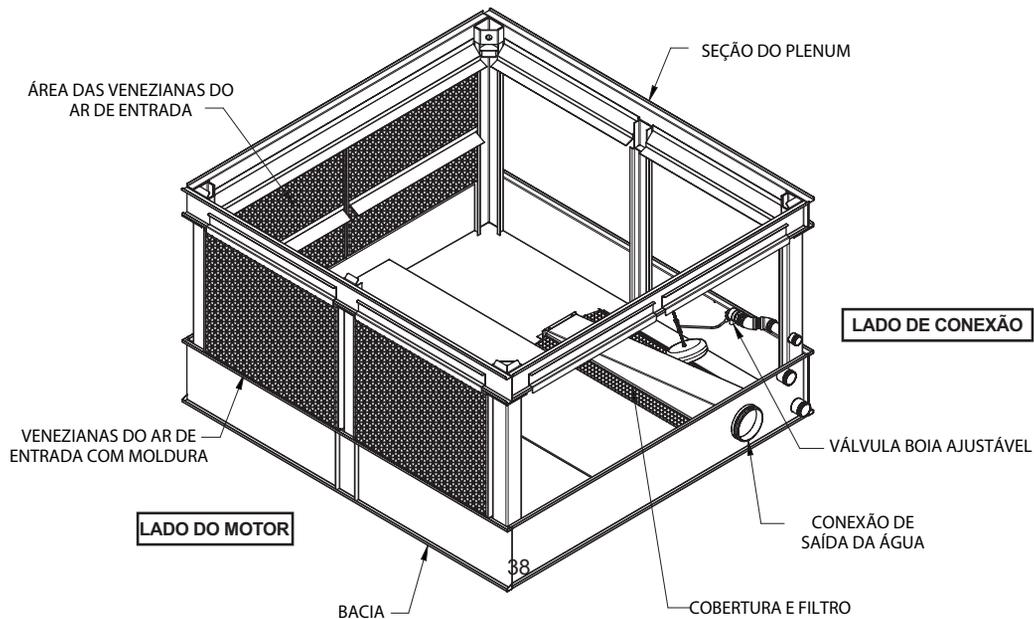


Torres UT com 6', 7,5', 8' e 8,5' de Largura (por célula) – Conexão Lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

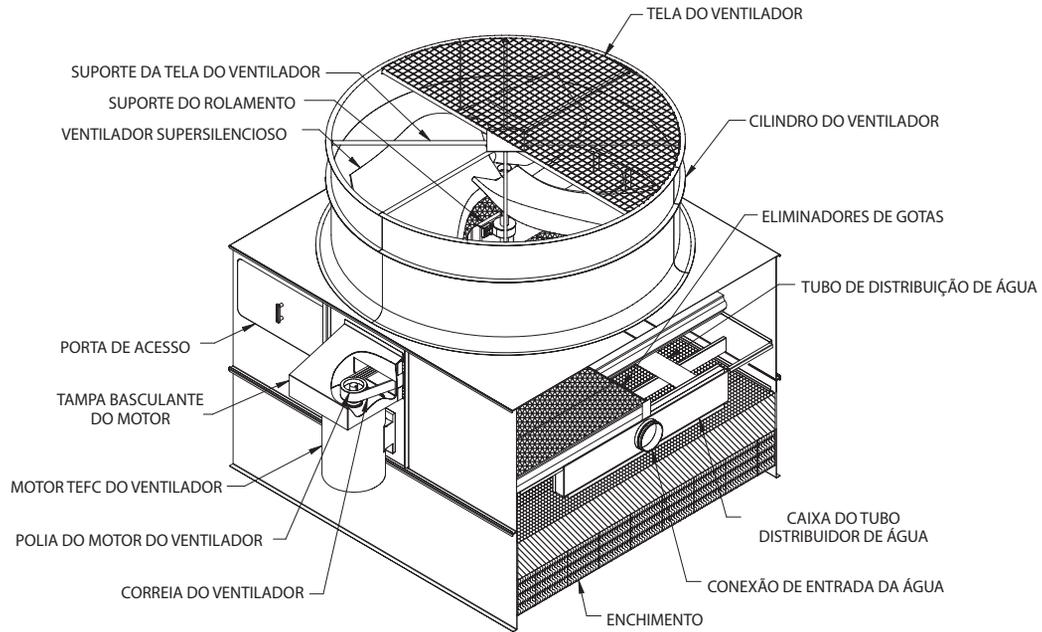


SEÇÃO DA BACIA

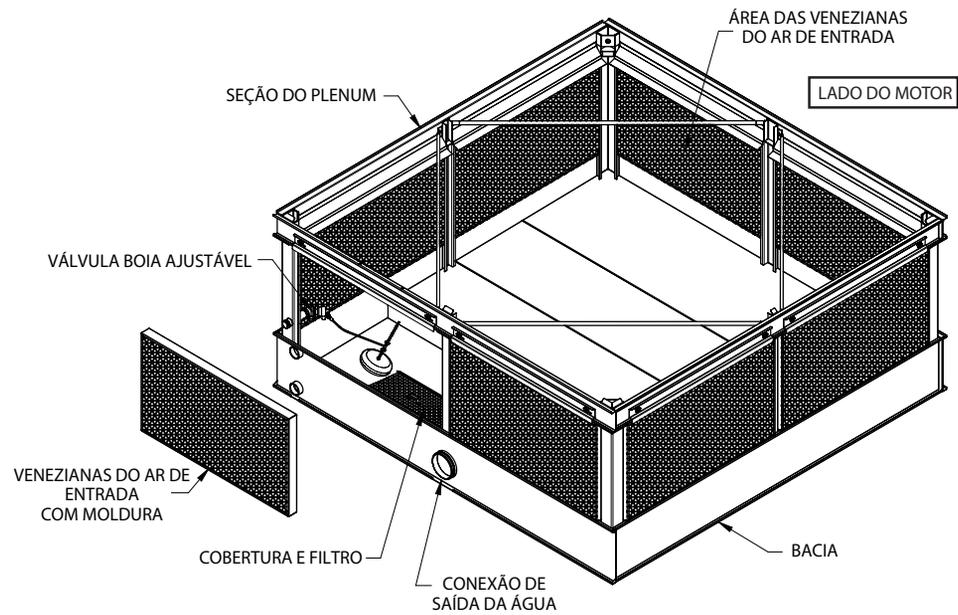


**Torres UT com 6', 7,5', 8' e 8,5' de Largura (por célula) – Conexão Final**

**SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR**

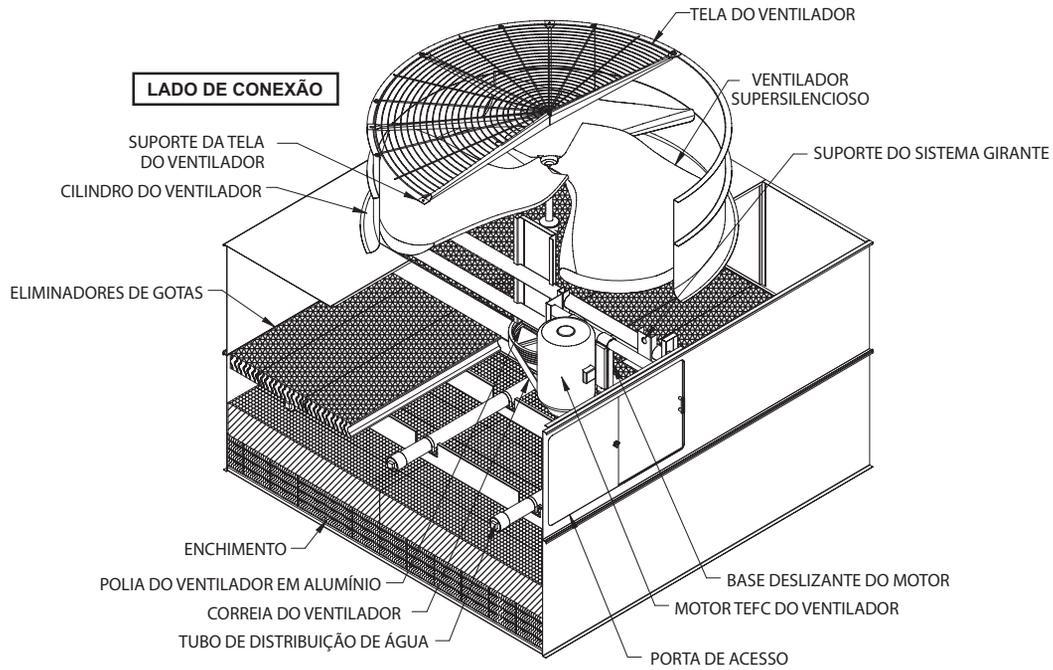


**SEÇÃO DA BACIA**

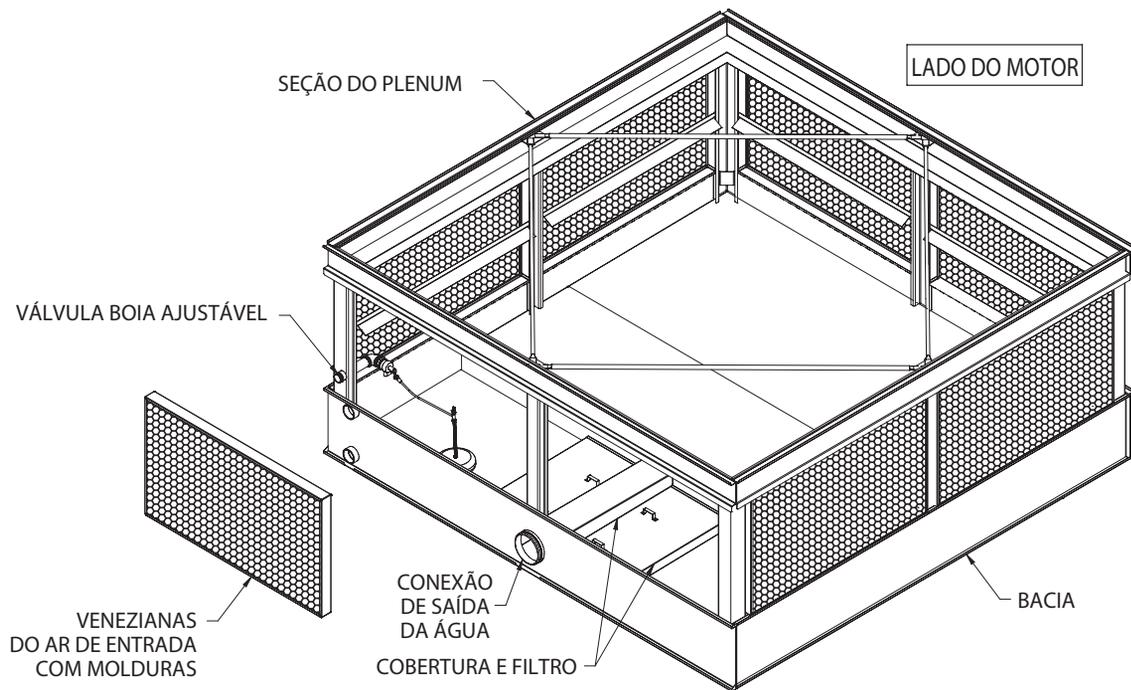


Torres UT c/ 10', 12' e 14' de Largura (por célula) – Conexão Lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

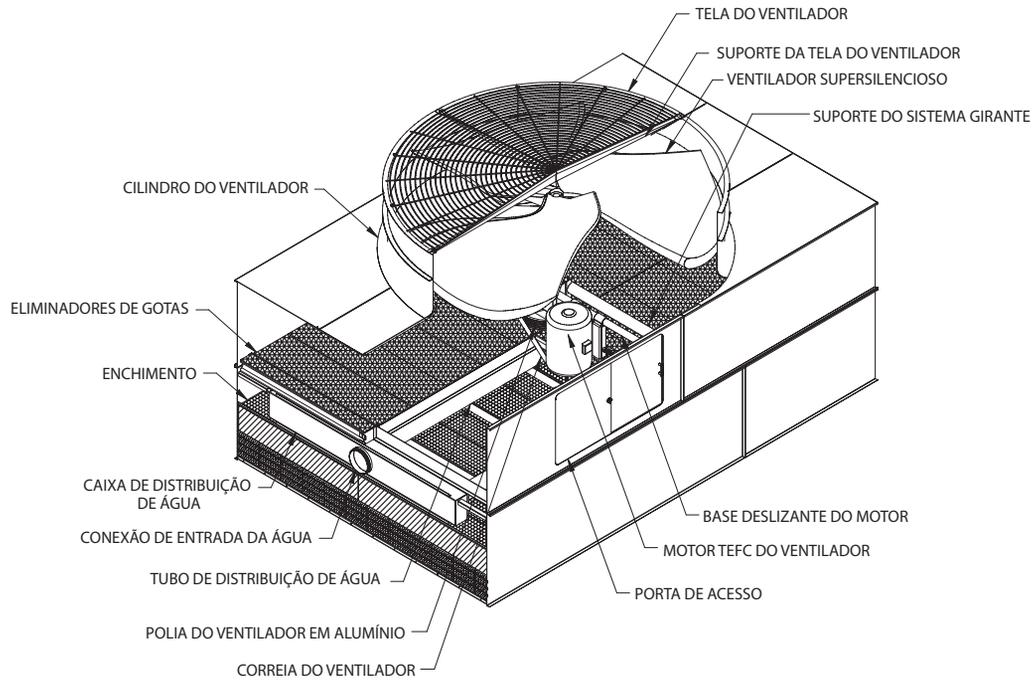


SEÇÃO DA BACIA

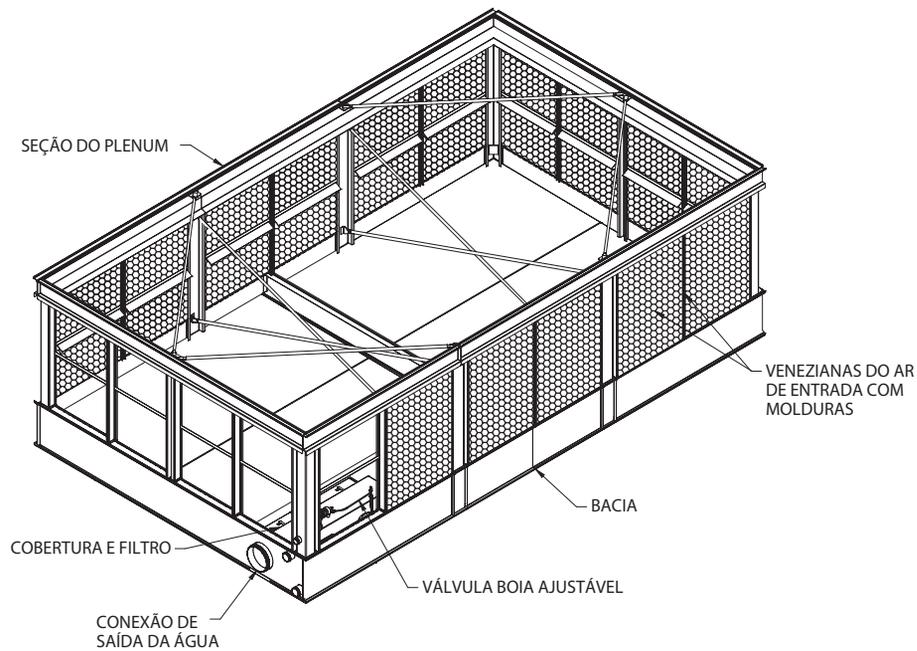


Torres UT com 10' e 12' de Largura (por célula) – Conexão Final

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

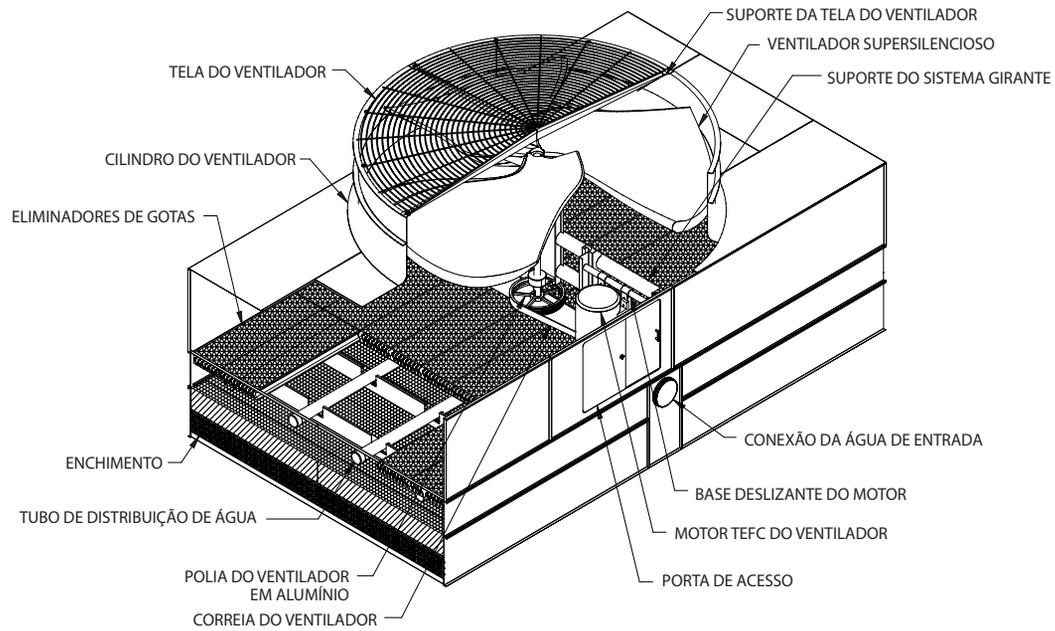


SEÇÃO DA BACIA

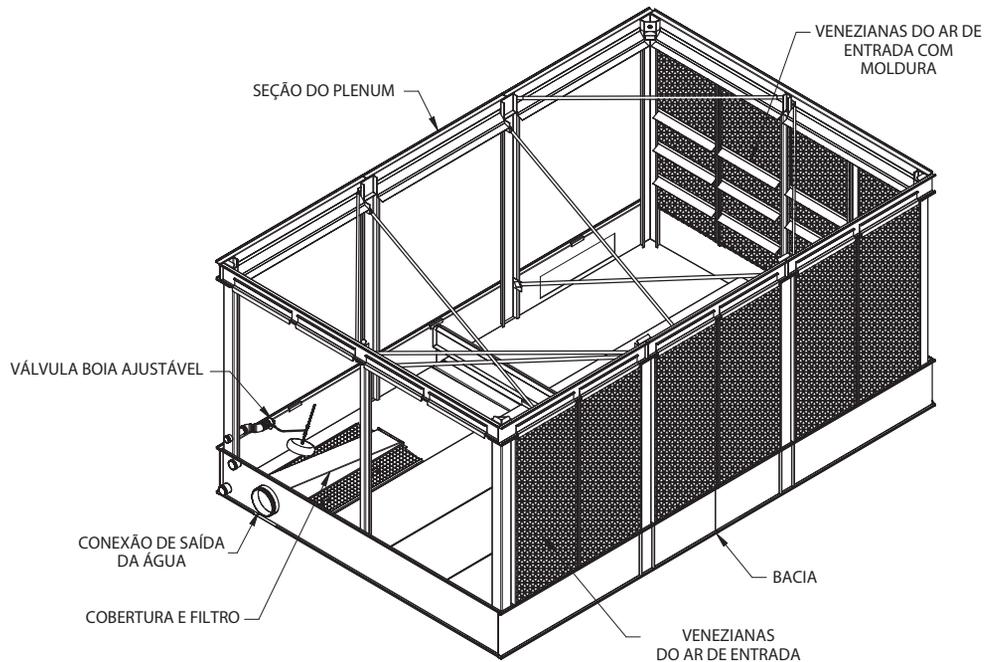


Torres UT de 14' x 24' (por célula) – Conexão Lateral de Entrada, Saída Final

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

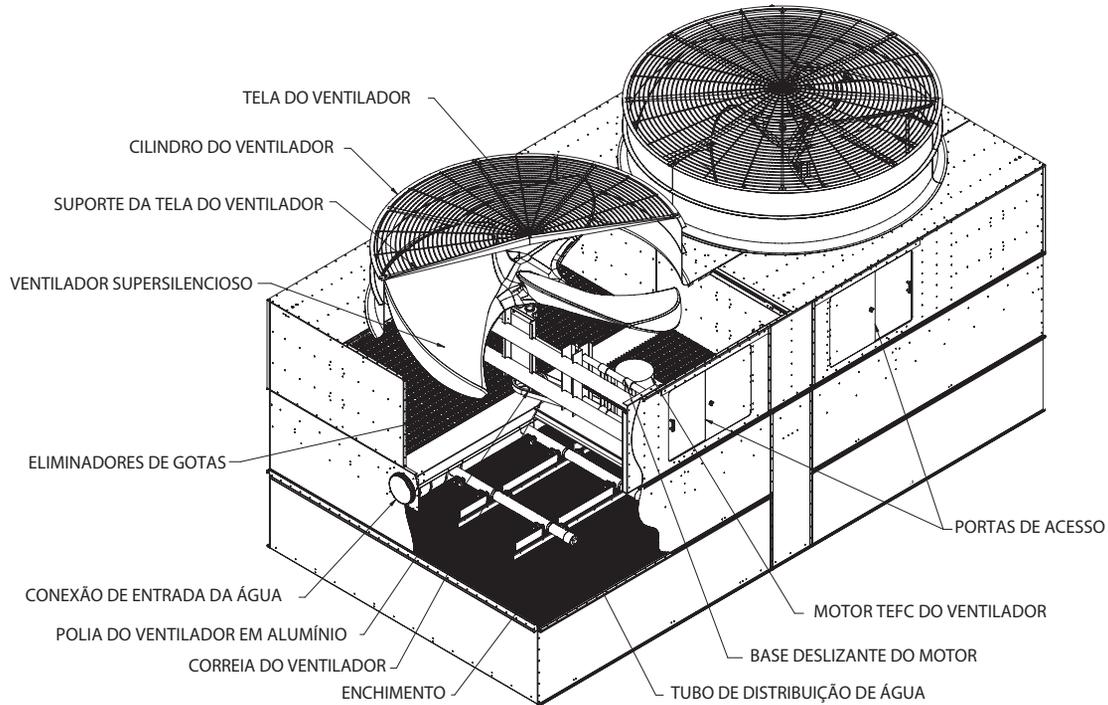


SEÇÃO DA BACIA

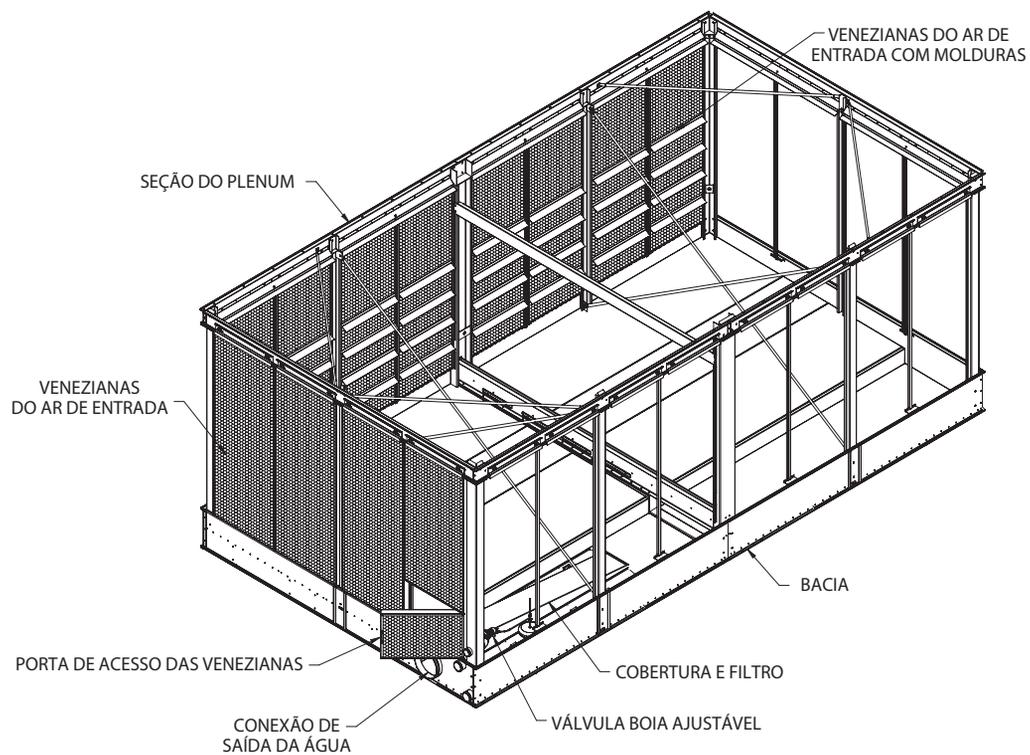


**Torres UT de 14' x 26' (por célula) – Conexão Final**

**SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR**

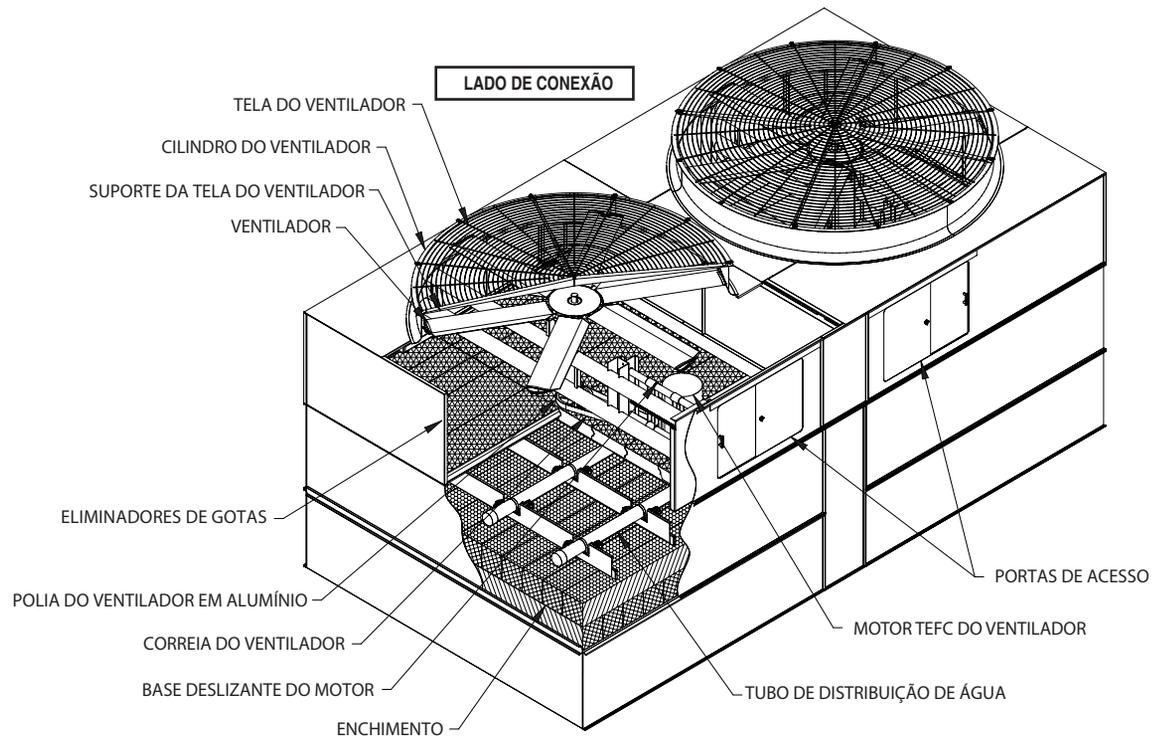


**SEÇÃO DA BACIA**

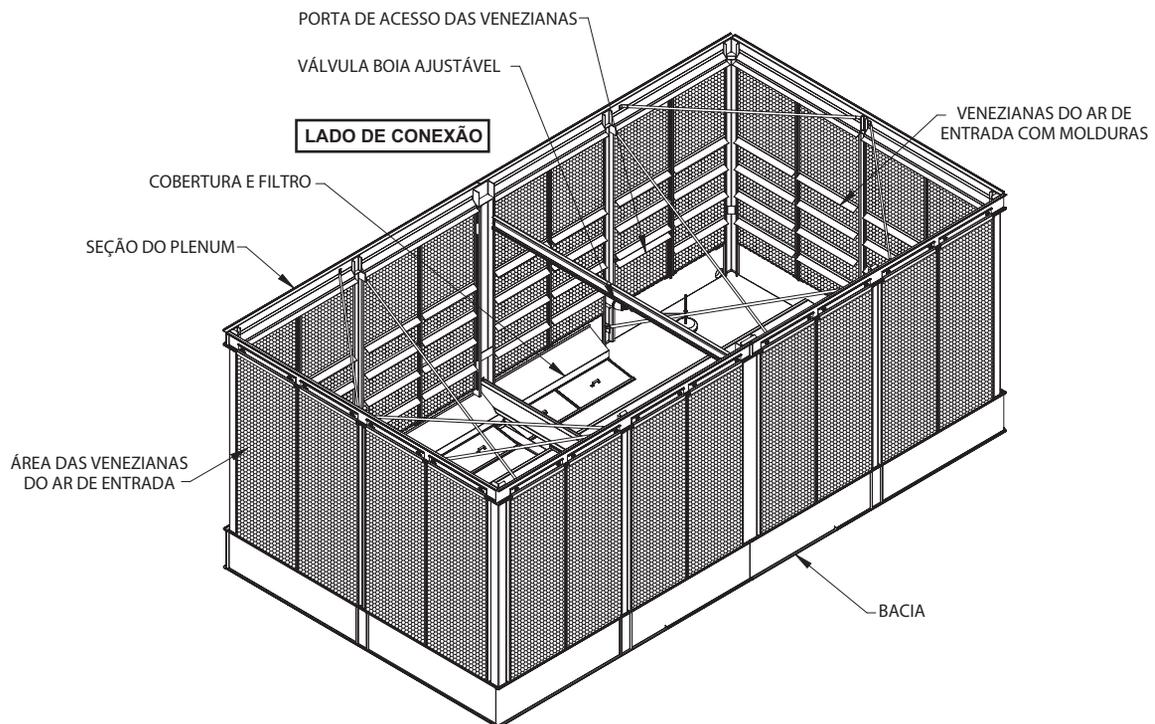


Torres UT de 14' x 26' (por célula) – Conexão de Lateral

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

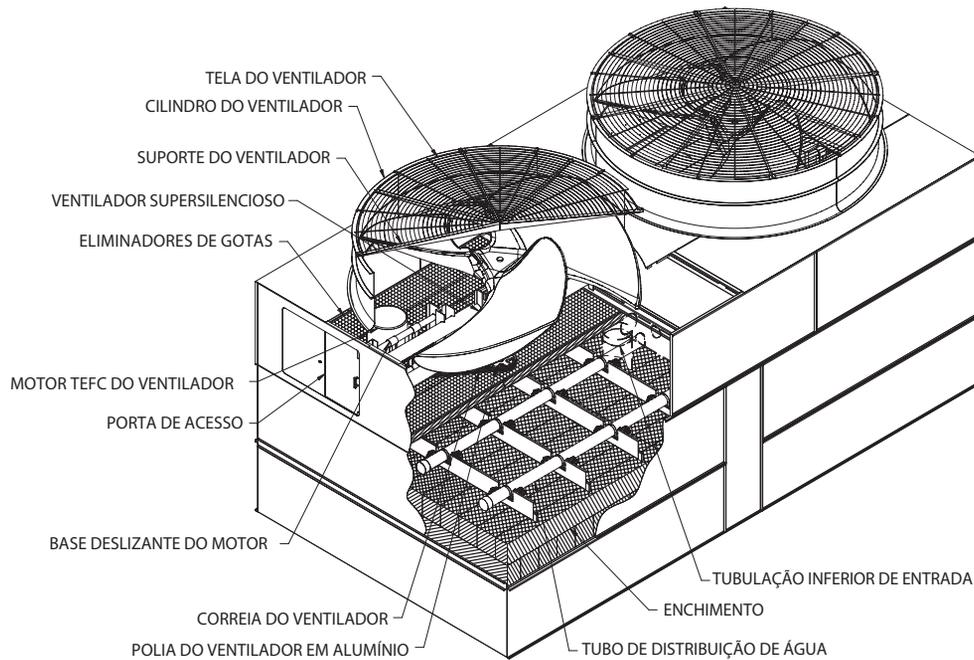


SEÇÃO DA BACIA

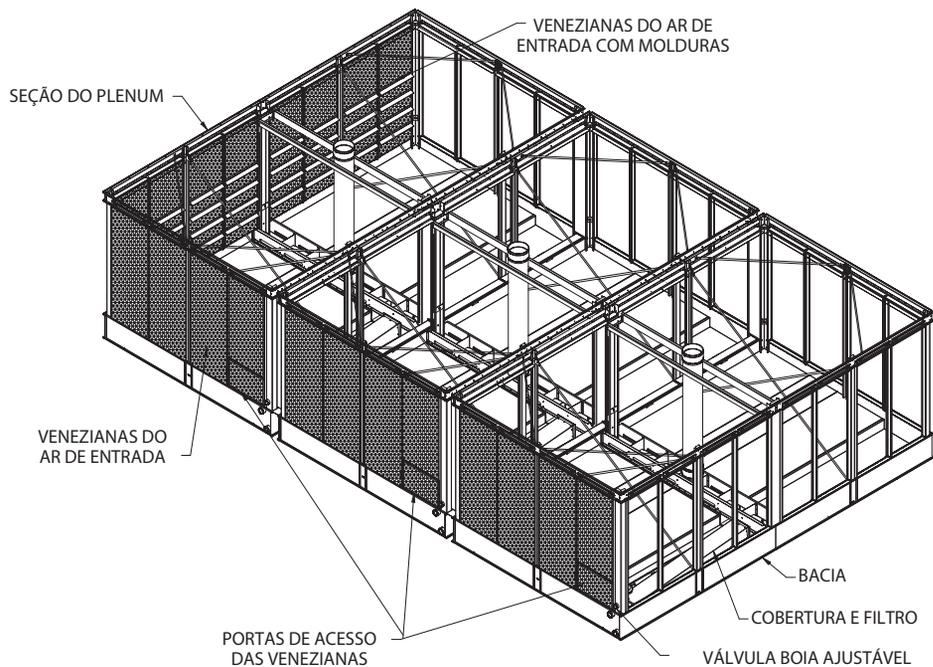


**Torres UT de 42' x 26' (três células) – Conexão Inferior de Entrada, Saída Inferior**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR (ILUSTRAÇÃO DE UMA SÓ CÉLULA)

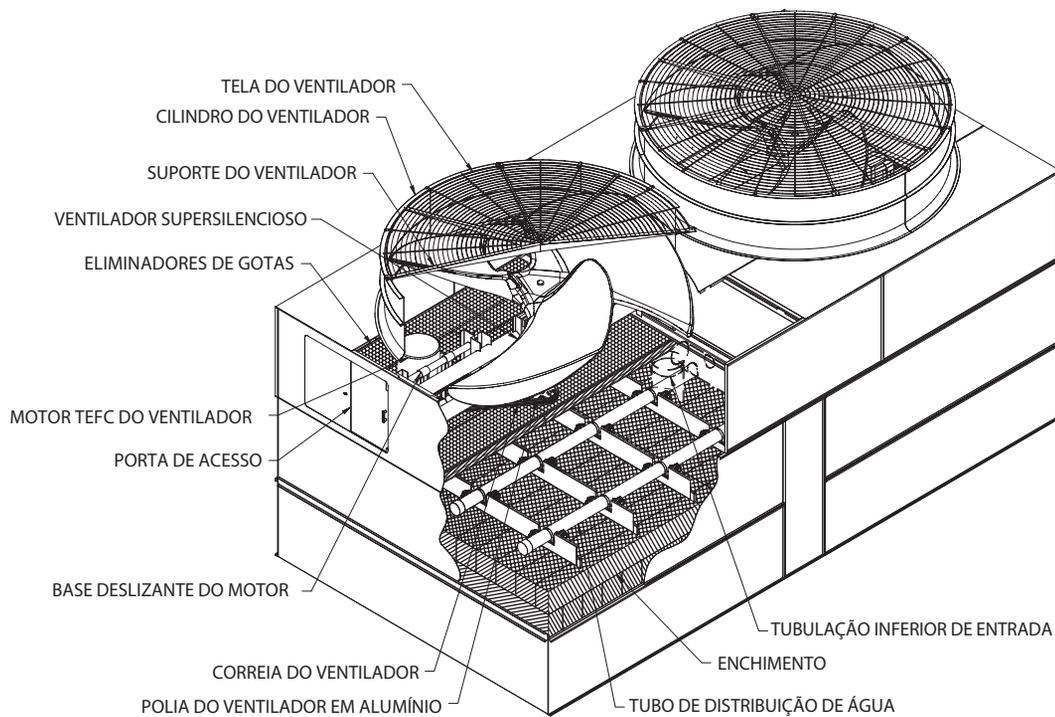


SEÇÃO DA BACIA (ILUSTRAÇÃO DE TRÊS CÉLULAS)

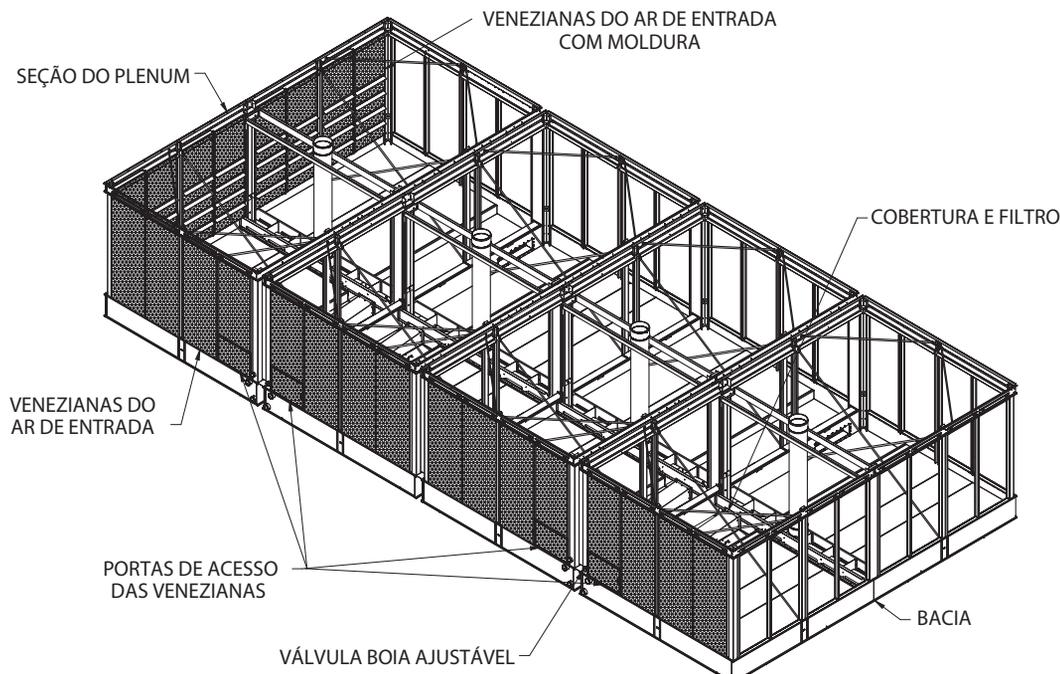


**Torres UT de 56' x 26' (quatro células) – Conexão Inferior de Entrada, Saída Inferior**

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR (ILUSTRAÇÃO DE UMA SÓ CÉLULA)

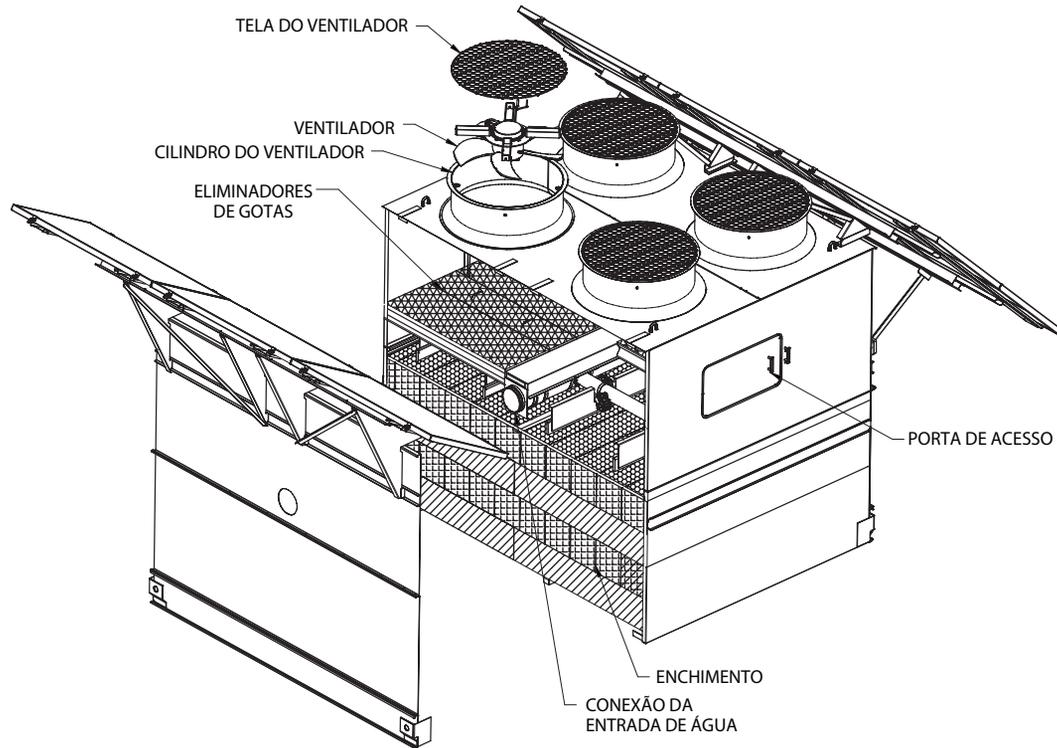


SEÇÃO DA BACIA (ILUSTRAÇÃO DE QUATRO CÉLULAS)

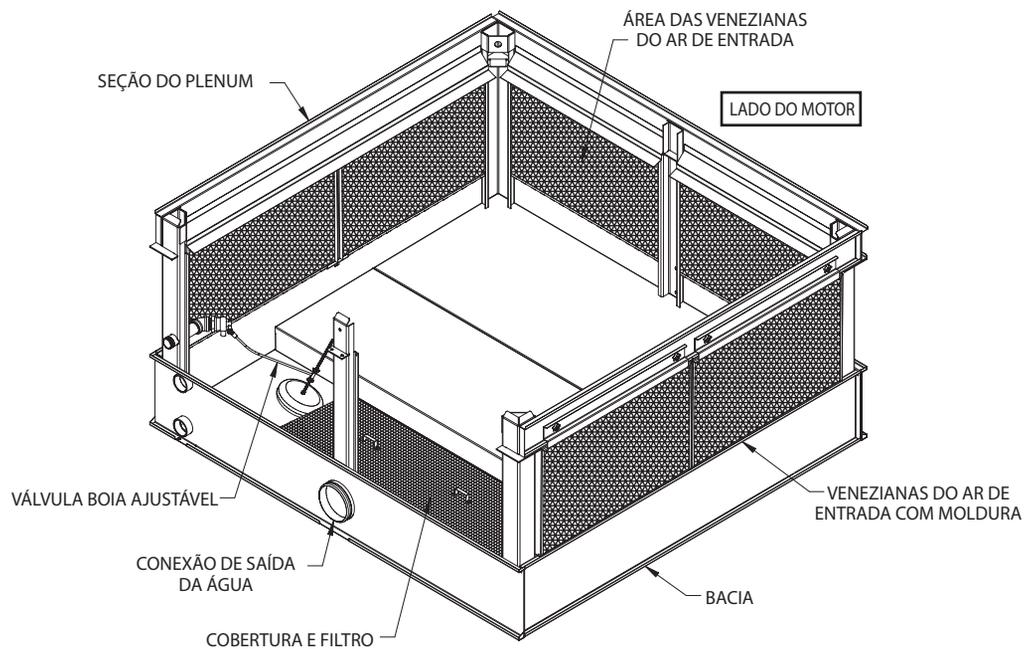


**Torres SUN com 8,5' de Largura**

**SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR**

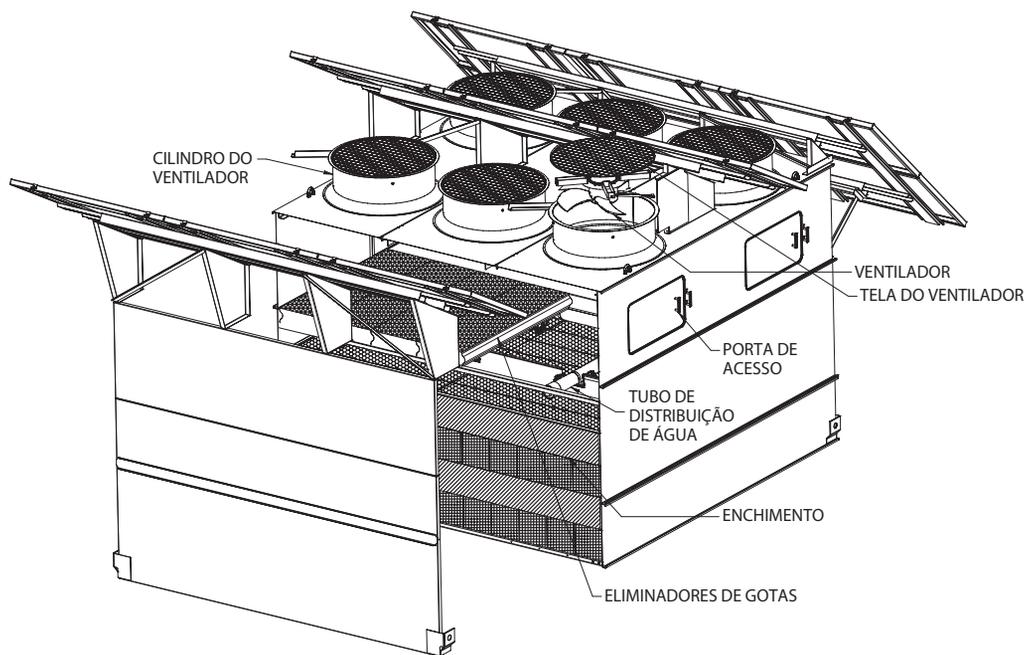


**SEÇÃO DA BACIA**

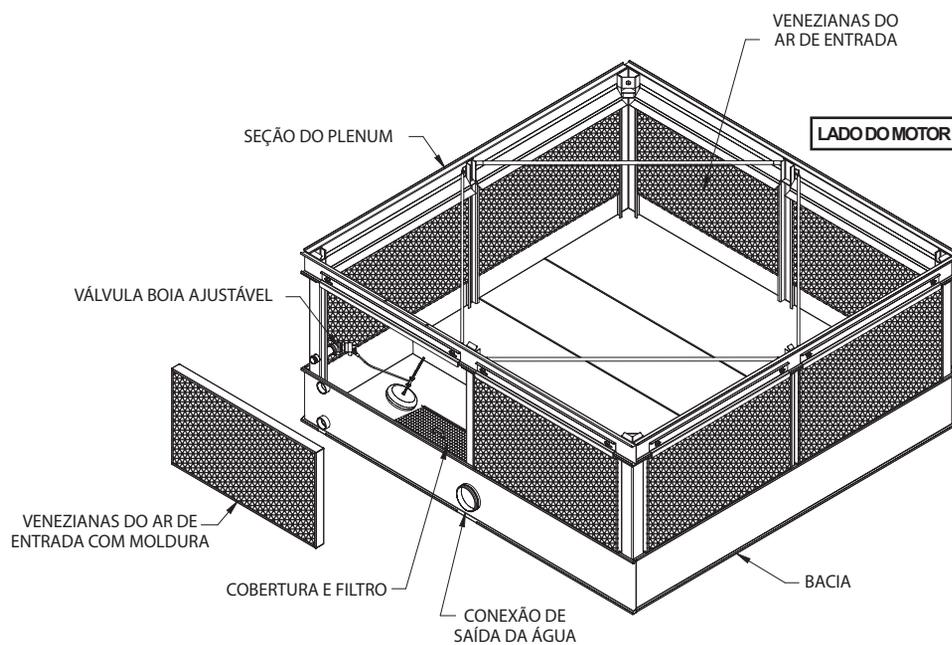


Torres SUN com 12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

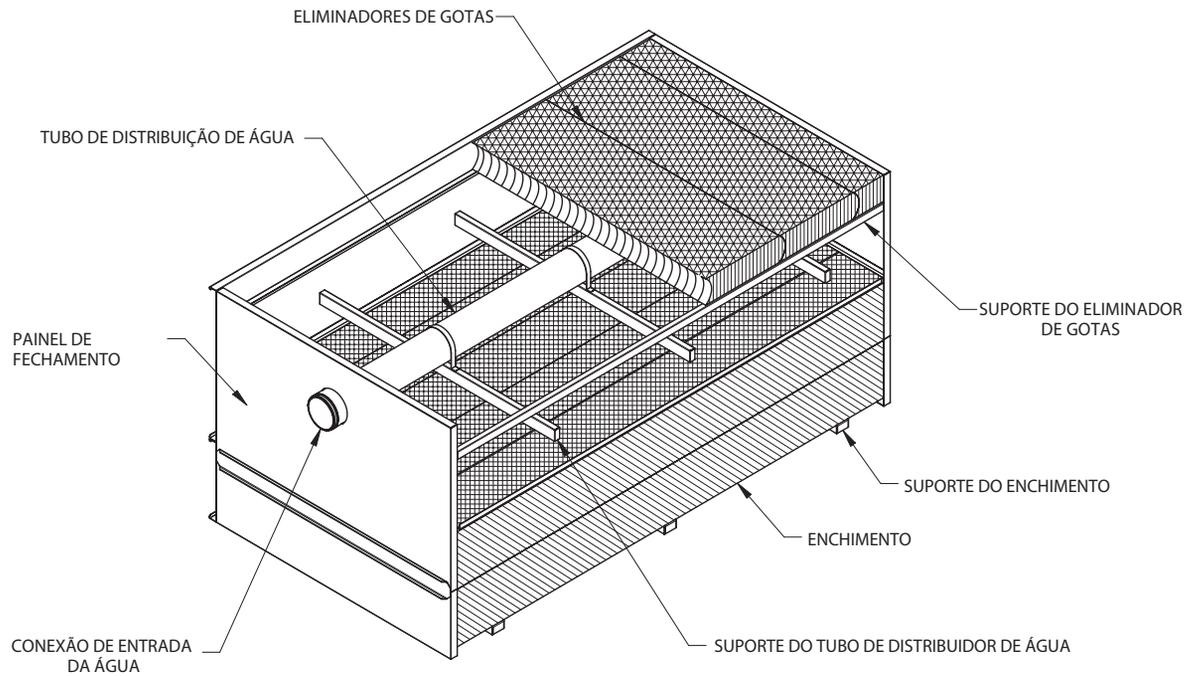


SEÇÃO DA BACIA

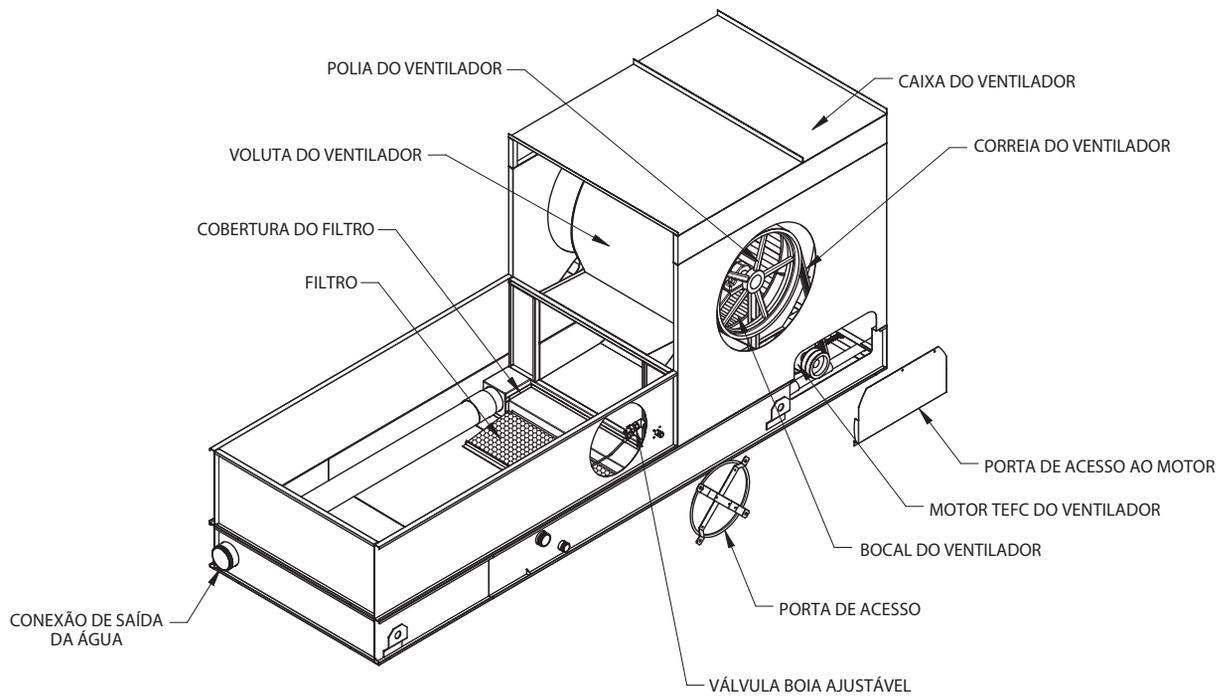


Torres LPT

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

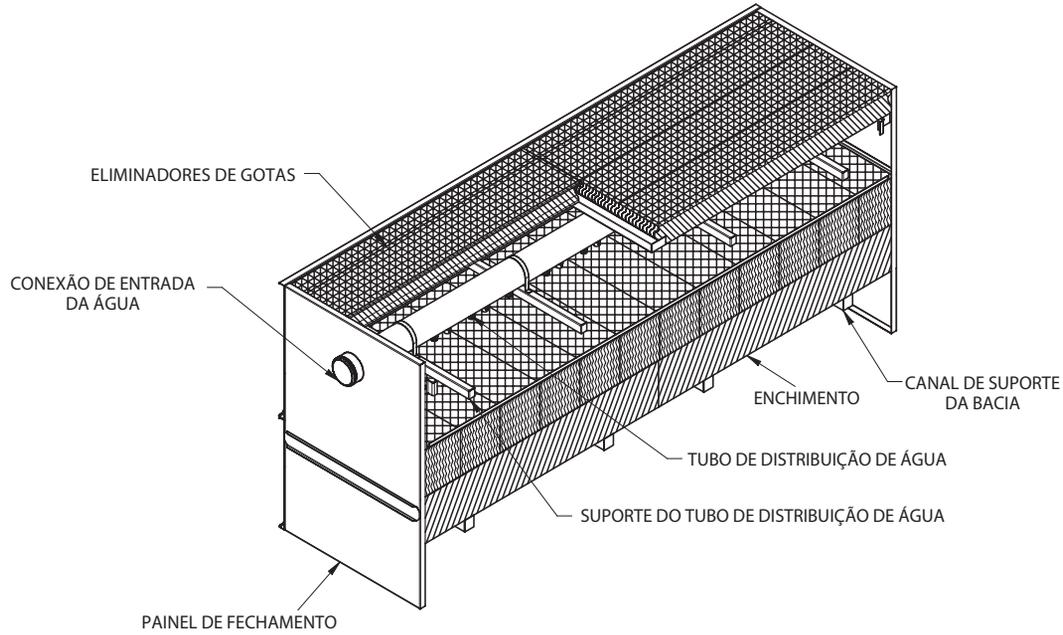


SEÇÃO DA BACIA

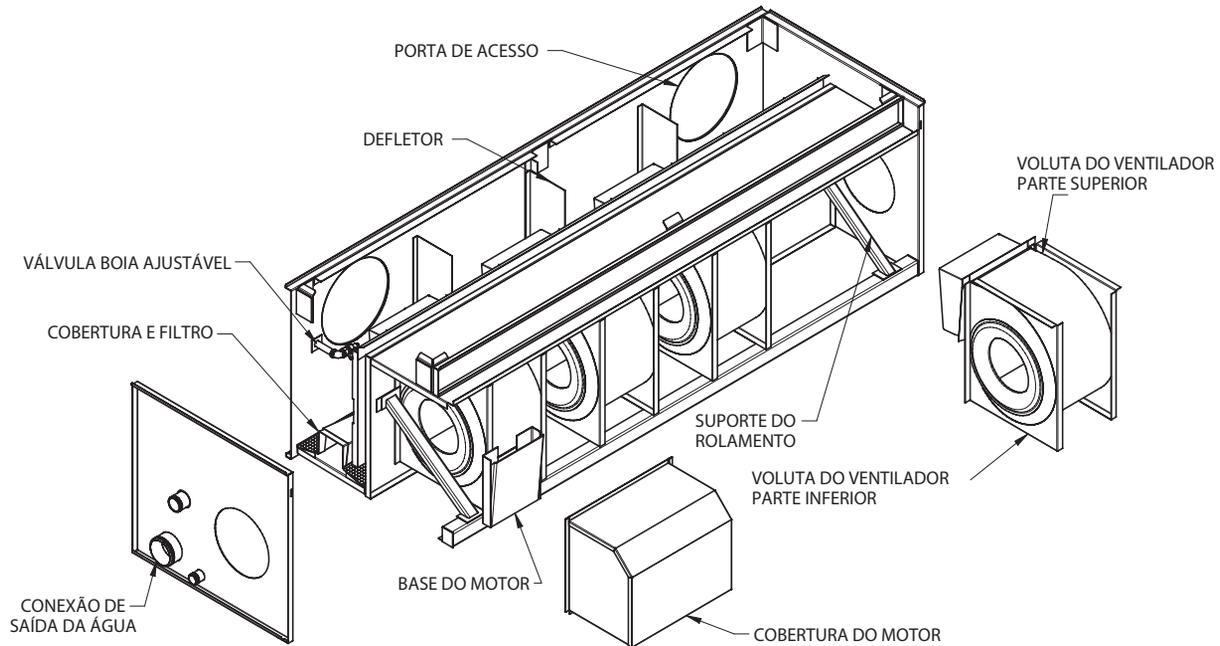


## Torres LSTE com 4' e 5' de largura

### SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

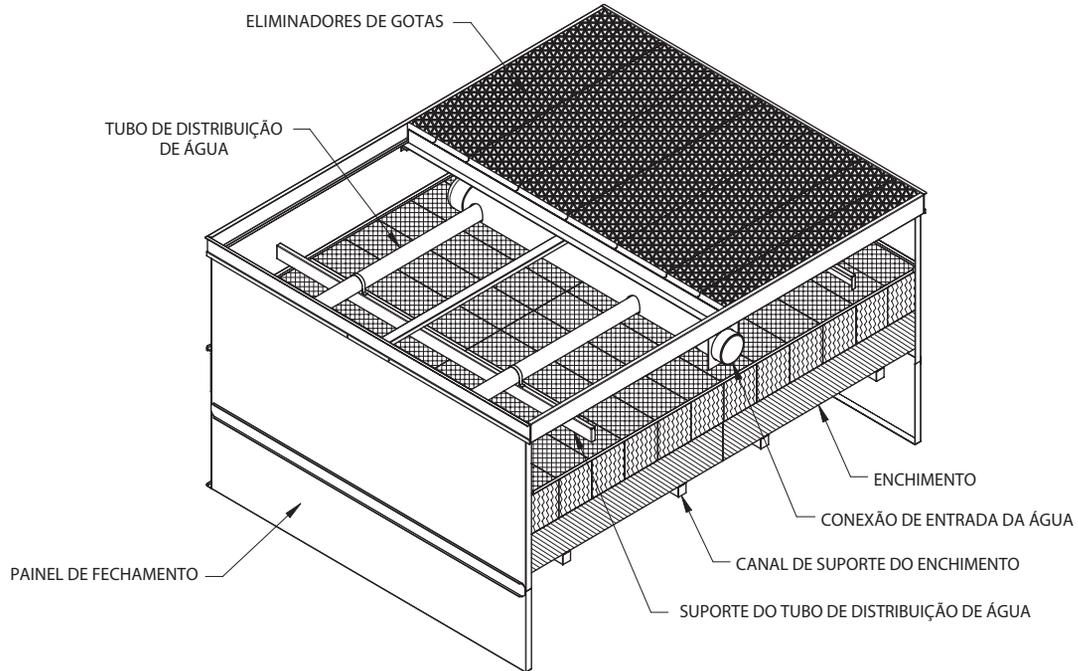


### SEÇÃO DO TANQUE E DO VENTILADOR

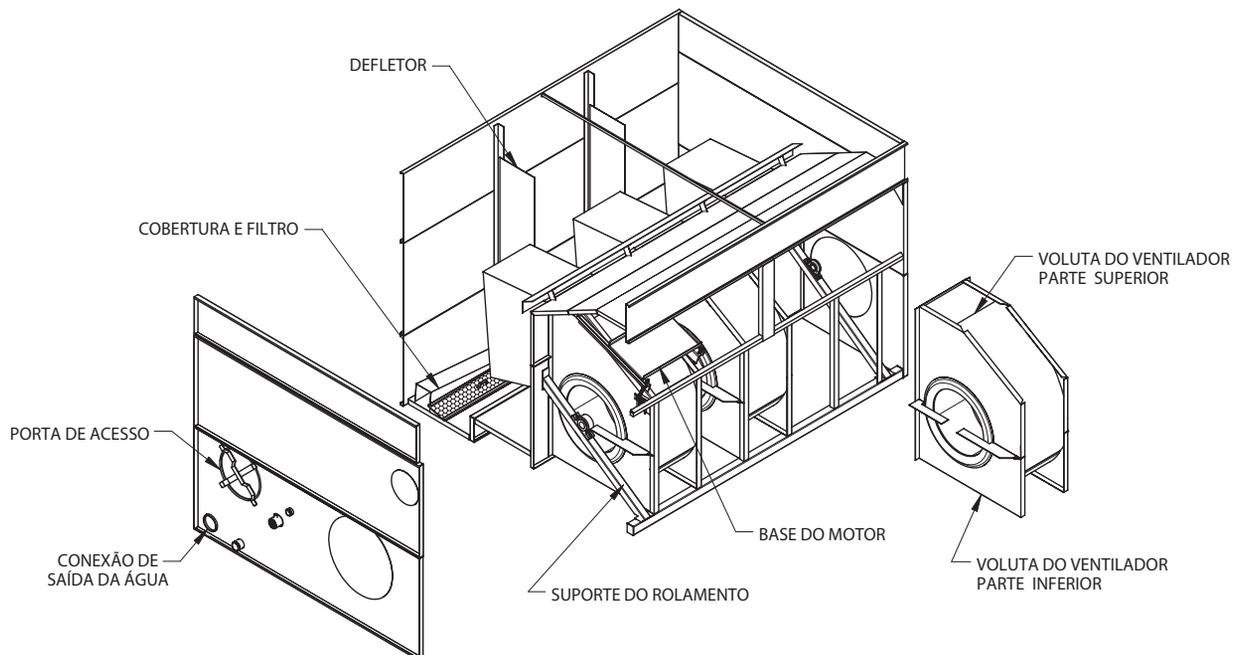


Torres LSTE com 8' e 10' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA



SEÇÃO DA BACIA E DO VENTILADOR





**EVAPCO Brasil Equipamento Industriais Ltda**  
Alameda Vênus, 151 - Distrito Industrial  
13347-659 - Indaiatuba - SP - Brasil  
Telefones: Escritório +55 (11) 5681-2000 - Fábrica +55 (19) 3825-3214  
Email: vendas@evapco.com.br