



Manual de Instruções de Operação e Manutenção

Para Resfriadores de Circuito Fechado e Condensadores Evaporativos da EVAPCO



IARW International Association of Refrigerated Warehouses

Member of
iiar
International Institute of Ammonia Refrigeration
www.iiar.org

AHRP Air-Conditioning, Heating, and Refrigeration Institute

Índice

- 3 Introdução**
- 3 Precauções de Segurança**
- 3 Terminologia**
- 4 Recomendações para Armazenagem e/ou Longos Períodos de Parada**
- 5 Disposições do IBC (Código Internacional de Edificações)**
- 5 Checklist para Start-Up e Operação Sazonal**
 - 5 Informações Gerais
 - 5 Start-Up e Operação Sazonal
 - 7 Programação Recomendada de Manutenção.
 - 9 Checklist de Parada Sazonal
- 10 Sequência Básica de Operação do Resfriador de Circuito Fechado/Condensador**
- 11 Sistema de Ventiladores**
 - 11 Rolamentos dos Motores de Ventiladores
 - 11 Rolamentos de Esferas dos Eixos de Ventiladores
 - 12 Ajuste das Correias de Ventiladores
 - 13 Ajuste da Correia do Ventilador – Ventilação Induzida
 - 14 Ajuste da Correia do Ventilador – Ventilação Forçada
 - 14 Caixas de Engrenagens
 - 14 Entrada de Ar
 - 14 Entrada da Serpentina
 - 15 Controle de Capacidade do Sistema de Ventiladores
 - 15 Ciclos dos Motores de Ventiladores
 - 15 Sequência de Operação para Ciclos dos Motores de Ventiladores
 - 15 Acionadores de Frequência Variável (VFDs)
 - 15 Sequência de Operações / Orientações para Unidades com Vários Ventiladores e VFDs, durante a Carga de Pico
 - 16 Motores de Duas Velocidades
 - 16 Sequência de Operação para Unidades com Dois Ventiladores e Motores de Duas Velocidades, durante a Carga de Pico
- 17 Manutenção de Rotina do Sistema de Água Recirculada**
 - 17 Filtro de Sucção na Bacia
 - 18 Bacia
 - 18 Nível Operacional da Água da Bacia
 - 19 Válvula Boia
 - 19 Sistemas de Distribuição de Água Pressurizada
 - 20 Válvula de Purga
 - 20 Bomba (quando fornecida)
- 21 Tratamento e Química da Água**
 - 21 Purga ou Descarga
 - 21 Aço Galvanizado – Passivação
 - 22 Parâmetros Químicos da Água
 - 22 Controle da Contaminação Biológica
 - 23 Água Cinza e Água de Reaproveitamento
 - 23 Contaminação do Ar
- 24 Operação em Tempo Frio**
 - 24 Layout das Unidades
 - 24 Proteção da Água de Recirculação Contra Congelamento
- 26 Proteção Contra Congelamento das Serpentinhas de Resfriadores de Circuito Fechado
- 27 Acessórios para Unidades
 - 27 Aquecedores para Bacia
 - 27 Tanques Remotos
 - 27 Controle Elétrico do Nível de Água
 - 27 Chaves Seccionadoras Antivibração
- 27 Métodos de Controle da Capacidade para Operação em Tempo Frio
 - 27 Controle de Capacidade em Unidades de Tiragem Induzida
 - 28 Controle de Capacidade em Unidades de Tiragem Forçada
- 28 Controle do Gelo
 - 28 Unidades de Tiragem Induzida
 - 28 Unidades de Ventilação Forçada
- 29 Identificação e solução de Problemas**
- 32 Peças de Reposição**
 - 33 Desenhos de Identificação das Peças
 - 33 Unidades ATWB/eco-ATWB 3' de Largura
 - 34 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB 4'x4' e 4'x6' de Largura
 - 35 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB 4'x9' e 4'x12' de Largura
 - 36 Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB com 7' de Largura
 - 37 ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB 8' com 8' e 8,5' de Largura
 - 38 ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB com 10' e 12' de Largura
 - 39 Unidades eco-ATWB-E com 8,5' de Largura
 - 40 Unidades eco-ATWB-E com 10' e 12' de Largura
 - 41 Unidades ESW4 com 8,5' de Largura
 - 42 Unidades ESW4 com 12' de Largura
 - 43 Unidades eco-ATC-H e eco-ATWB-H com 8,5' de Largura
 - 44 Unidades eco-ATC-H/eco-ATWB-H com 10' e 12' de Largura
 - 45 Unidades ESWA com 8,5' de Largura
 - 46 Unidades ESWA com 12' de Largura
 - 47 Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 4' de Largura
 - 48 Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 5' de Largura
 - 49 Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 8' de Largura (Ventiladores de um Só Lado)
 - 50 Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 10' de Largura
 - 51 Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 3' de Largura
 - 52 Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 5' de Largura
 - 53 Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 8' de Largura
 - 54 Unidades PMC-E/eco-PMC com 5' de Largura
 - 55 Unidades PMC-E/eco-PMC com 10' e 12' de Largura
 - 56 Unidades PHC-S/PHC-L com Entrada de Ar por 1 Lado e 12' de Largura
 - 57 Unidades PHC-D - Entrada de Ar Dupla com 12' e 14' de Largura

Introdução

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

Limpe completamente quaisquer traços de sal, sujeira e detritos depositados durante o transporte, imediatamente após a entrega. Resíduos que permanecem nas superfícies do produto podem causar danos, que não são cobertos por qualquer garantia.

De fato, equipamentos evaporativos de resfriamento 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 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 seu equipamento de resfriamento evaporativo. Consulte os desenhos isométricos localizados nas páginas 33-57 para obter informações sobre a disposição dos componentes em seu equipamento.

Caso necessite de 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

Pessoal qualificado deve prever cuidados, ferramentas e procedimentos adequados ao fazer manutenção nesse equipamento, a fim de evitar danos pessoais e/ou materiais. Seguem abaixo algumas orientações básicas.



Esse equipamento nunca deve ser operado sem que as telas de ventilador e portas de acesso estejam adequadamente instaladas e fixadas.



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 desconectada e bloqueada na posição "OFF".



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



Os sistemas de água de edifícios recebem água potável e não potável de uma empresa pública ou privada para seu abastecimento de água. Esse fornecimento de água para os sistemas dos edifícios pode conter vários patógenos transmitidos pela água, incluindo a bactéria legionella – que pode causar ou contribuir para várias doenças se aspirada, ingerida ou inalada. Como equipamento evaporativo de resfriamento usa a mesma água do edifício, existe a possibilidade de propagação desses patógenos no equipamento. Deve-se considerar cuidadosamente, então, o local do equipamento e o uso de protocolos eficazes de gestão, inspeção e purificação da água (veja a seção "Controle de contaminantes biológicos" neste manual de operação e manutenção).

Terminologia

Ao longo deste manual, utilizam-se os termos "tiragem induzida" e "tiragem forçada". Veja abaixo uma lista dos resfriadores de circuito fechado e condensadores oferecidos pela EVAPCO, assim como a terminologia associada.

Os equipamentos de Tiragem Induzida incluem os seguintes modelos da EVAPCO:

- **Linhas de Produto ESW**
 - ESWA – Resfriador de Circuito Fechado
 - ESW4 - Resfriador de Circuito Fechado

■ Linhas de Produtos AT

- ATWB – Resfriador de Circuito Fechado
- ATC-E – Condensador Evaporativo
- eco-ATWB - Resfriador de Circuito Fechado
- eco-ATWB-E - Resfriador Híbrido de Circuito Fechado
- eco-ATWB-H - Resfriador Híbrido de Circuito Fechado
- eco-ATC-A - Condensador Evaporativo Seco/Úmido
- eco-ATC-H Condensador Evaporativo Seco/Úmido

■ PHC - Condensador evaporativo híbrido paralelo

Os equipamentos de Tiragem Forçada incluem os seguintes modelos da EVAPCO:

■ Linhas de Produto LR

- LRWB – Resfriador de Circuito Fechado
- LRC - Condensador Evaporativo
- eco-LRWB - Resfriador Seco/Úmido de Circuito Fechado

■ Linhas de Produto LS

- LSWE – Resfriador de Circuito Fechado
- LSC-E – Condensador Evaporativo
- eco-LSWE - Resfriador Seco/Úmido de Circuito Fechado

■ Linhas de Produto PM

- PMC-E – Condensador Evaporativo
- PMC-Q – Condensador Evaporativo
- eco-PMC - Condensador Evaporativo Seco/Úmido

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, motor da bomba e do motor da hélice 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 necessário, removendo a proteção do motor da bomba).
- Se a unidade permanecer inativa por mais que algumas semanas acione o redutor (se fornecido) por 5 minutos a cada semana.
- Se a unidade permanecer inativa por mais de três semanas, complete totalmente o óleo do redutor. Drene até o nível normal antes do start-up da unidade.
- 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 energizadas, distribuindo água sobre a serpentina, será preciso ativar as resistências anti-condensação 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.
- Se a serpentina permanecer inativa por mais de um mês, aplique-lhe uma carga de nitrogênio.
- Energize os aquecedores do local em que estão os motores de ventiladores.

Disposições do Código Internacional de Edificações

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

Todos os itens anexados aos resfriadores de circuito fechado ou condensadores evaporativos EVAPCO devem ser analisados e isolados de modo independente, para que suportem as cargas eólicas e sísmicas aplicáveis. Isto inclui tubulação, dutos, conduítes 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 Start-Up e Operação Sazonal

Informações Gerais

- 1. Veja se toda a instalação atende aos requisitos das diretrizes de instalação indicadas no Boletim 311 da EVAPCO – Manual de layout do equipamento, disponível no site www.evapco.com.br.
- 2. Resistência de aquecimento dos motores de ventiladores – Para evitar acúmulo de umidade nos enrolamentos e rolamentos, aquecedores são fornecidos como padrão em todos os motores de ventilador. Eles devem ser conectados antes da operação.
- 3. 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.
- 4. Veja se todos os intertravamentos de segurança estão operando adequadamente.
- 5. 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. Veja a seção “Sistema de ventiladores - Controle de capacidade” para obter mais informações e recomendações sobre o bloqueio de frequências de ressonância.
- 6. Veja se o plano de tratamento da água foi implementado, incluindo a passivação do aço galvanizado. Veja a seção “Tratamento da água” para ter mais detalhes.
- 7. 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 e danificar os componentes plásticos. Obtenha mais informações sobre a armazenagem de unidades com o representante local ou diretamente com a EVAPCO BRASIL.

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 da boia mecânica está operando livremente.

- 5. Inspeccione os bocais do sistema distribuidor de água e limpe-os, se necessário. Veja se estão posicionados corretamente (isto não é necessário no start-up, pois os bocais vêm limpos e posicionados de fábrica).
- 6. Veja se os eliminadores de gotas estão fixados firmemente e posicionados corretamente.
- 7. Ajuste a tensão das correias dos ventiladores conforme o necessário. Veja a seção "Ajuste das correias de ventiladores".
- 8. Lubrifique os rolamentos dos eixos dos ventiladores antes de cada início de operação.
- 9. Gire os ventiladores e bombas manualmente para garantir que estão girando livremente, sem obstruções.
- 10. Inspeccione 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 o centro do ventilador. As pás do ventilador devem ser fixadas firmemente ao seu cubo.
- 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.
- 13. No caso dos resfriadores de circuito fechado, encha a serpentina do trocador de calor com o fluido especificado e faça a purga de ar do sistema antes de pressurizar, usando os respiros de entrada da serpentina. Não faça isso nos condensadores evaporativos.

NOTA: Deve-se utilizar resfriadores de circuito fechado apenas em sistemas selados e pressurizados. A aeração contínua da água em um sistema aberto pode causar corrosão no interior dos tubos do resfriador, causando falhas prematuras.

Para resfriadores de circuito fechado com controles opcionais, veja o O&M de controles para saber o procedimento de partida adequado.

Após energizar a unidade observe o seguinte:

- 1. Ajuste a válvula boia mecânica conforme necessário, para obter o nível de água correto.
- 2. Encha a bacia da unidade até o nível operacional adequado. Veja mais detalhes na seção "Níveis de operação do sistema de recirculação de água".
- 3. Veja se o(s) ventilador (es) está(ão) girando no sentido correto.
- 4. Ative a(s) bomba(s) de aspersão de água e verifique o sentido de rotação, indicado pela seta na tampa frontal.
- 5. Meça a tensão e corrente nos três cabos de alimentação da bomba e do motor do ventilador. A corrente não deve exceder o valor de plena carga indicado na placa de identificação, levando em conta o fator de serviço.
- 6. Consulte uma empresa qualificada de tratamento de água para ajustar a purga mínima necessária; veja a seção "Tratamento e química da água".
- 7. Para obter informações mais detalhadas, veja as instruções do fabricante de motores dos ventiladores e bombas sobre manutenção e armazenagem de longo prazo. Os motores devem ser lubrificados e reparados de acordo com as instruções do fabricante.
- 8. Todos os novos equipamentos de refrigeração evaporativa e tubulações associadas devem ser pré-limpos e lavados para remover graxa, óleo, sujeira, detritos e outros sólidos suspensos antes da operação. Qualquer material químico de pré-limpeza deve ser compatível com os materiais de construção do equipamento de refrigeração. Devem-se evitar formulações alcalinas em sistemas que incluem materiais de construção galvanizados.

Sistemas hidrônicos fechados e conectados a um resfriador de circuito fechado ou resfriador a ar devem ser pré-limpos e lavados para remover detritos, graxa, ferrugem, óleo e outros sólidos suspensos antes da operação. A EVAPCO recomenda o uso de inibidor químico ou glicol inibido para minimizar a corrosão e resíduos acumulados durante a operação normal. A EVAPCO recomenda um mínimo de 25% de glicol inibido para minimizar a corrosão.

Programa de manutenção mínima recomendada

PROCEDIMENTO	FREQUÊNCIA
1. Limpe o filtro da bacia	Mensalmente ou quando necessário
2. Limpe e lave a bacia**	Trimestralmente ou quando necessário
3. Verifique a operação da válvula de purga	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	Trimestralmente
7. Verifique se há rachaduras nas pás dos ventiladores, falta de balanceamento, tampas das portas soltas e saídas de drenagem abertas (Ventiladores "Super Low Sound") e vibrações	Trimestralmente
8. Verifique roldanas e buchas, assim como eixos e cubos dos ventiladores quanto à corrosão. Raspe e cubra com ZRC	Anualmente
9. Inspeccione as linhas de lubrificação para os rolamentos	Trimestralmente
10. Lubrifique os rolamentos de eixo dos ventiladores*	a cada 1.000 horas de operação (ou trimestralmente)
11. Verifique e ajuste a tensão das correias	Mensalmente
12. Inspeccione e lubrifique a base do motor deslizante	Anualmente ou quando necessário
13. Verifique as telas dos ventiladores, LOUVERSs de entrada de ar e ventiladores. Remova quaisquer traços de sujeira ou detritos	Mensalmente ou quando necessário
14. Inspeccione e limpe o acabamento de proteção - Galvanizado: raspe e recubra com ZRC - Aço inox: faça limpeza e polimento com limpador de aço inoxidável.	Anualmente
15. 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**	Regularmente

ACESSÓRIOS OPCIONAIS:

1. Redutor - Verifique o nível de Óleo com a unidade desativada	24 horas após o start-up e mensalmente
2. Redutor e Tubulação - Faça inspeção visual procurando por vazamentos de óleo e inspeção auditiva procurando por ruídos e vibrações anormais	Mensalmente
3. Redutor - Troque o Óleo	Semestralmente
4. Bomba de óleo - Faça inspeção visual para verificar vazamentos e a fiação	Mensalmente
5. Redutores e Acoplamentos - Verifique o alinhamento do sistema	24 horas após o start-up e mensalmente
6. Acoplamentos e Eixos - inspeccione elementos flexíveis e ferragens quanto ao aperto, torque correto e rachaduras/deterioração	Mensalmente
7. Resistências de aquecimento- Inspeccione e limpe as extremidades dos sensores	Trimestralmente
8. Aquecedor - Inspeccione a caixa de conexões quanto à fiação solta e umidade	Um mês após o start-up e semestralmente

* Consulte o manual de manutenção para obter instruções de start-up e recomendações de lubrificação.

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

Programa de manutenção recomendada (continuação)

ACESSÓRIOS OPCIONAIS:

9. Aquecedor - Inspeccione os elementos e limpe se houver acúmulo de resíduos	Trimestralmente
10. Caixa de Conexões do Controlador Eletrônico do Nível de Água - verifique se tem fiação solta e umidade	Semestralmente
11. Controlador Eletrônico do Nível de Água - Elimine o acúmulo de resíduos das extremidades do sensor	Trimestralmente ou quando necessário
12. Tubo Vertical do Controlador Eletrônico do Nível de Água- Limpe dentro do tubo	Anualmente
13. Válvula solenoide de conexão - Inspeccione a válvula e o filtro removendo detritos	Quando necessário
14. Caixa da Chave Antivibração (Mecânica) - Verifique se tem fiação solta e umidade	Um mês após o startup e mensalmente
15. Chave Antivibração - Ajuste a sensibilidade	Durante o start-up e anualmente
16. Tubulação Limpadora da Bacia - Inspeccione e remova os resíduos	Semestralmente
17. Indicador do Nível de Água - Inspeccione e limpe	Anualmente
18. Painéis solares SUN - Veja se há danos e limpe com mangueira e escova macia	Semestralmente

DURANTE PERÍODOS INATIVOS

Período Inativo	Ação Recomendada	Frequência
Dois Dias ou Mais	Ligue as resistências anti-condensação dos motores ou ligue os motores por 10 minutos	Duas vezes ao dia
Poucas semanas	Acione o redutor por 5 minutos	Semanalmente
Diversas Semanas	Complete o óleo do redutor. Drene até o nível normal antes do start-up da unidade.	Uma vez
Um mês ou mais	Gire o eixo do motor/ventilador em 10 vezes	Quinzenalmente
	Teste os enrolamentos dos motores com um megômetro	Semestralmente

Checklist de Parada Sazonal

Se for desativar o sistema e mantê-lo desligado por um longo período, faça o seguinte:

- 1. Drene a bacia da unidade evaporativa de resfriamento.
- 2. Esvazie e limpe a bacia, 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.
- 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 do start-up.
- 6. As linhas da água de reposição, de extravasamento e de drenagem, assim como a bomba de recirculação e sua tubulação, até o nível de extravasamento, devem passar por uma inspeção térmica e ser então isoladas, para compensar qualquer água residual.
- 7. Inspeccione 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 o conjunto do ventilador girar várias vezes com as mãos.
- 9. Energize as resistências dos motores de ventilador.
- 10. Apenas resfriadores de circuito fechado – Se não for possível manter o fluxo mínimo recomendado de fluido através da serpentina de transferência de calor e não houver uma solução anticongelante na serpentina, esta deverá ser drenada imediatamente sempre que as bombas do sistema forem desligadas ou o fluxo parar sob condições de congelamento. Isto pode ser feito com válvulas automáticas de drenagem e respiros na tubulação do resfriador. Deve-se ter o cuidado de garantir que a tubulação esteja adequadamente isolada e dimensionada, para permitir que a água flua rapidamente da serpentina. Deve-se adotar esse método de proteção apenas em situações de emergência, pois não é um método prático ou recomendado de proteção contra congelamento. As serpentinas não devem permanecer drenadas por longos períodos de tempo, já que pode ocorrer corrosão interna. Veja mais detalhes na seção “Operação em tempo frio” deste documento.

Para ter informações mais detalhadas, veja as instruções do fabricante de motores dos ventiladores sobre manutenção e armazenagem de longo prazo.

Sequência Básica de Operação do Resfriador de Circuito Fechado/ condensador para o Modo Evaporativo

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, utilizam-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 de recirculação é acionada. A unidade pode fornecer cerca de 10% de sua capacidade de resfriamento somente com a bomba em operação. Caso a unidade tenha amortecedores de fechamento positivo, abra-os totalmente antes de ligar as bombas.

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%. **TODOS OS VENTILADORES DE TODAS AS CÉLULAS DEVEM ESTAR NA MESMA ROTAÇÃO PARA EVITAR O CONGELAMENTO.**

Temperatura do sistema/Condensação em Regime

Controle a temperatura dos fluídos de saída (resfriadores de circuito fechado) ou a temperatura de condensação (condensadores evaporativos) modulando a velocidade dos ventiladores, com inversores de frequência ou ativando/desativando os ventiladores, com acionadores de uma ou duas velocidades.

Queda da temperatura do sistema / de condensação

Diminua a velocidade do ventilador conforme necessário.

Sistema Inativo / Sem Carga

A bomba do sistema é desativada. O intertravamento de partida irá energizar quaisquer aquecedores opcionais da bacia para 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.

Operação a Seco

Durante os meses mais frios do inverno, é possível desligar a bomba de aspersão, drenar a bacia e efetuar somente a ciclagem dos ventiladores. Deixe o dreno da bacia aberto durante esse período para evitar a coleta de água da chuva, neve etc. Se a unidade incluir dampers de fechamento positivo, abra-os totalmente antes que os ventiladores sejam acionados. Se a operação a seco for usada em ventiladores centrífugos das unidades de tiragem forçada, veja se o motor e os acionadores foram adequadamente dimensionados para suportar a redução da pressão estática ao se desativar o sistema de pulverização de água.

NOTA: O ponto de controle mínimo para o fluído de processo nunca deve ser inferior a 5,5°C.

NOTA: Em unidades com um conjunto de abafadores de saída, a sequência de controle deve abrir e fechar esses abafadores uma vez ao dia, independentemente dos requisitos de capacidade, para evitar que esse conjunto engripe. Deve-se desligar o motor do ventilador sempre que os abafadores estiverem fechados.

NOTA: As linhas de produtos ESW4/A ou PHC não devem operar a seco.

NOTA: A sequência de operações dos modelos eco-ATW / eco-ATWE é única e está explicada em detalhes no Manual de controle do painel Sage² ou Sage³.

Sistema de Ventiladores

Os sistemas de ventilação de unidades com acionamento centrífugo e axial são robustos; no entanto, é preciso checar o sistema do ventilador periodicamente e lubrificá-lo em intervalos adequados. Recomenda-se o cronograma de manutenção a seguir.

Rolamentos dos Motores de Ventiladores

As unidades evaporativas de resfriamento da EVAPCO utilizam motores tipo TEAO (Totalmente encapsulados, resfriados a ar) ou TEFC (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, os motores devem ser checados com um testador de isolação antes de acioná-los novamente.

Rolamentos de Esferas dos Eixos de Ventiladores

Lubrifique os rolamentos dos eixos dos ventiladores 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 -29°C e 177°C (fale com a fábrica no caso de temperaturas de operação mais baixas).

Mobil – Polyrex EM Chevron - SRI Graxa Pillowblock da Timken

Aplique a graxa lentamente nos 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.

A maioria das unidades EVAPCO vem 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: 3', 4', 8', 8.5', 17' de largura	Logo ao lado da porta de acesso, na VOLUTA INFERIOR DO VENTILADOR
Unidades de Tiragem Induzida: 10', 12', 14', 24', 28' de largura	No interior da porta de acesso, na VOLUTA INFERIOR DO VENTILADOR
Unidades de Ventilação Forçada	No suporte do rolamento ou na lateral da unidade
Unidades PHC	No interior da porta de acesso, na parte inferior da caixa/acima da costura do campo

Tabela 1 – Localização das graxeiras em unidades acionadas por correia

Ajuste da correia do ventilador (as unidades de acionamento direto não requerem ajuste)

É preciso checar a tensão das correias no start-up e novamente após as primeiras 24 horas de operação, para corrigir qualquer folga inicial. Para ajustar corretamente a tensão das correias, posicione o motor do ventilador de modo que a correia flexione cerca de $3/8''$ 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.

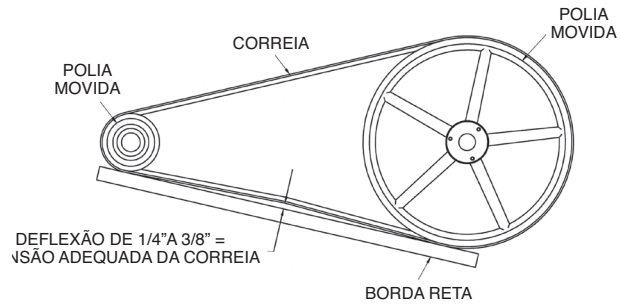


Figura 1 – Método 1

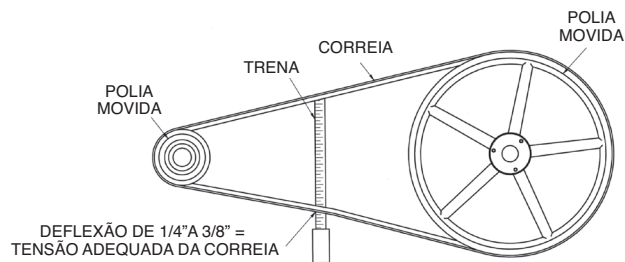


Figura 2 – Método 2

Tiragem Induzida – No caso de unidades acionadas por correia, com tiragem induzida e equipadas com motores externos, veja a Figura 3.

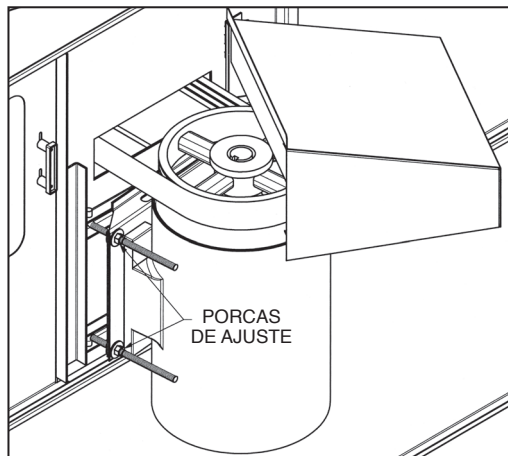


Figura 3 – Motor Montado Externamente, Tiragem Induzida

Em unidades de tiragem induzidas acionadas por correia e motores montados internamente (unidades de 10, 12, 14, 20, 24 e 28 pés de largura). Nas unidades PHC-S, L e D é fornecida uma ferramenta de esticamento da correia presa na porca de ajuste do motor. Para usá-la, posicione a extremidade sextavada sobre a porca de ajuste e tensione a correia girando a porca no sentido anti-horário. Quando as correias estiverem tensionadas corretamente, aperte a contraporca.

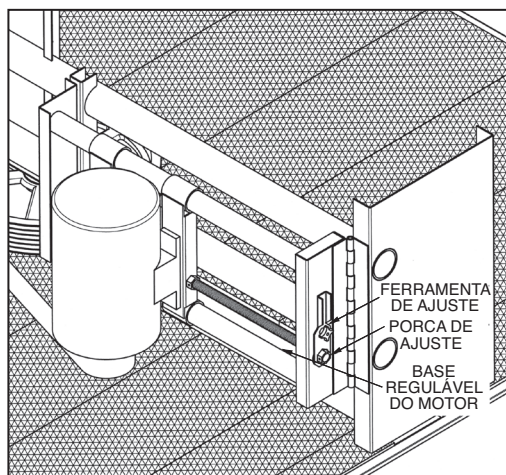


Figura 4 – Motor Montado Internamente, Tiragem Induzida

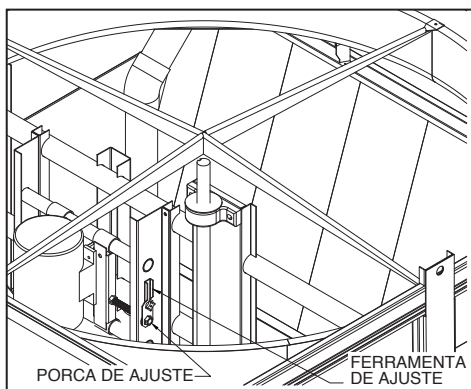


Figura 5 – Motor Montado Internamente, unidade PHC-D

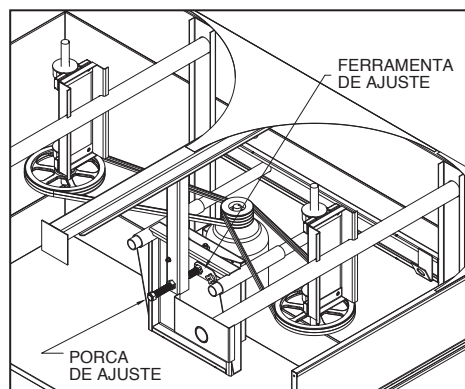


Figura 6 – Motor Montado Internamente, Unidades com acionamento individual dos Ventiladores PHC-S e L

Tiragem Forçada – Em unidades de tiragem forçada dos modelos LS e PM, os dois parafusos de ajuste tipo J, na base ajustável do motor, devem ter a mesma área de rosca exposta, para um alinhamento adequado de roldanas e correias.

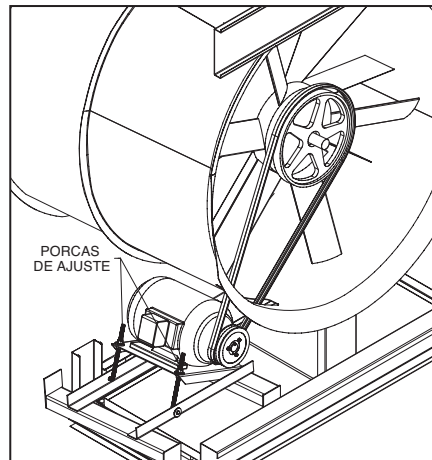


Figura 7 – Ajuste do Motor do Modelo PM

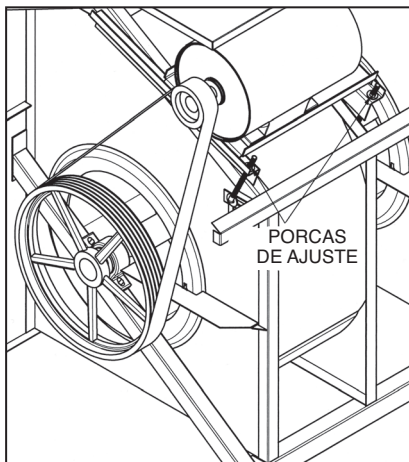


Figura 8a – Motor Montado Externamente, para Grandes Unidades LS, 8X e 3M

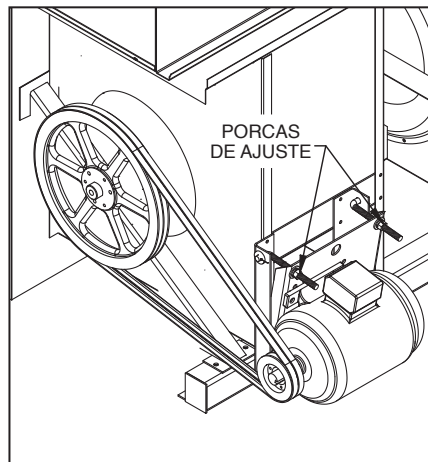


Figura 8b – Motor Montado Externamente, para Pequenas Unidades LS, 4X e 5X

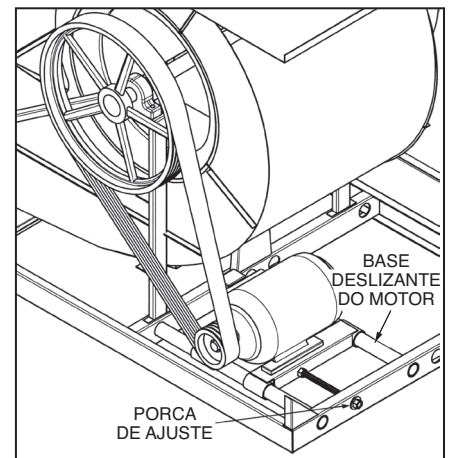


Figura 9 – Ajuste do Motor LR

Redutores

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

Entrada de Ar

Inspecione mensalmente os LOUVERS 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.

Entrada da Serpentina

Inspecione mensalmente a serpentina superior, a entrada de ar e a seção de spray em todas as unidades PHC.

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).

Nota: Para o modelo eco-ATW com Sage² e eco-ATWE com Sage³, consulte o manual.

Ciclos dos Motores de Ventiladores

A ciclagem dos motores de ventiladores requer um termostato de estágio único, que detecta a temperatura do fluido (resfriadores de circuito fechado) ou a temperatura de condensação (condensadores evaporativos). Os contatos desse termostato são ligados em série com a bobina de partida dos motores de ventiladores. No caso de ciclos de motores de ventiladores individuais, deve-se intertravar os motores antes de acionar o ventilador, para evitar problemas com a reversão dos ventiladores inativos.

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. Os controles devem ser ajustados para permitir um máximo de seis ciclos de partida/parada por hora. Não se deve usar a bomba de recirculação como meio de controle da capacidade e não se deve acioná-la frequentemente. A ciclagem excessiva pode levar a um acúmulo de resíduos, resultando em uma redução do desempenho úmido e seco.

Inversores de Frequência Variável

O uso de inversores de frequência (VFDs) oferece 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 VFD em controle de capacidade devem prever também um motor inversor, projetado segundo a norma NEMA MG-1.

NOTA: Não se deve utilizar VFDs em motores de bombas. As bombas são projetadas para operar à plena velocidade e não se destinam ao uso do controle de capacidade.

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 na 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.

Notificação de Bloqueio do VFD

Sequência de Operações / Orientações para Unidades com Vários Ventiladores e VFDs, durante a Carga de Pico

No caso do modelo eco-ATWE, veja as instruções de O&M do painel de controle Sage² / Sage³.

1. Ambos os motores desligados – Bomba operando em uma célula.
2. Ambos os motores desligados – Bomba operando em ambas as células.
3. Os dois VFDs são acionados à velocidade operacional mínima recomendada pelo fabricante (25%) – Bomba operando em ambas as células.
4. Os dois VFDs aceleram de modo uniforme (devem ser sincronizados no start-up) – Bomba operando em ambas as células.
5. Os dois VFDs estão à plena velocidade – Bomba operando em ambas as células.

NOTA: 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. 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 Variável



Pessoal qualificado deve usar os devidos cuidados, procedimentos e ferramentas ao fazer a manutenção do sistema de ventilador/transmissão, a fim de evitar danos pessoais e/ou materiais.



Identifique e bloqueie frequências ressonantes prejudiciais

Sistemas com ventiladores VFD (Variable Frequency Drive), ao contrário dos sistemas tradicionais com velocidade fixa, foram projetados para operar com velocidades entre 25% (15Hz) e 100% (60Hz), o que cria oportunidade para operação em faixas onde existem frequências ressonantes. A operação prolongada em frequências ressonantes pode causar vibração excessiva, fadiga de componentes estruturais e/ou ruído e falha do sistema de acionamento. Proprietários e operadores devem prever a existência de frequências ressonantes e bloquear essas frequências durante a partida e o comissionamento, a fim de evitar problemas operacionais no sistema de acionamento e danos estruturais. Como parte dos processos normais de partida e comissionamento, essas frequências ressonantes devem ser identificadas e bloqueadas no software do VFD.

A estrutura de suporte, a tubulação externa e os acessórios da unidade contribuem para a composição geral de harmônicas e a rigidez do sistema. A escolha do VFD também terá influência significativa no comportamento do sistema. Dessa forma, nem todas as frequências ressonantes podem ser determinadas com antecedência na unidade do fabricante, durante o procedimento final de inspeção e teste. Frequências de ressonância relevantes (caso ocorram) podem ser identificadas com precisão somente após a instalação da unidade no sistema.

Para checar frequências ressonantes em campo, deve-se efetuar um teste de aceleração e desaceleração. Além disso, as frequências portadoras do VFD devem ser ajustadas para melhor alinhá-lo ao sistema elétrico. Veja os procedimentos de partida de sua unidade para obter informações e instruções adicionais.

O procedimento de verificação de frequências ressonantes exige percorrer a faixa de operação do VFD em intervalos de (2) Hz, da menor frequência operacional à velocidade máxima. A cada passo, faça uma pausa longa o suficiente para que o ventilador atinja a condição estável. Observe então as alterações na vibração da unidade durante esse período. Em seguida, repita da velocidade máxima para a velocidade mínima. Caso existam frequências indutoras de vibração, o teste de aceleração e desaceleração irá isolar as frequências ressonantes, que devem ser bloqueadas no programa do VFD.

Para ter mais detalhes sobre o uso de inversores de frequência, faça o download dos Boletins de Engenharia 39 da EVAPCO, através do site www.evapco.com.br.

Motores de Duas Velocidades

O uso de um motor de duas velocidades fornece uma etapa adicional de controle de capacidade quando usado com o método de ciclagem do ventilador. 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.

NOTA: Ao se utilizar motores de duas velocidades, os controles de partida do motor devem estar equipados com um relé de retardo do tempo de desaceleração. Esse atraso deve ser de 30 segundos, no mínimo, ao se passar de alta para baixa velocidade.

Sequência de operação para unidades com duas células e motores de duas velocidades na carga de pico

No caso do modelo eco-ATWE, veja as instruções de O&M do painel de controle Sage² / Sage³.

1. Ambos os motores desligados – Bomba operando em uma célula.
2. Ambos os motores desligados – Bomba operando em ambas as células.
3. Um motor em baixa velocidade e o outro desligado – Bomba operando em ambas as células.
4. Ambos os motores em baixa velocidade – Bomba operando em ambas as células.
5. Um motor em alta velocidade e o outro em baixa velocidade – Bomba operando em ambas as células.
6. Ambos os motores em velocidade total – Bomba operando em ambas as células.

Sistema de Água Recirculada – Manutenção de Rotina

Filtro de sucção na bacia

O filtro da bacia, como se vê nas Figuras 10 até 14, deve ser removido e limpo mensalmente ou com a frequência necessária. 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.

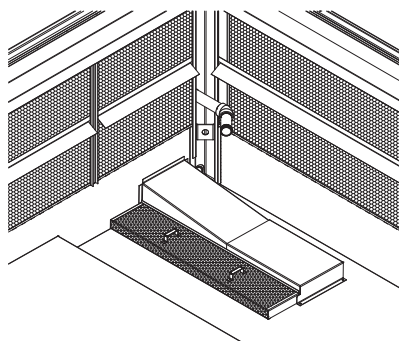


Figura 10 – Conjunto ATC/W de filtro único

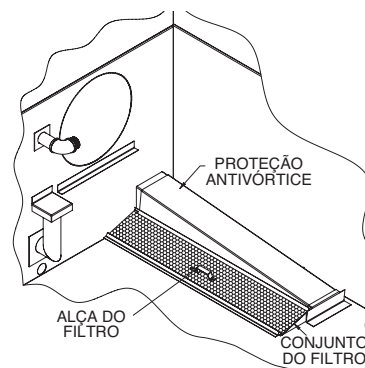


Figura 11 – Conjunto do filtro nos modelos LSWE/LSC-E/PMC-E

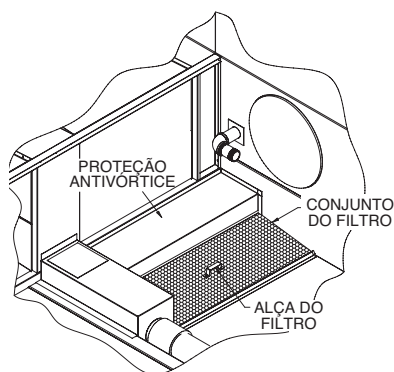


Figura 12 – Conjunto do Filtro em Unidades LRWB/LRC

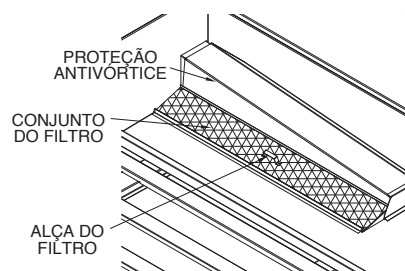


Figura 13 – Conjunto do Filtro em Unidades PHC-S e L

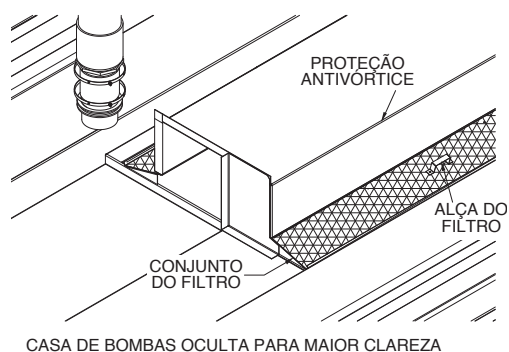


Figura 14 – Conjunto do filtro no PHC-D

Bacia

Deve-se esvaziar a bacia trimestralmente e verificá-la 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 enchê-la novamente.

Nível Operacional da Água da Bacia

É preciso checar o nível operacional mensalmente, para garantir que o nível de água esteja correto. A Tabela 3 fornece os níveis específicos.

Condensadores Evaporativos Número do Modelo	Resfriadores de Circuito Fechado Área Ocupada	Nível Operacional da Água*
Produtos ATC-E 50E a 165E, 170E a 3714E	Produtos ATWB, eco-ATW e eco-ATWE unidades com 3' e 4' de largura** 8,5' de largura a 7' a 24' de largura	9" 11"
eco-ATC-H 8,5' a 24' de largura		11"
Produtos eco-ATC 122A a 3846A	eco-ATWB-E 8,5' a 24' de largura	11"
Produtos LRC 25 a 379	Produtos LRWB unidades de 3' a 8' de largura	8"
Produtos LSC-E 36 a 170 185 a 385 400 a 515, 800 a 1030 550 a 805, 1100 a 1610	LSW Products 4'x6' a 4'x12' 5.5'x12', 5.5'x18' 8'x12', 8'x24', 10'x12', 10'x24' 8'x18', 8'x36', 10'x18', 10'x36'	11" 11" 12" 15"
PMC-E, eco-PMC 175E a 375E, 183 a 387 332E a 2019E, 275 a 2191		10" 14"
—	Produtos ESW4 Unidades com 8,5' e 14' de largura Unidade com 12' de largura	9" 10"
—	Produtos ESWA Unidades de 8,5' a 12' de largura	11"
Produtos PHC-S, L e D S-208 a S-1182 L-464 a L-842 D-621 a D-2050		9" 9" 10"

* Medida a partir do ponto mais baixo da bacia.

** Indisponível no modelo eco-ATWE.

† Medido a partir do transbordo.

Tabela 3 - Nível recomendado de operação da água

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

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 os LOUVERS da entrada de ar).

Válvula Boia

Um conjunto de válvula boia é fornecido normalmente com a unidade evaporativa de resfriamento (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 boia por fora da unidade, através da porta de acesso ou LOUVERSs 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 tipo borboleta. Veja detalhes na Figura 15. O centro inferior da boia deve ser ajustado 1" abaixo do meio do transbordamento. No ponto mais alto, o braço da boia deve estar paralelo ao nível da água.

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

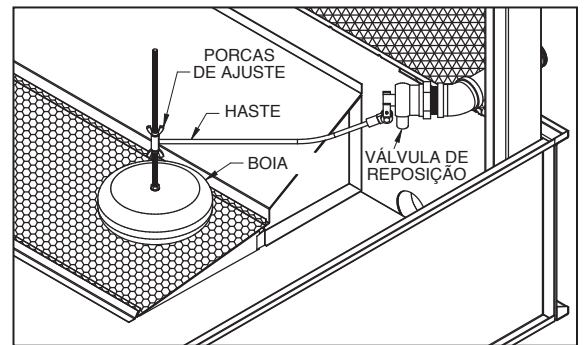


Figura 15 – Válvula da Água de Reposição

Sistemas Distribuidores de Água Pressurizada

Deve-se checar o sistema distribuidor de água mensalmente, para ter certeza de que se está operando adequadamente. Verifique sempre o sistema de aspersão com a bomba ligada e os ventiladores desligados. Em modelos de tiragem forçada, remova uma ou duas seções de eliminadores do topo da unidade e observe a operação do sistema distribuidor de água. Os modelos de tiragem induzida incluem alças de levantamento na camada superior dos eliminadores. Os eliminadores podem ser facilmente removidos pela porta de acesso e o sistema distribuidor de água checado. Os bicos são essencialmente à prova de obstrução, exigindo raramente qualquer limpeza ou manutenção.

Se os bicos de água não estiverem operando corretamente, é um sinal de que o filtro de sucção ou o sistema não está funcionando corretamente e que sujeira ou substâncias estranhas tenham se acumulado nos tubos de distribuição de água. Os bocais podem ser limpos com um pequeno objeto pontiagudo; basta movê-lo rapidamente 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. As seções de aspersão e o tubo principal podem ser removidos para fins de limpeza, mas apenas se for absolutamente necessário. Verifique o filtro de sucção para garantir que esteja em boas condições de operação e corretamente posicionado, evitando assim o aprisionamento de ar e cavitação.

Todos os Condensadores Evaporativos e Resfriadores de Circuito Fechado, exceto pelo Resfriador de Circuito Fechado ESWA/4, são fornecidos com bocas de aspersão ZMII® como padrão de fábrica. Esses bocais de aspersão ZMII® não exigem uma orientação específica para permitir a cobertura adequada das serpentinas. A Figura 16 mostra a orientação normal dos bocais de aspersão ZMII®.

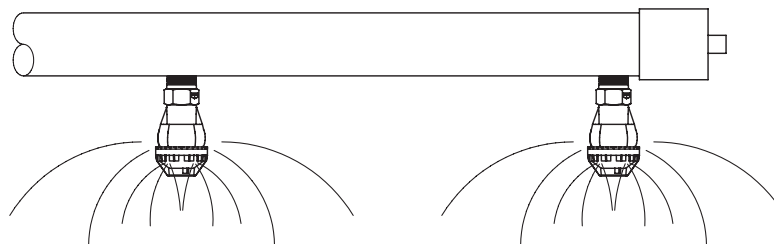


Figura 16 – Posição do Bocal de Aspersão ZMII®
Todos os Produtos com Serpentina, exceto o ESWA/4

Para o ESWA/4, são fornecidos bicos com orifícios maiores, como se vê na figura 19. Ao inspecionar e limpar o sistema distribuidor de água veja sempre se a posição dos bicos de água está correta, como se vê nas Figuras 17 e 18. No caso de bocais EvapJet, o topo do logotipo EVAPCO deve estar paralelo ao topo do tubo distribuidor de água.

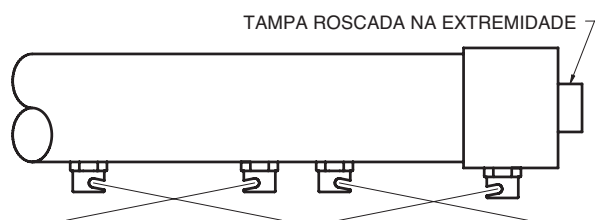


Figura 17 – Posição Correta dos Bicos Spray de Água (Bicos 2A)
– Modelos ESWA

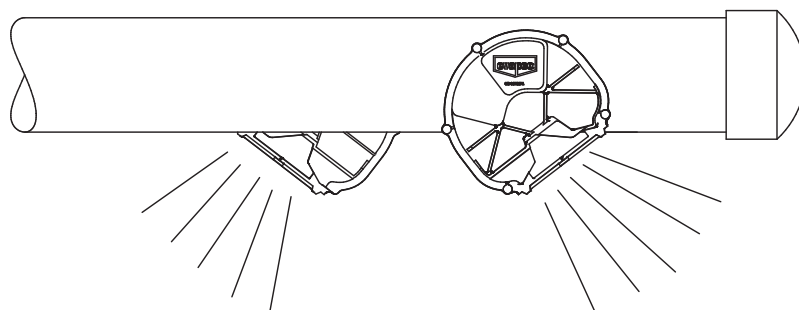


Figura 18 – Posição Correta dos Bicos Spray de Água (EvapJet) –
Modelos ESW4

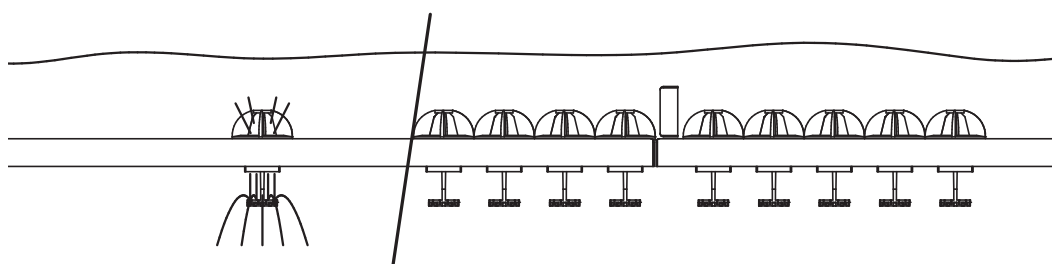


Figura 19 – Tanque de Distribuição com Alimentação por Gravidade (Somente Modelos ESW4)

Válvula de 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. Veja mais informações em “Tratamento e Química da Água”.

Bomba (Quando Fornecida)

Deve-se lubrificar e manter a bomba e seu motor de acordo com as instruções do fabricante, fornecidas juntamente com a unidade. Não se deve utilizar a bomba de recirculação como meio de controle da capacidade ou usá-la com um VFD 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. Nos modelos ESWA4 de 18’ fornecidos com duas bombas por célula, ambas devem ser energizadas ao mesmo tempo. Não se deve ter uma bomba operando e a outra desativada.

O ventilador e o rotor do motor da bomba devem ser girados manualmente caso o conjunto da bomba fique inativo (por um mês ou mais).

Desconecte a energia e bloqueie/identifique a bomba desconectada. Na bomba, remova a proteção do ventilador do motor e gire o ventilador/eixo da bomba várias vezes manualmente. Reinstale a proteção do ventilador e coloque-o novamente em serviço.

NOTA: No caso do modelo eco-ATWE, consulte o manual Sage² e Sage³.

Tratamento e Química da Água

O tratamento adequado da água é parte essencial da manutenção requerida para os equipamentos evaporativos de resfriamento. 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.

$$\text{Taxa de Purga (GPM)} = \frac{\text{Taxa de Evaporação (GPM)}}{(\text{Ciclos de Concentração} - 1)}$$

*Ciclos de concentração correspondem à proporção da concentração de íons dissolvidos na água em recirculação, dividida pela concentração de íons dissolvidos na água de reposição.

Aço Galvanizado – Passivação

A 'Corrosão Branca' é uma forma de corrosão prematura 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 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 CaCO₃) 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.

Alterações no controle químico da água podem ser consideradas após a conclusão do processo de passivação, como evidenciado pelas superfícies galvanizadas assumindo 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 obter mais informações sobre passivação e corrosão branca, faça o download do Boletim de Engenharia 36A da EVAPCO através do site www.evapco.com.br.

Parâmetros Químicos da Água

O programa de tratamento da água planejado para equipamentos evaporativos de resfriamento 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 4. 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
Total de sólidos em suspensão (ppm) *	< 25	< 25	< 25
Condutividade (Micro-mhos / cm)**	< 2,400	< 4,000	< 5,000
Alcalinidade como CaCO ₃ (ppm)	75 - 400	< 600	< 600
Dureza do cálcio CaCO ₃ (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 no enchimento padrão 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 (120°F).

Tabela 4 – 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. Os produtos químicos devem ser aplicados através de dispositivos automáticos, a partir de um ponto que garanta mistura e controle adequados, antes que cheguem à unidade evaporativa de resfriamento. Os produtos químicos nunca devem ser aplicados a granel diretamente na bacia.

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.

O uso de ácidos para limpeza também deve ser evitado. 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. A calha/equalizador NÃO garante uma adequada mistura controlada de água em múltiplas células. Opere múltiplas células individualmente.

Controle de Contaminação Biológica

Os sistemas de água de edifícios recebem água potável e não potável de uma empresa pública ou privada para seu abastecimento de água. Esse suprimento de água para edifícios pode conter vários patógenos transmitidos pela água, incluindo a bactéria legionella – que pode causar ou contribuir para várias doenças se aspirada, ingerida ou inalada. Como o equipamento evaporativo de resfriamento utiliza a mesma água do edifício, há uma possibilidade de que esses patógenos, incluindo legionella, possam se propagar no equipamento. Dessa forma, o equipamento evaporativo de resfriamento deve estar localizado a certa distância e direção do vento, a fim de minimizar a possibilidade de que o ar de descarga da torre e a direção associada sejam atraídos para a entrada de ar fresco ou para a proximidade de áreas frequentadas por pessoas em risco. Os compradores devem contratar os serviços de um engenheiro profissional licenciado ou de um arquiteto registrado, para certificar que a localização do equipamento evaporativo de resfriamento esteja em conformidade com os códigos aplicáveis de construção, incêndio e ar limpo. (Veja mais informações no Manual de layout de equipamento da EVAPCO).

Além disso, recomenda-se que o edifício adote um programa de gestão de água específico para o local, planejado para minimizar o risco de legionelose associado aos sistemas de água do edifício. (veja a norma ANSI/ASHRAE 188-2018 para obter mais detalhes). Um programa eficaz de gestão da água também pode ajudar a elevar a eficiência da transferência de calor e limitar o potencial de corrosão. Vários profissionais de tratamento de água estão disponíveis para prestar assistência com essas medidas.

Durante a operação, a limpeza off-line do equipamento evaporativo de resfriamento deve ser realizada periodicamente. As inspeções devem ser realizadas periodicamente e devem incluir a monitoração de populações microbianas, por meio de técnicas de cultivo e inspeções visuais, buscando por evidências de bioincrustação. Além disso, os eliminadores de gotas devem ser inspecionados e mantidos em boas condições operacionais. O pessoal de serviço deve usar equipamento de proteção adequado (incluindo um equipamento de proteção respiratória aprovado) enquanto efetua esse tipo de limpeza ou qualquer outro tipo de manutenção em equipamentos evaporativos de resfriamento. Os requisitos para esse equipamento de proteção incluem, entre outros, as normas OSHA estabelecidas em 29 CFR 1910.132 e itens seguintes.

Água Cinza e Água de Reuso

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 os parâmetros indicados na Tabela 4. 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 reuso, 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 normal da operação 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.

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.

Quando as unidades evaporativas de resfriamento forem usadas em condições de clima frio, vários itens precisam ser considerados, incluindo o layout das unidades, a água de recirculação, tubulação de recirculação, serpentinas de transferência de calor, acessórios e capacidade de controle das unidades.

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. A recirculação pode congelar por condensação os LOUVERSs 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 nos LOUVERSs de entrada e telas de ventiladores, prejudicando assim o fluxo de ar das unidades.

Para ter mais informações sobre o layout da unidade, veja o Manual de layout de equipamentos da EVAPCO.

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. Com um tanque remoto, a bomba da água de recirculação é instalada remotamente, junto ao tanque, e sempre que essa bomba for desligada, toda a água de recirculação voltará ao tanque. Recomendações para o dimensionamento do tanque remoto e das bombas da água de recirculação, no caso de produtos com serpentinas, são encontradas nos respectivos boletins dos condensadores evaporativos e resfriadores de circuito fechado. A queda de pressão através do sistema distribuidor de água, medido na entrada de água, pode ser vista na Tabela 5.

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.

Um condensador ou resfriador não pode ser operado a seco (ventiladores ligados, bomba desligada), a menos que a água seja completamente drenada do tanque. Os aquecedores do tanque foram dimensionados para impedir que a água do tanque congele somente quando a unidade for totalmente desligada.

NOTA: Os aquecedores de reservatórios não impedem, porém, o congelamento do fluido das serpentinas ou da água residual de bombas ou da tubulação de bombas.

Condensadores Evaporativos Número do Modelo		Resfriadores de Circuito Fechado Área Ocupada	Pressão Requerida de Entrada (psi)
Produtos ATC-E 50E a 165E 170E a 247E 218E a 305E 246E a 473E 486E a 630E 508E a 755E 643E a 950E 639E a 926E XE298E a XC462E, XE596E a XC925E XE406E a XC669E, XE812E a XC1340E 428E a 892E 858E a 1784E 857E a 1783E 1879E a 3459E 791E a 967E, 1625E a 1925E 1616E a 1915E, 2855E a 3714E	Produtos eco-ATC-A 122A a 263A 160A a 326A 205A a 504A 395A a 671A 451A a 804A 444A a 1013A 441A a 988A 300-501A a 642-1002A 391-694A a 879-1388A 325 a 632A, 408 a 685A, 432 a 923A 650 a 1263A, 770 a 1369A, 1020 a 1847A 710 a 1264A, 816 a 1370A, 1021 a 1848A 1293 a 2515A, 1493 a 2654A, 2182 a 3583A 585 a 1001A, 1120 a 1993A 1159 a 1983A, 2247 a 3846A	Produtos ATWB, eco-ATW & eco-ATWE Unidades com 3' e 4' de largura** 8.5'x7.5' 8.5'x9' 8.5'x10.5', 8.5'x12', 8.5'x14' 8.5'x18' 8.5'x21' 8.5'x24', 28' 17'x12', 17'x14' 10'x12', 10'x24', 20'x12' 10'x18', 10'x36', 20'x18' 12'x12', 12'x14', 12'x18' 12'x24', 12'x28', 12'x36' 24'x12', 24'x14', 24'x18' 24'x24', 24'x28', 24'x36' 12'x20', 12'x40' 24'x20', 24'x40'	2.0 2.0 2.0 2.0 3.0 4.0 2.5 2.5 3.7 5.7 3.5 2.5 3.0 2.5 3.5 3.5
Produtos CATC 181 a 373 362 a 504		Produtos CATW 7.5'x8', 7.5'x12', 7.5'x14' 7.5'x18'	2.0 3.0
Produtos LRC 25 to 72 76 to 114 108 to 183 190 to 246 188 to 379		Produtos LRWB Unidades com 3' de largura 5'x6' 5'x9' 5'x12' Unidades com 8' de largura	1.0 2.0 2.0 2.0 2.0
Produtos LSC-E 36 a 80 90 a 120 135 a 170 185 a 385 400 a 1610		Produtos LSWE 4'x6' 4'x9' 4'x12', 4'x18' 5.5'x12', 5.5'x18' 10'x12', 10'x18', 10'x24', 10'x36' 8'x12', 8'x18', 8'x24', 8'x36'	1.5 1.5 1.5 2.0 2.5 3.0
-		Produtos ESWA/ESW4 8.5'x6' 8.5'x9' 8.5'x12' 8.5'x18' 12'x12' 12'x18' 14'x22'	3.0 2.5 2.5 3.0 2.0 3.0 2.0
Produtos PMC-E 175E a 375E 332E a 1586E 420E a 2019E	Produtos eco-PMC 183 a 387 275 a 1662 314 a 2191	-	2.0 4.0 3.5
Produtos PHC S208 a S411 (12'x12'), L403 a L842 (12'x24') S416 a S822 (12'x24') 5373 a 5541 (12'x18'), 5746 a 51182 (12'x36') D621 a D858 (12'x24'), D1241 a D1716 (24'x24') D790 a D1025 (14'x26') D1580 a D 2050 (28'x28')		-	3.0 3.0 4.0 5.0 4.5 4.5

Nota: No caso de unidades com várias células, a pressão de entrada indicada refere-se a cada célula.

** Não disponível como eco-ATWE

Tabela 5 - Pressão de entrada requerida para a água de recirculação com um tanque remoto – apenas para produtos com serpentinas

Proteção Contra Congelamento das Serpentinhas de Resfriadores de Circuito Fechado

A maneira mais simples e eficaz de proteger o trocador de calor contra congelamento é utilizar um anticongelante à base de etileno ou propileno-glicol inibido. Se isto não for possível, deve-se manter sempre uma carga térmica auxiliar e uma taxa mínima de fluxo na serpentina, para que a temperatura da água não caia abaixo de 10°C ao se desligar o resfriador. A Tabela 6 indica as taxas de fluxo mínimas recomendadas.

Se não for usada uma solução anticongelante, a serpentina deverá ser drenada imediatamente sempre que as bombas do sistema forem desligadas ou o fluxo for interrompido. Isto pode ser feito com válvulas automáticas de drenagem e respiros na tubulação do resfriador. Deve-se ter o cuidado de garantir que a tubulação esteja adequadamente isolada e dimensionada, para permitir que a água flua rapidamente da serpentina. Deve-se adotar esse método de proteção apenas em situações de emergência, pois não é um método prático ou recomendado de proteção contra congelamento. As serpentinhas não devem permanecer drenadas por longos períodos de tempo, já que pode ocorrer corrosão interna.

Com a unidade operando em um clima congelante, normalmente é necessário algum tipo de controle de capacidade, para impedir que a temperatura da água desça abaixo de 50°F (10°C). Operar a seco, com um reservatório remoto, é uma excelente maneira de reduzir a capacidade da unidade em baixas temperaturas. Outros métodos de controle da capacidade incluem motores de duas velocidades, VFDs e ciclagem dos ventiladores. Eles podem ser usados individualmente ou em combinação com uma operação a seco, com tanque remoto.

Resfriadores de Circuito Fechado Área Ocupada	Fluxo mínimo	
	Fluxo Padrão GPM	Fluxo de Série GPM
Produtos ATWB, eco-ATW e eco-ATWE		
3'x3'***	—	26
Unidade com 4' de largura**	74	37
Unidade com 7' de largura	140	70
8.5'x7.5'	148	74
8.5'x9' a 8.5'x21'	160	80
17'x12', 17'x14'	320	160
10'x12', 10'x18'	188	94
10'x24', 10'x36', 20'x12', 20'x18'	376	188
20'x24', 20'x36'	752	376
12'x12', 12'x14', 12'x18', 12'x20'	232	116
12'x24', 12'x28', 12'x36', 12'x40'	464	232
24'x12', 24'x14', 24'x18', 24'x20'	464	232
24'x24', 24'x28', 24'x36', 24'x40'	928	464
Produtos LRWB		
Unidade com 3' de largura	60	30
Unidade com 5' de largura	94	47
Unidade com 8' de largura	148	74
Produtos LSWE		
4'x6', 4'x9', 4'x12', 4'x18'	66	30
5.5'x12', 5.5'x18'	94	47
8'x12', 8'x18'	148	74
8'x24', 8'x36'	296	148
10'x12', 10'x18'	188	94
10'x24', 10'x36'	376	188
Produtos ESWA		
8.5'x9', 8.5'x12', 8.5'x18'	237	119
12'x12', 12'x18'	330	165
Produtos ESW4		
8.5'x6'-LP	100	50
8.5'x9', 8.5'x12', 12'x12'-LP, 12'x12'-SP	160	80
8.5'x18', 12'x12'-LF, 12'x12'-SF, 12'x18'-LF, 12'x18'-X-SF	240	120
12'x18'-X-LP, 12'x18'-X-SP	320	160
12'x18'-X-LF, 12'x18'-X-SF	480	240
14'x22'	440	220

*** Não disponível como eco-ATWE

Tabela 6 - Taxas de fluxo mínimas recomendadas para resfriadores de circuito fechado

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 os resfriadores ou condensadores operem corretamente durante a operação em tempo frio.

Aquecedores para Bacias

Aquecedores opcionais para bacias podem ser fornecidos com a unidade, para evitar que a água congele na bacia quando a unidade estiver inativa durante 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. Eles são ativados somente quando as bombas de recirculação estão desligadas e não há fluxo de água pela serpentina do trocador de calor. Não é preciso ativá-los quando há carga térmica e fluxo de água pela serpentina do trocador de calor. Outros tipos de aquecedores de tanque a considerar incluem: 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 durante condições de pouca ou nenhuma carga, já que a bacia e a tubulação associada serão drenadas por gravidade quando a bomba de circulação estiver inativa. As unidades EVAPCO para operação com tanque remoto não incluem bombas da água de recirculação.

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 da bacia e não requer ajustes de campo, mesmo em 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 que evitar que congelem.

Chaves Seccionadoras Antivibração

Durante condições severas de tempo frio, pode ocorrer a formação de gelo nos ventiladores dos resfriadores, 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

Os resfriadores ou condensadores 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 unidade que opera sob baixa temperatura ambiente é similar à de resfriadores ou condensadores 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, precauções adicionais devem tomadas para evitar uma possível formação nociva de gelo.

O meio mais eficaz de evitar formação de gelo em resfriadores de circuito fechado ou condensadores durante o inverno é operar a unidade a SECO. Com uma operação a seco, a bomba de recirculação é desligada, a bacia é drenada e o ar passa sobre a serpentina. Ao invés de utilizar resfriamento evaporativo para resfriar o fluido de processo ou condensar o refrigerante, usa-se uma transferência sensível de calor, para que não haja água de recirculação a ser congelada. Caso esse método seja adotado em uma unidade de tiragem forçada, verifique se o motor e os acionamentos foram dimensionados adequadamente, para suportar a redução de pressão estática que ocorre quando a água de pulverização é desativada.

É muito importante manter um controle estrito sobre a operação de resfriadores ou condensadores durante o inverno. A EVAPCO recomenda manter uma temperatura de saída MÍNIMA absoluta da água de 5,5°C nas aplicações com resfriadores. Quanto maior a temperatura da água de saída do resfriador ou condensador, menor será a possibilidade de formação de gelo.

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 do fluido que deixa o resfriador ou condensador. 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 fazer a ciclagem dos ventiladores durante a operação em temperaturas extremamente baixas para evitar longos períodos inativos, quando a água está fluindo sobre a serpentina. Deve-se limitar o número de ciclos de partida/parada a não mais que seis por hora.

Um bom método de controle é utilizar motores de duas velocidades para os ventiladores. Isto 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 o resfriador ou condensador 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 ajustar a velocidade mínima do VFD em 50% da velocidade máxima, para minimizar o potencial de formação de gelo na unidade.

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 de resfriadores ou condensadores. 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 do sistema de acionamento. Quando as condições mudam e o resfriamento é necessário, o gelo formado no sistema acionador pode danificar seriamente os ventiladores e seus eixos. **Therefore, fans MUST be cycled during low ambient operation to avoid long periods of idle fan operation. ExcessivAssim 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 melhor método 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 baixa temperatura ambiente, os ventiladores devem manter velocidade suficiente para assegurar um fluxo de ar positivo através da unidade. Esse fluxo de ar positivo evita que o ar úmido migre até os componentes frios do 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 evaporativa de resfriamento 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 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, mas mantendo a bomba ligada. Durante esses períodos inativos dos ventiladores, a água quente que absorve a carga do edifício flui através da serpentina, ajudando a derreter o gelo formado nas áreas de serpentina, bacia ou LOUVERS.

NOTA: 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 reduzir e/ou eliminar os efeitos nocivos do gelo nas unidades. Durante o ciclo de descongelamento, inverte-se a rotação dos ventiladores a baixa velocidade, enquanto a bomba de recirculação conduz água através do sistema distribuidor de água da unidade. Operar a unidade em rotação inversa permite derreter todo o gelo formado sobre ela ou nos louvers de entrada do ar. **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..

O ciclo de descongelamento deve ser integrado ao esquema normal de controle dos sistemas de resfriadores ou condensadores. 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 dependerão 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 Ventilação Forçada

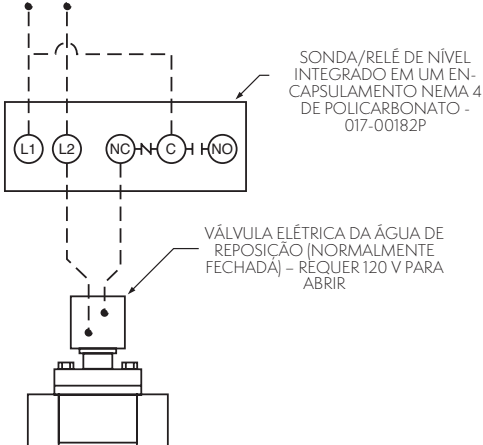
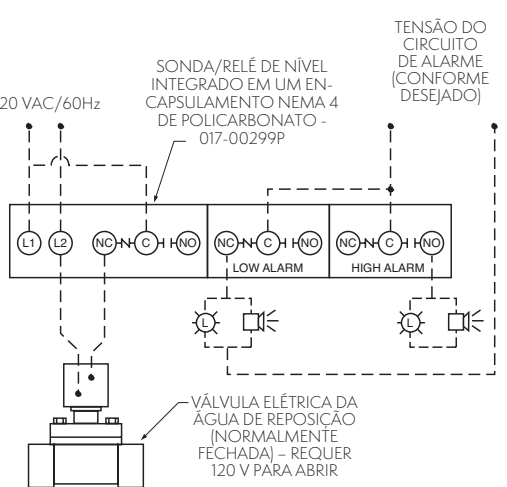
O ciclo de descongelamento **NÃO** é recomendável em unidades de tiragem forçada, pois ao permitir a elevação do ponto de ajuste da temperatura da água de saída, faz-se com que os ventiladores fiquem inativos por períodos muito longos. Isto não é adequado em resfriadores ou condensadores de tiragem forçada, 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) mantém 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 Boletim de Engenharia 23 da EVAPCO, através do site www.evapco.com.br.

Identificação e Solução de Problemas

Problema	Causa Possível	Solução
Motores de ventiladores com sobrecorrente	Redução da pressão estática do ar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Em unidades de tiragem forçada, veja se a bomba está ligada e se a água está fluindo sobre a serpentina. Se a bomba está desligada e a unidade não foi dimensionada para operação a seco, pode ocorrer sobrecorrente no motor. 2. Se a unidade de tiragem forçada possui dutos, veja se o ESP de projeto coincide com o ESP real. 3. Veja se o sentido de rotação da bomba está correto. Se estiver incorreto, isto irá resultar em menor fluxo de água e, portanto, menor pressão estática geral. 4. Verifique o nível de água da bacia em relação ao nível recomendado. <p>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.</p>
	Problema elétrico	<ol style="list-style-type: none"> 1. Meça a tensão nos três terminais do motor. 2. Veja se o motor está conectado de acordo com o diagrama de fiação e se as conexões estão firmes.
	Rotação dos ventiladores	Veja se os ventiladores estão girando no sentido correto. Em caso negativo, inverta 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.
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. Substitua os rolamentos com defeito.
	Desbalanceamento elétrico	Meça tensão e corrente nas três linhas. Corrija se necessário.
	Não uniformidade da entrada de ar	Verifique e corrija suportes ou 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.
	Bomba operando em reverso	Verifique visualmente a rotação do motor da bomba desligando-o e ligando-o novamente. Verifique o consumo de corrente.
	Fluxo inadequado da bomba para o tanque remoto	Veja se a pressão de entrada no tubo principal atende as válvulas necessárias.
	Filtro entupido	Remova e limpe o filtro.

Problema	Causa Possível	Solução
Ruído do Ventilador	As pás do ventilador estão encostando na parte interna do cilindro (modelos de tiragem induzida)	Verifique o alinhamento correto do ventilador e do eixo do ventilador. Ajuste o cilindro, de modo a obter o espaçamento necessário para a extremidade das pás.
LOUVERS incrustados em unidades AT	Tratamento inadequado da água, taxas insuficientes de purga, ciclagem excessiva dos motores de 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 os louvers. Remova os conjuntos de louvers e deixe-os de molho na bacia da unidade. Os produtos químicos de tratamento da água irão neutralizar e dissolver o acúmulo de resíduos. NOTA: Convém observar que o tempo de imersão dos louvers irá depender da severidade do acúmulo de resíduos. NOTA: Esta solução assume o uso de produtos químicos.
Motores da Bomba com sobrecorrente	Start-Up	Se a unidade operar por algumas horas apenas, a bomba poderá sobrecarregar, até que o anel de desgaste da bomba se desgaste. Nesse caso, seriam apenas pequenas porcentagens e não 15 ou 20%. Em geral, a leitura de corrente da bomba cairá após algumas horas, atingindo um nível estável.
	Falha mecânica	Veja se é possível girar a bomba livremente com as mãos. Em caso negativo, é bastante provável que a bomba tenha que ser substituída.
	Problema elétrico	Veja se a fiação da bomba esta correta. Veja se a tensão aplicada à bomba esta correta.
	Erro de interpretação sobre aumento ou redução de fluxo	NOTA: Aumentar ou reduzir o fluxo da bomba como consequência de bocais/ cabeçotes obstruídos ou danificados NÃO deve sobrecarregar a bomba.
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. Se a pressão estiver muito alta, a válvula não fechará. 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 125 psi.
	Resíduos no solenoide	Limpe o solenoide de quaisquer resíduos.
	Boia congelada	Faça uma inspeção e, em caso positivo, talvez seja preciso substituir a boia ou a válvula.
	A boia está cheia de água	Verifique se há vazamentos na boia e substitua.
Água Escapando Constantemente da Conexão 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 de água incorreto	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. A linha de purga da unidade foi conectada ao ladrão.
Transbordo da bacia	Problemas na linha da água de reposição	Veja a seção da válvula de reposição ou do controle eletrônico de nível da água.
	Em unidades com múltiplas células, pode haver um problema de elevação	Certifique-se de que as unidades com múltiplas células estão instaladas adequadamente niveladas entre si. Em caso negativo, pode ocorrer transbordo em uma das células.
Nível Baixo de Água na Bacia	Controle eletrônico de nível 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.

Problema	Causa Possível	Solução
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. Esses pontos de ferrugem podem ser removidos 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.
Rachaduras na isolamento do resfriador de fluido	Pintura com rachaduras	Na maioria das vezes é a tinta que está rachando e não o isolamento. Em caso de degradação da pintura, será preciso retocá-la para manter o acabamento da isolamento. É recomendável que a manutenção do acabamento da pintura isolante faça parte do programa padrão de manutenção. Se a própria isolamento apresentar rachaduras, fale com a autorizada EVAPCO local para mais informações.
Controle Elétrico do Nível de Água Não Funciona  <p>SONDA/RELÉ DE NÍVEL INTEGRADO EM UM EN-CAPSULAMENTO NEMA 4 DE POLICARBONATO - 017-00182P</p> <p>VÁLVULA ELÉTRICA DA ÁGUA DE REPOSIÇÃO (NORMALMENTE FECHADA) - REQUER 120 V PARA ABRIR</p>	A válvula não abre ou fecha	<ol style="list-style-type: none"> 1. Veja se a pressão da água está acima de 5 psi e abaixo de 100 psi. 2. Verifique a fiação com a ajuda do diagrama de fiação. Verifique a tensão de alimentação. 3. Veja se não há uma obstrução no filtro Y. 4. Veja se há sujeira nas sondas. 5. Verifique o LED vermelho na placa de circuito. Feche a válvula se ele estiver aceso. <p>Em um conjunto de 3 sondas: Simule a "condição de baixo nível de água" - LED apagado 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. - O contato entre "C" e "NC" deve estar fechado e a válvula da água de reposição deve estar energizada (aberta). Simule a "condição de nível alto de água" - LED aceso - 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>120 VAC/60Hz</p> <p>SONDA/RELÉ DE NÍVEL INTEGRADO EM UM EN-CAPSULAMENTO NEMA 4 DE POLICARBONATO - 017-00299P</p> <p>TENSÃO DO CIRCUITO DE ALARME (CONFORME DESEJADO)</p> <p>VÁLVULA ELÉTRICA DA ÁGUA DE REPOSIÇÃO (NORMALMENTE FECHADA) - REQUER 120 V PARA ABRIR</p>		<p>Em um conjunto de 5 sondas: Simule a "condição de nível baixo de água" 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. - Contatos Diferenciais: C com NC – fechado – válvula da água de reposição energizada - LED = APAGADO - Contatos do alarme de nível alto de água: C com NO – aberto – circuito do alarme de nível alto de água desenergizado - LED = APAGADO - Contatos do alarme de nível baixo de água: C com NC – fechado – circuito do alarme de nível baixo de água energizado - LED = APAGADO</p> <p>Simule a "condição de nível alto de água" 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. - Contatos Diferenciais: C com NC – aberto – válvula da água de reposição desenergizada - LED = ACESO - Contatos do alarme de nível alto de água: C com NO – fechado – circuito do alarme de nível alto de água energizado - LED = ACESO - Contatos do alarme de nível baixo de água: C com NC – aberto – circuito do alarme de nível alto de água desenergizado - LED = ACESO</p>

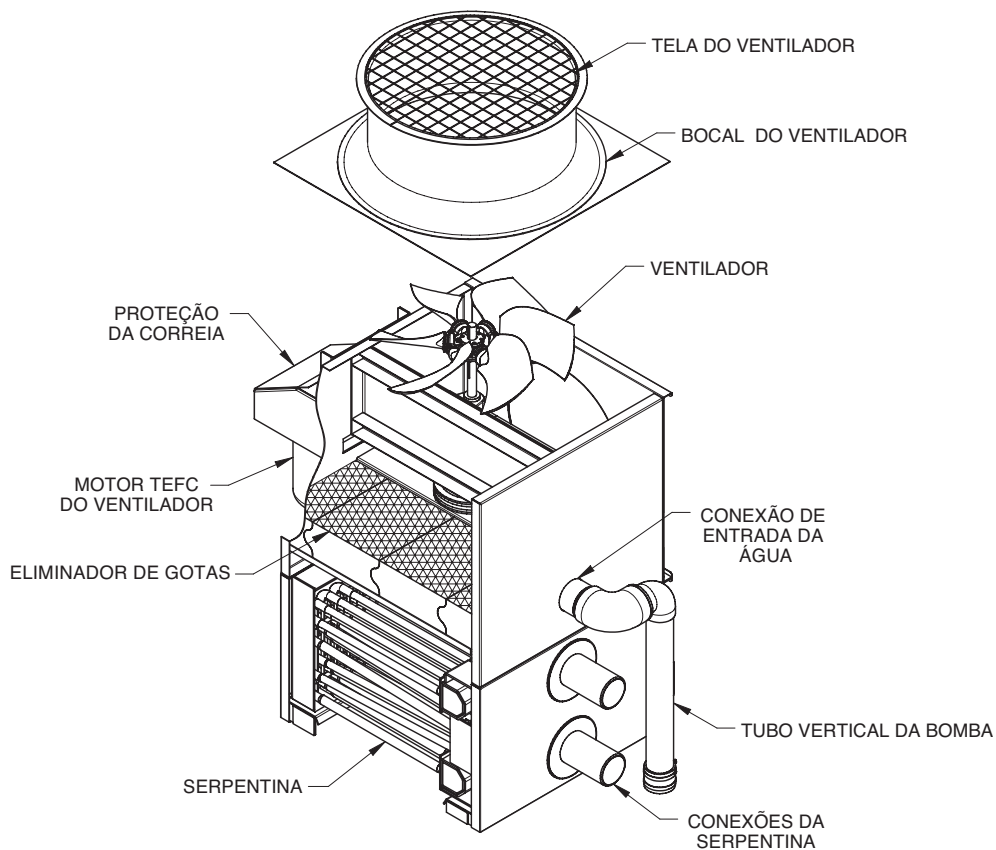
Peças de Reposição

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

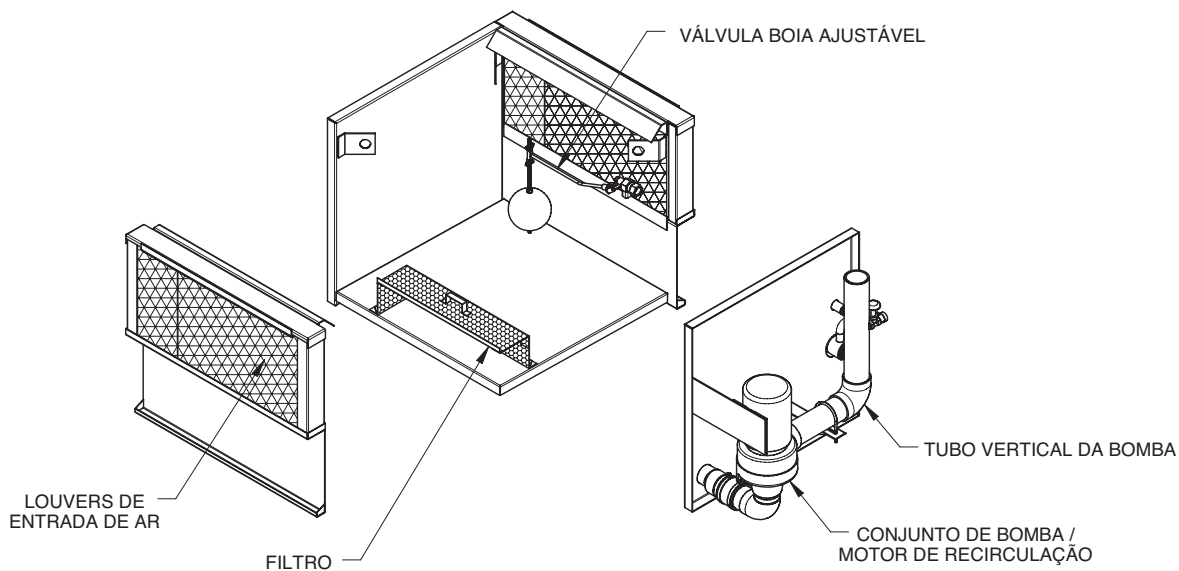
As páginas seguintes contêm desenhos com vistas explodidas de todos os atuais resfriadores e condensadores de circuito fechado da Evapco. Use esses desenhos como apoio para identificar as principais partes de sua unidade. Para solicitar peças de reposição, entre em contato com o representante local da EVAPCO ou ligue para 55 (11) 5681-2000. Na placa de identificação do equipamento indica todos os dados para contato. Ou acesse o site www.evapco.com.br.

Unidades ATWB e eco-ATW com 3' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

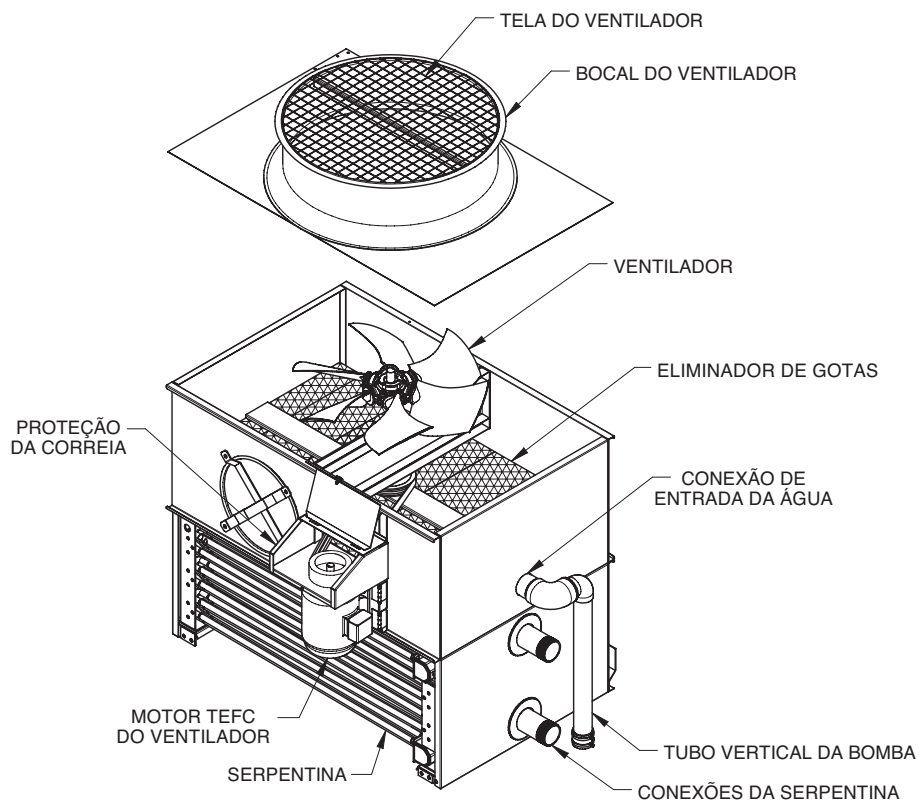


SEÇÃO DA BACIA

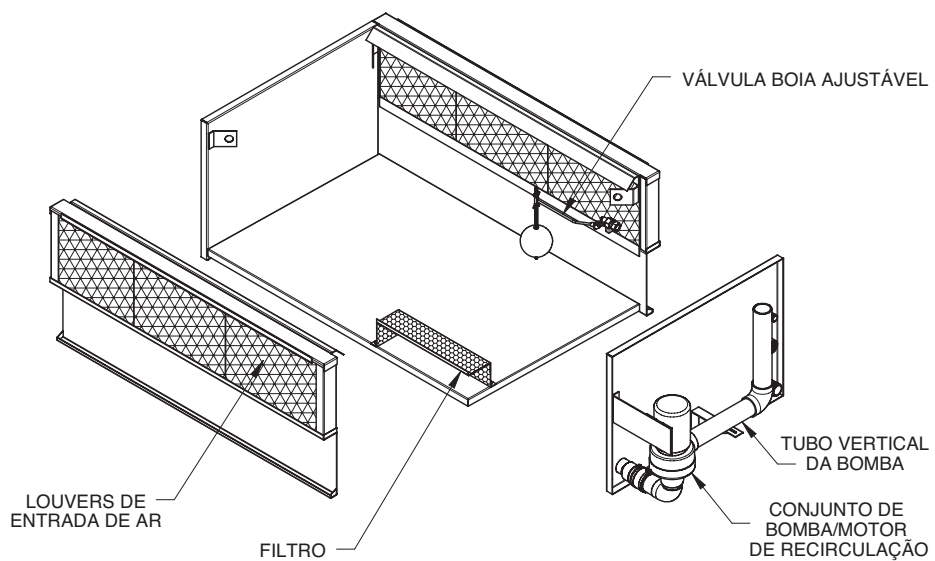


Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB 4'x4' e 4'x6' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

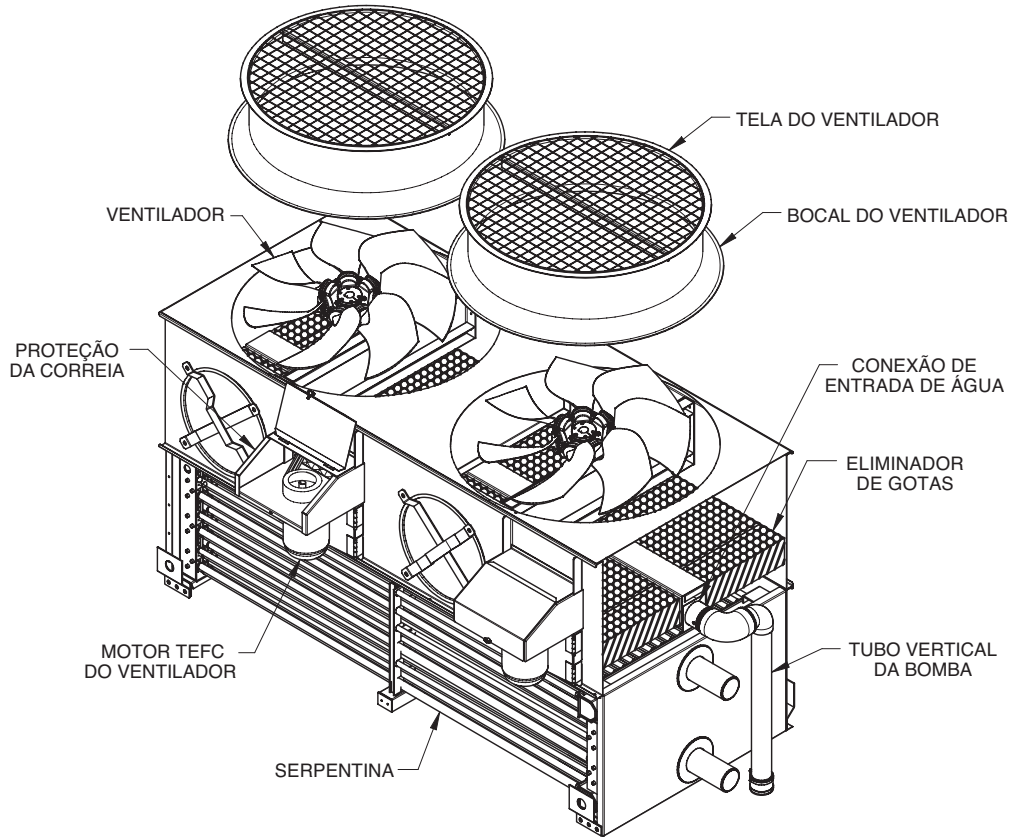


SEÇÃO DA BACIA

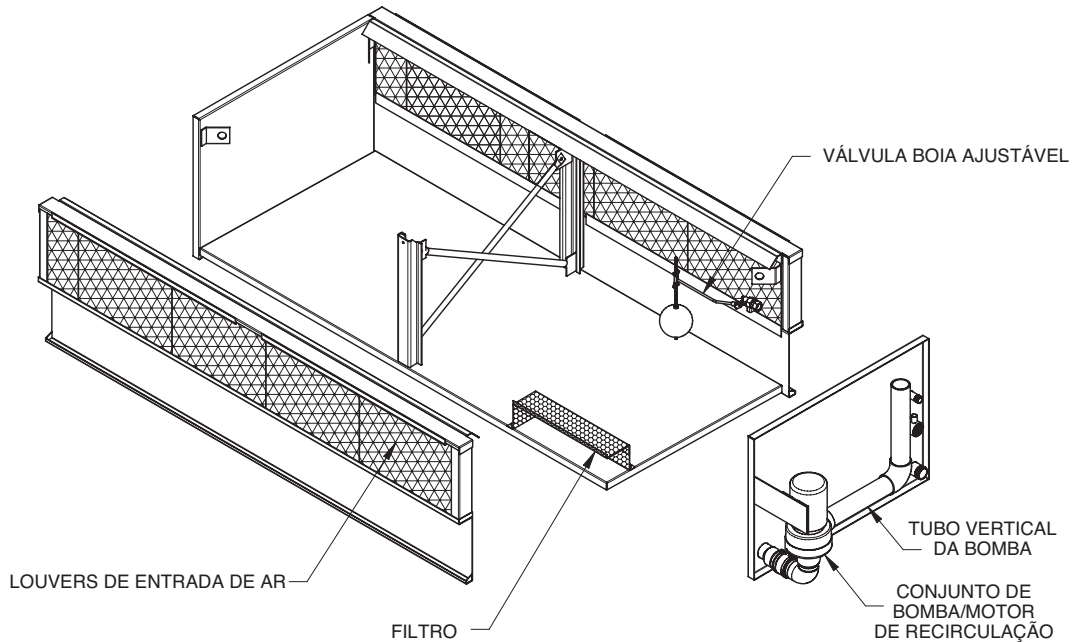


Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATWB 4'x9' e 4'x12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DOS VENTILADORES

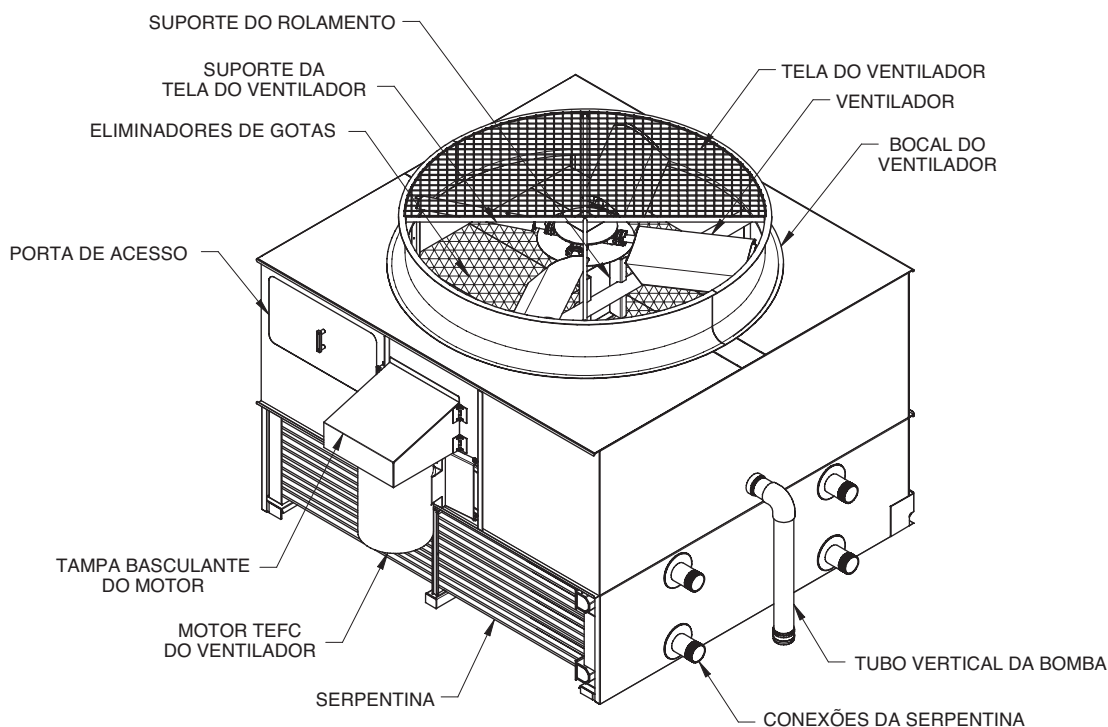


SEÇÃO DA BACIA

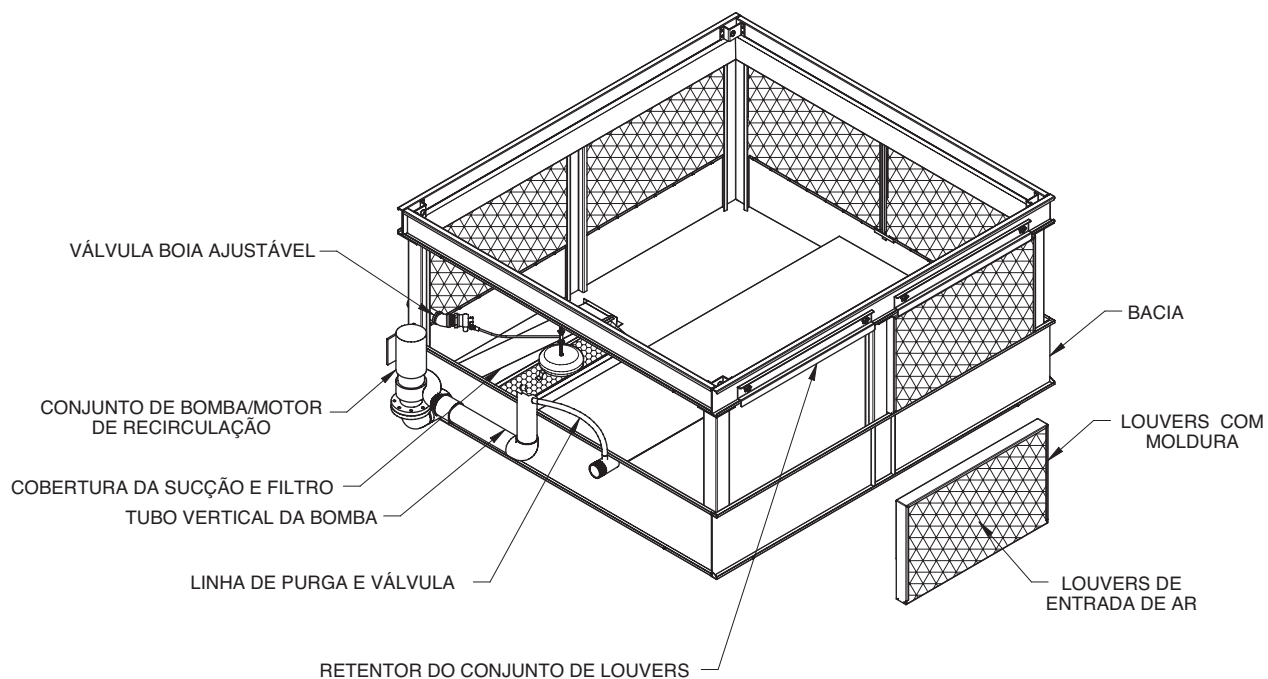


Unidades ATC-E/ATWB/eco-ATC-A/eco-ATWB com 8' e 8,5' de Largura

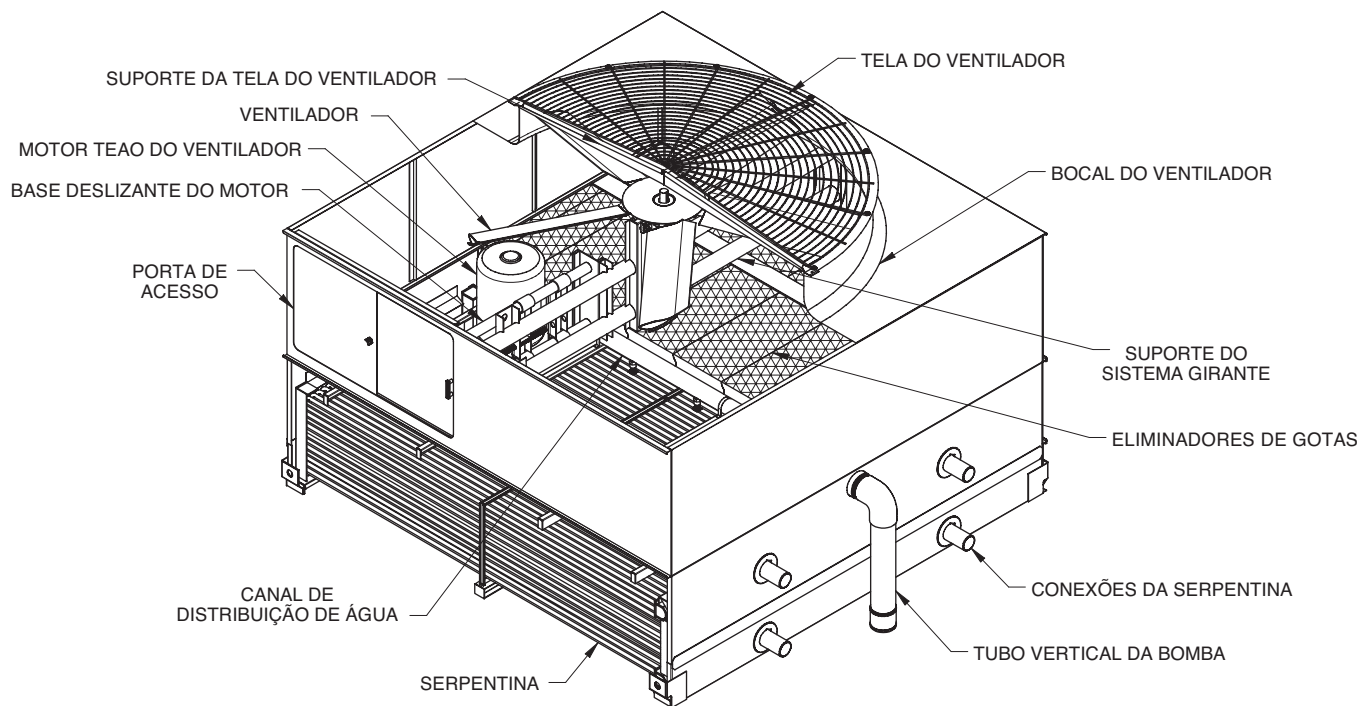
SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR



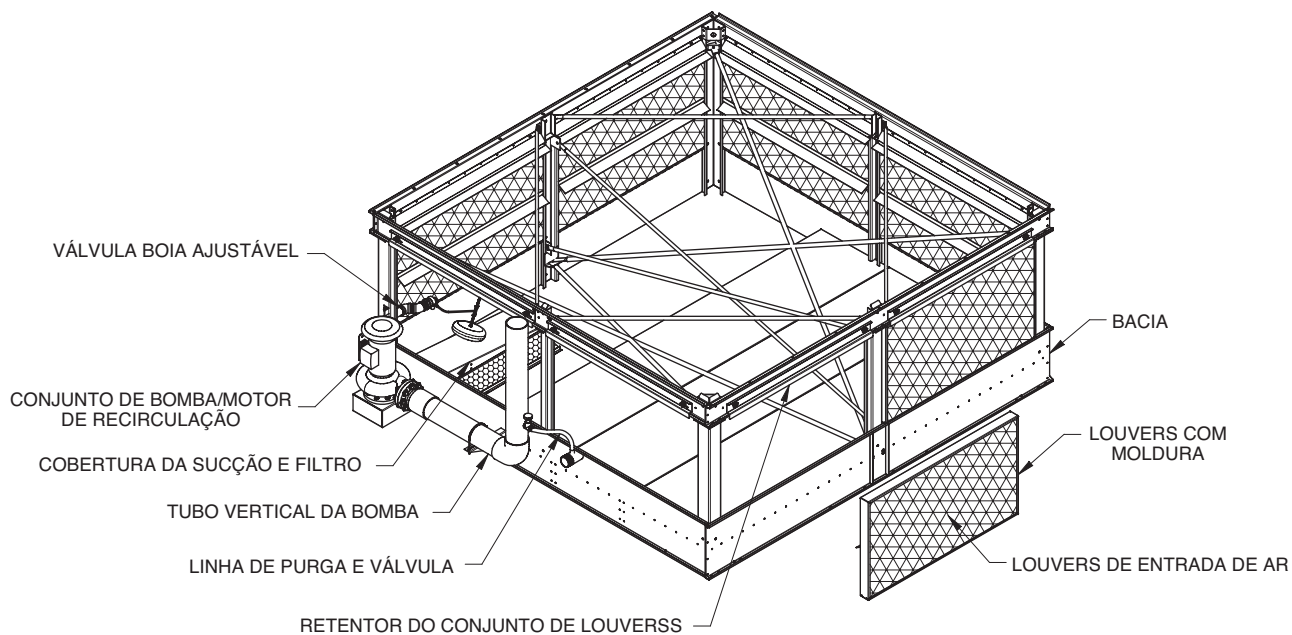
SEÇÃO DA BACIA



SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

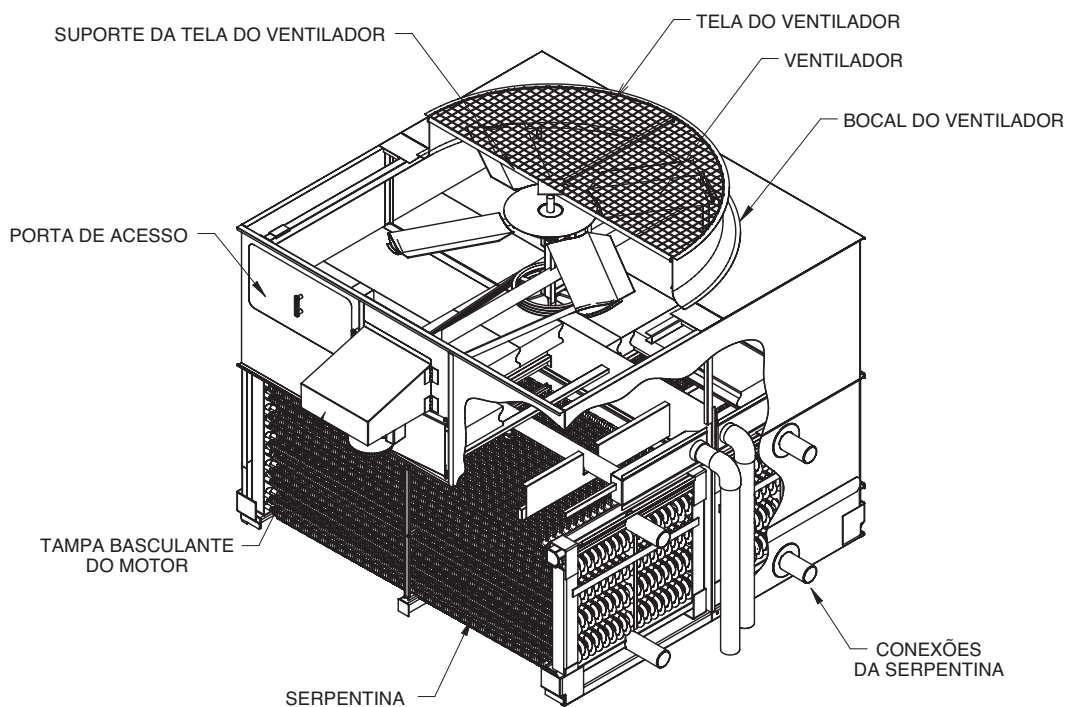


SEÇÃO DA BACIA

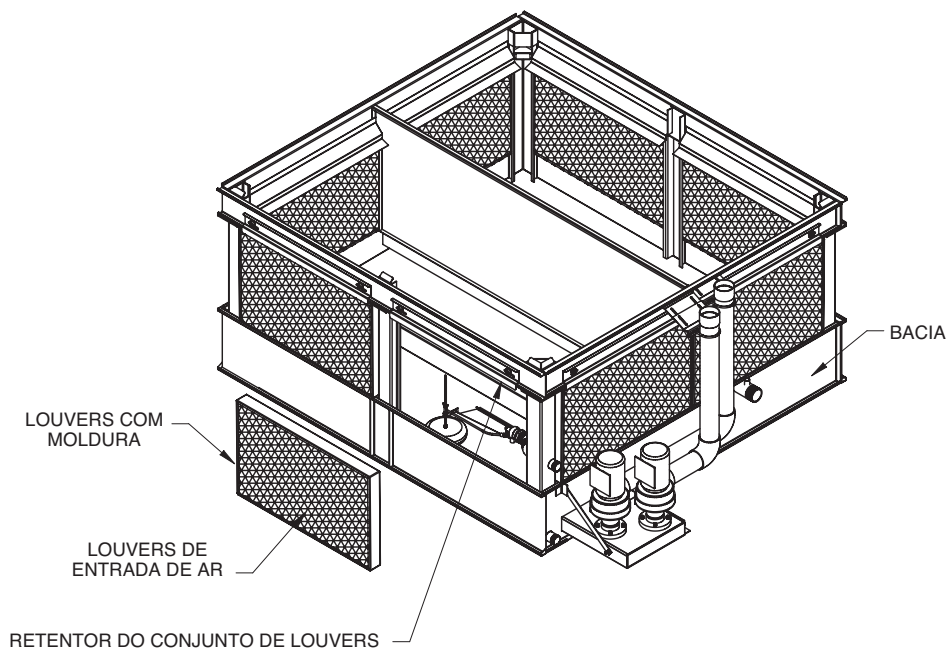


Unidades eco-ATWB-E com 8,5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

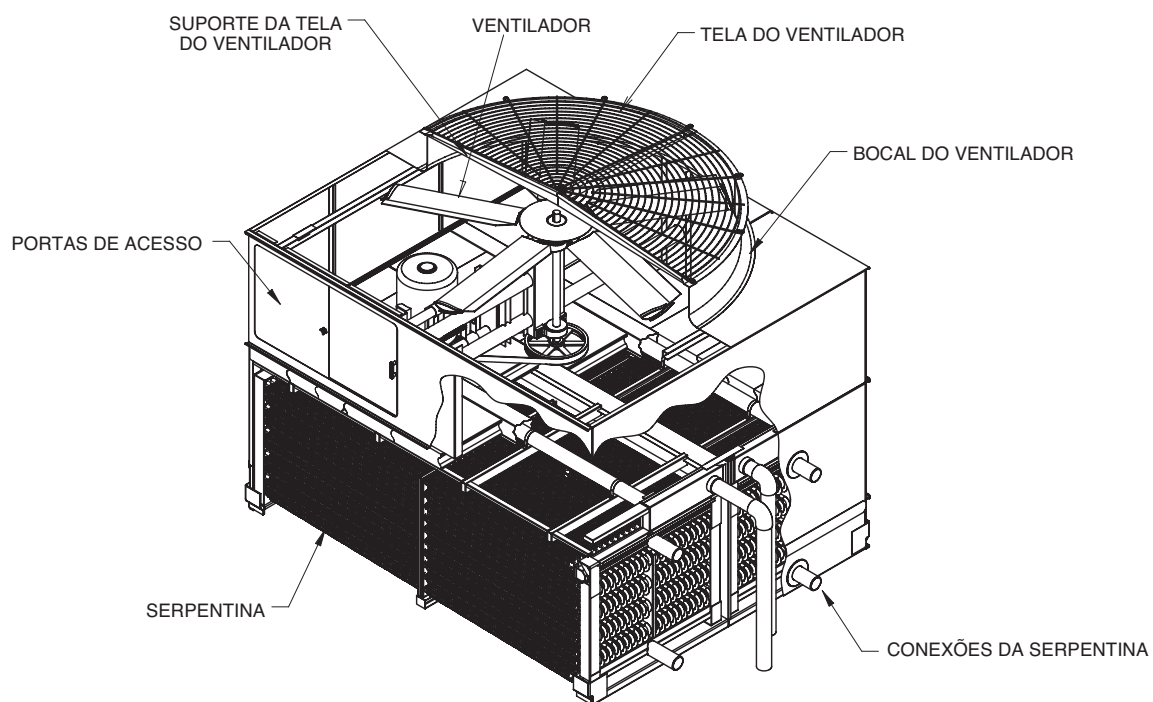


SEÇÃO DA BACIA

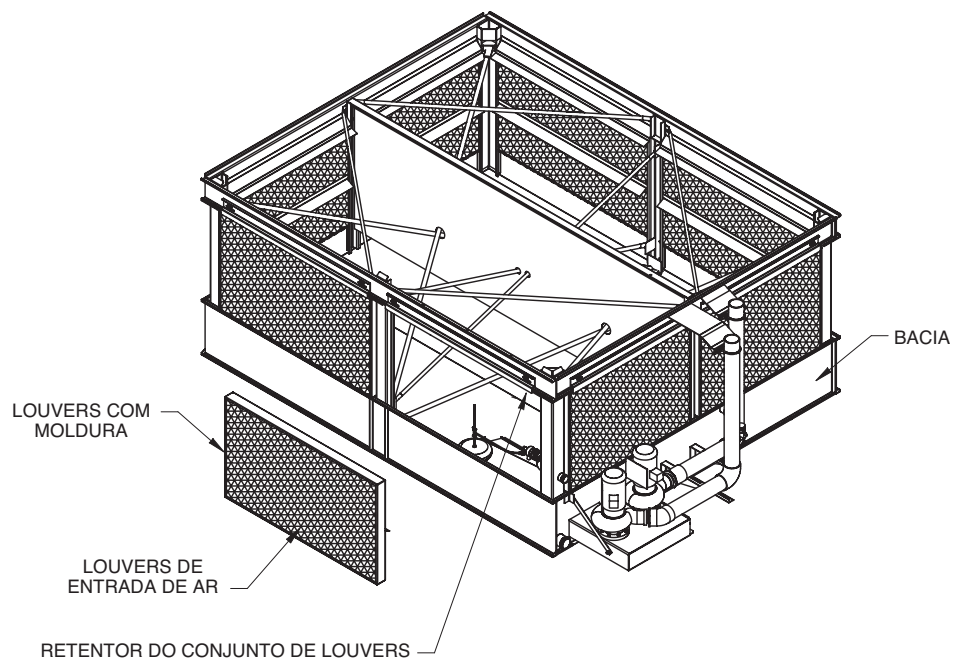


Unidades eco-ATWB-E com 10' e 12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

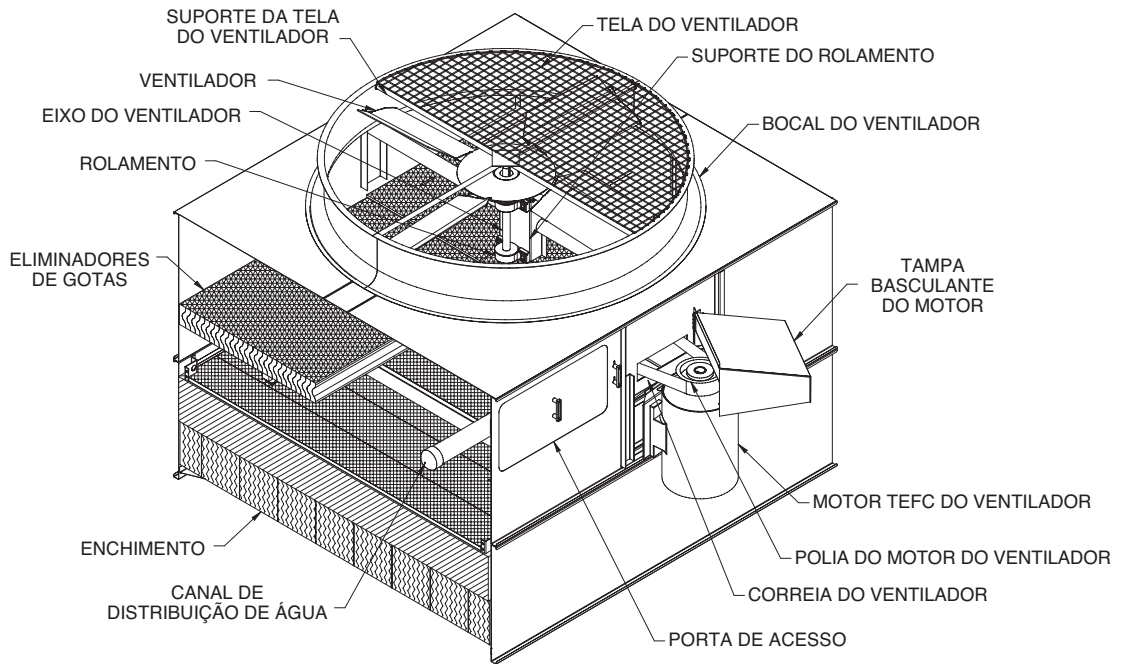


SEÇÃO DA BACIA

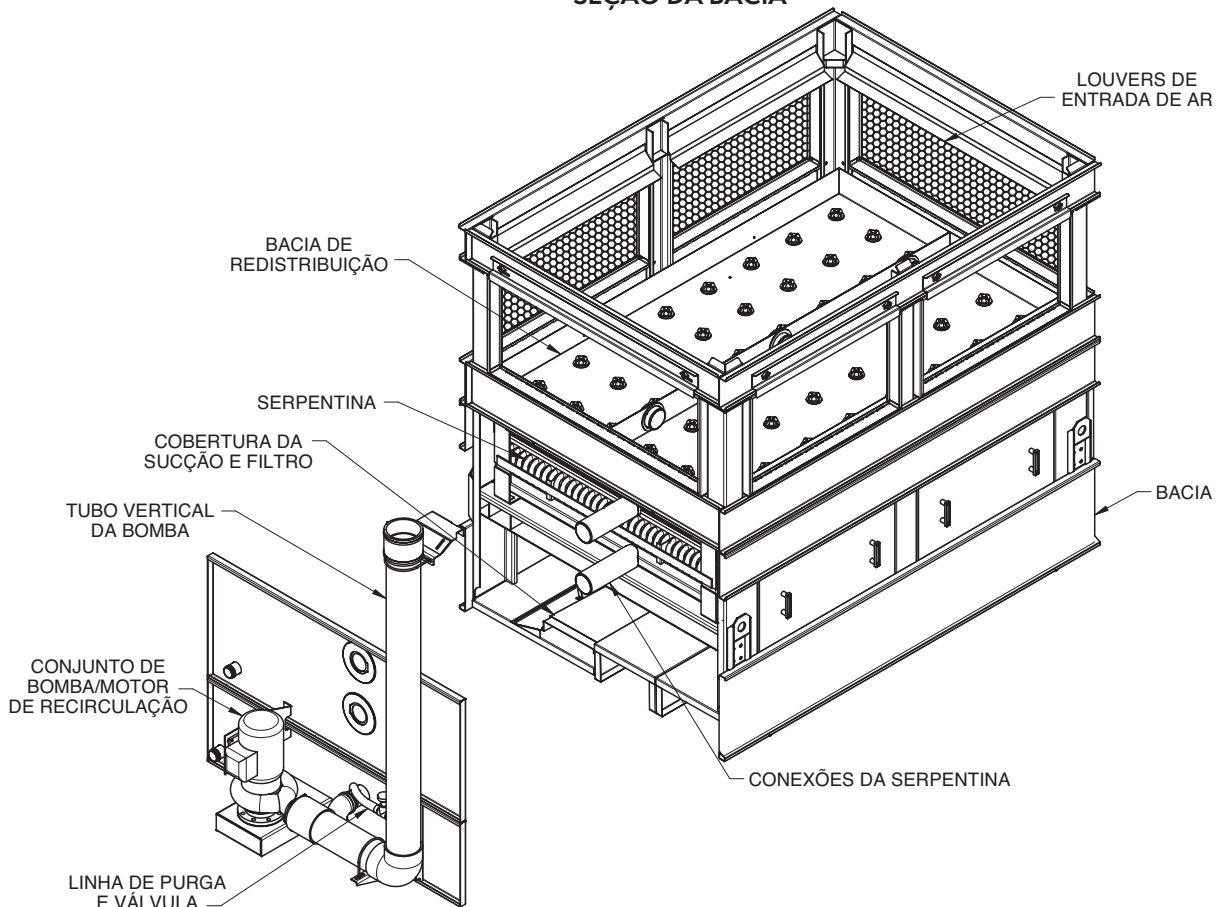


Unidades ESW4 com 8,5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

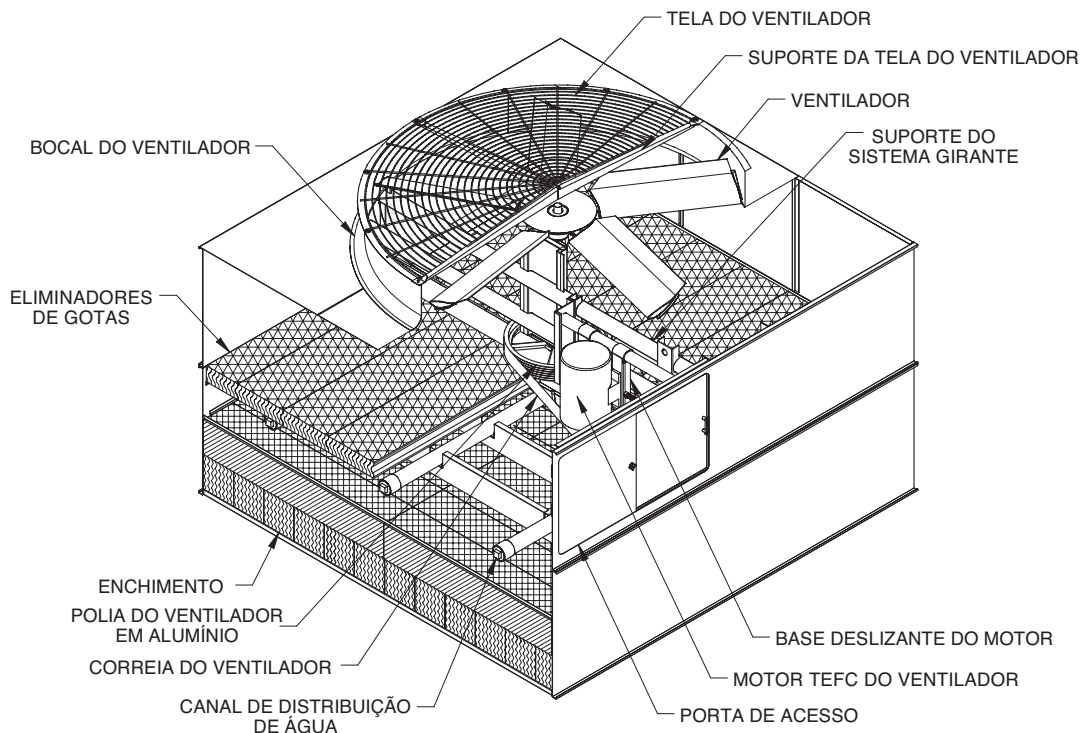


SEÇÃO DA BACIA

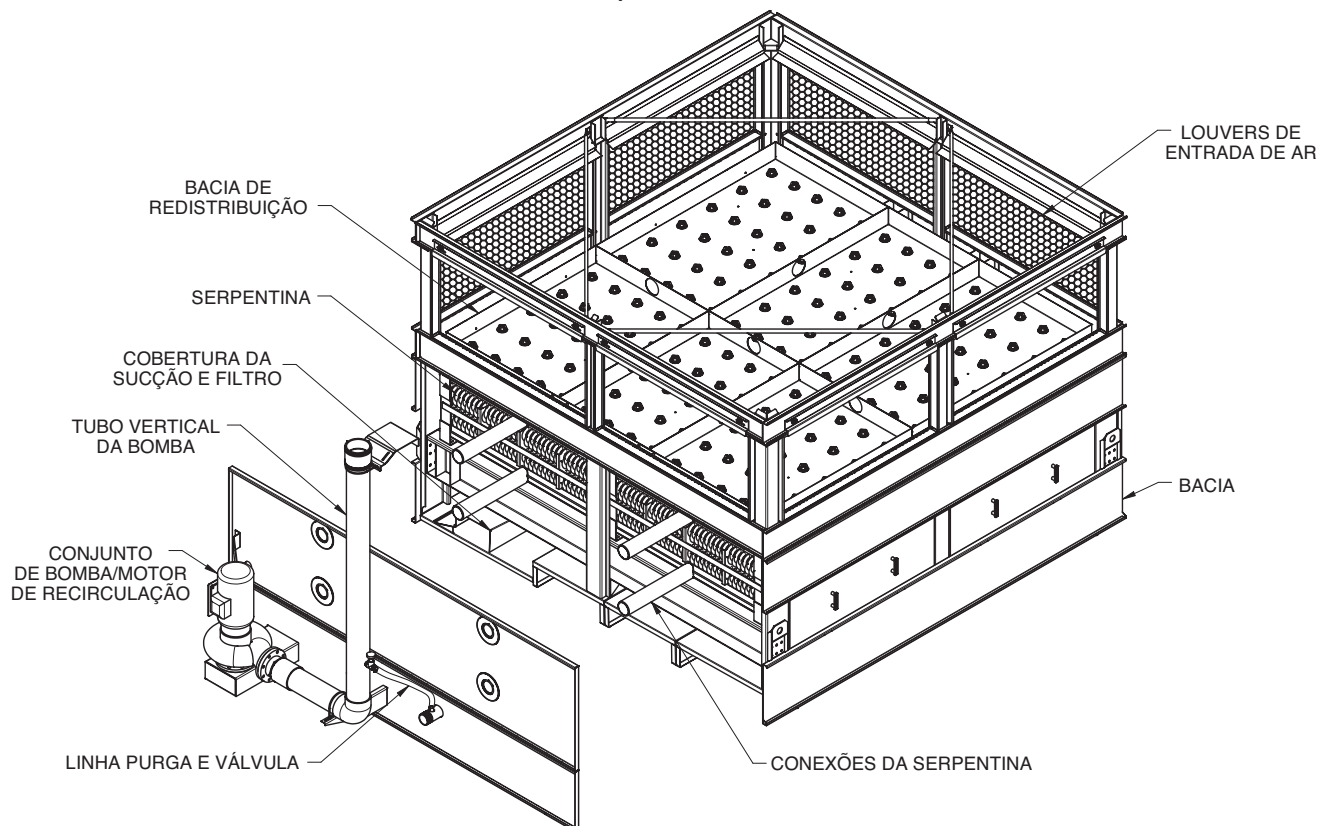


Unidades ESW4 com 12' de Largura

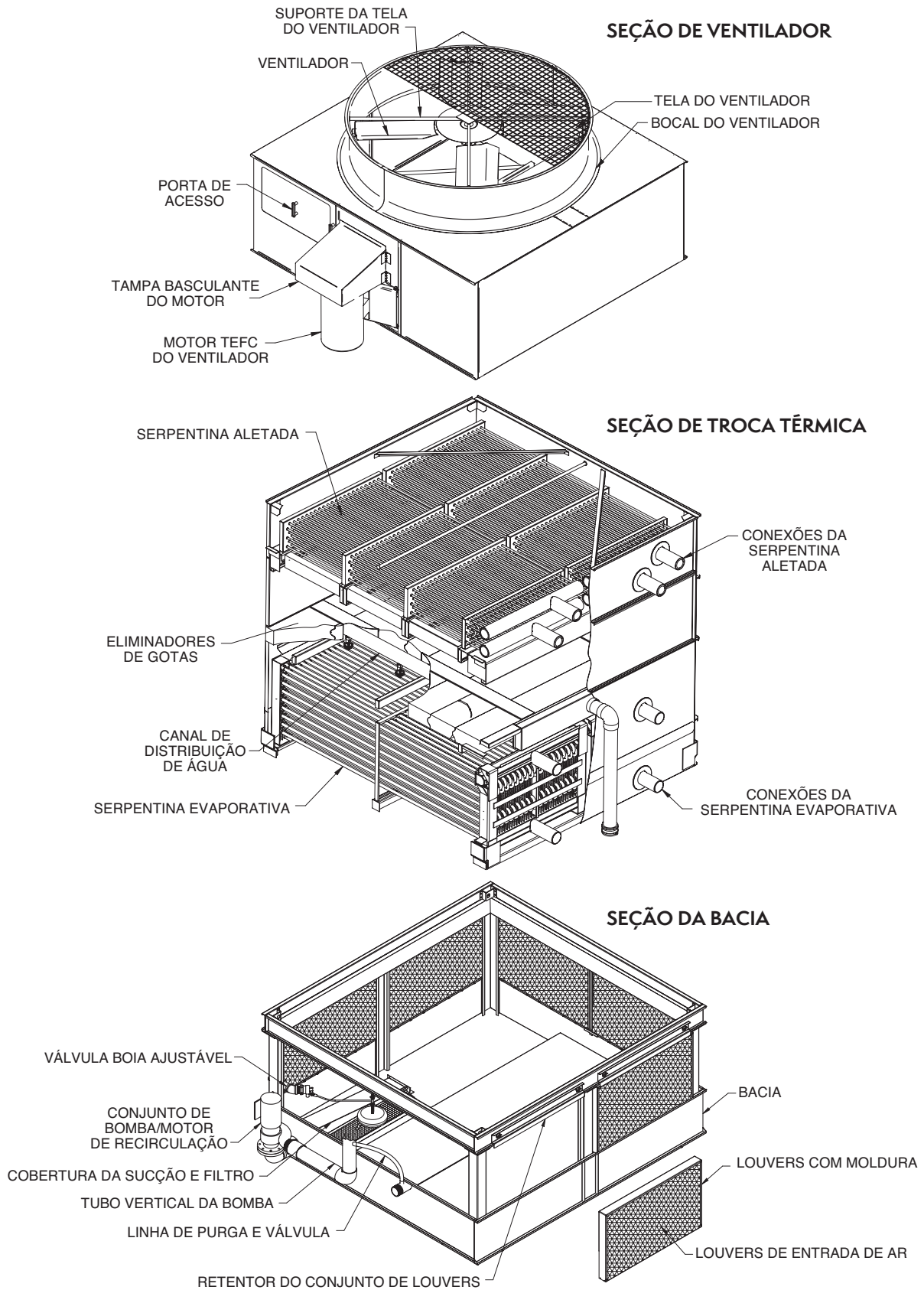
SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR



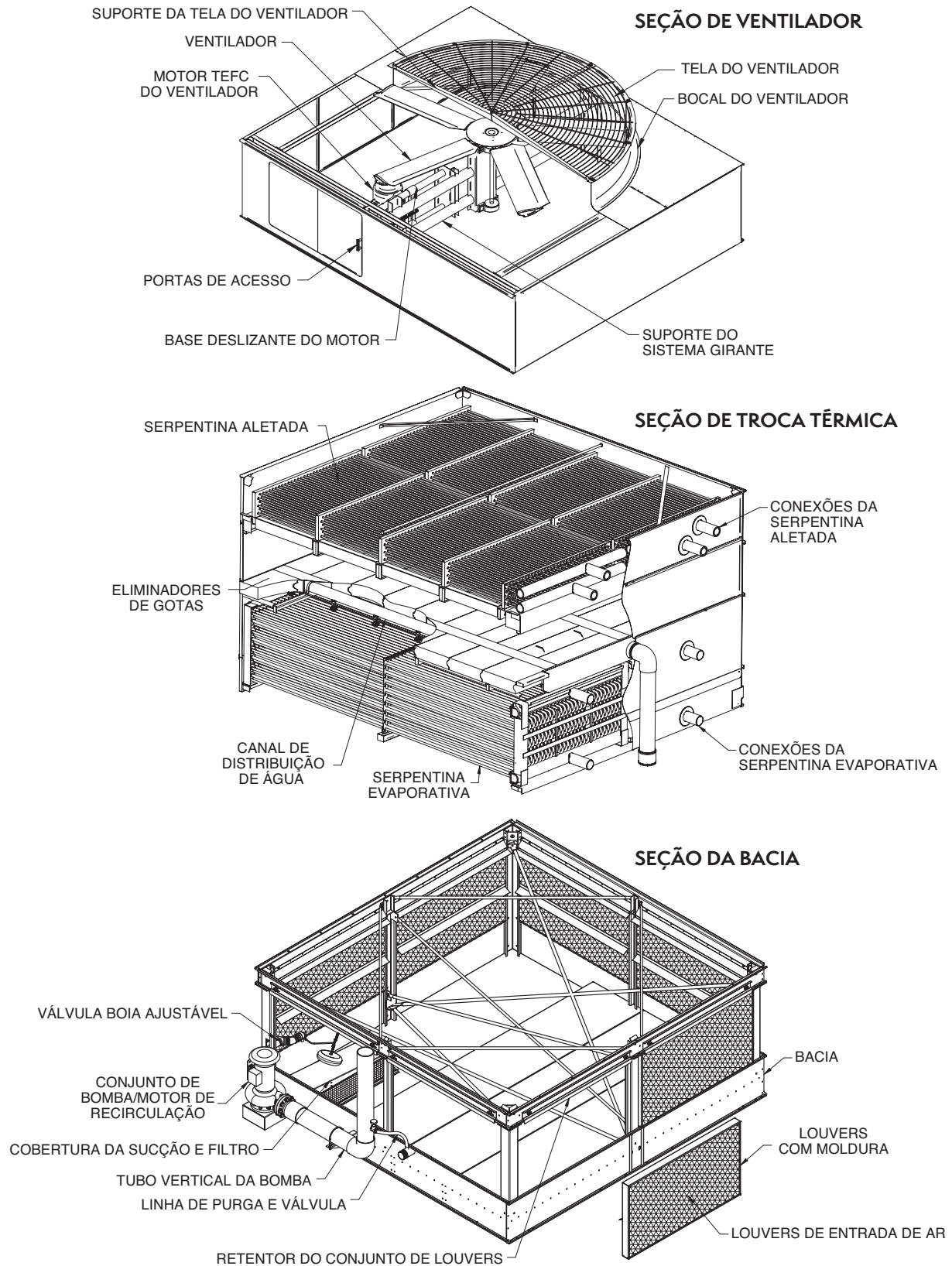
SEÇÃO DA BACIA



Unidades eco-ATC-H e eco-ATWB-H com 8,5' de Largura

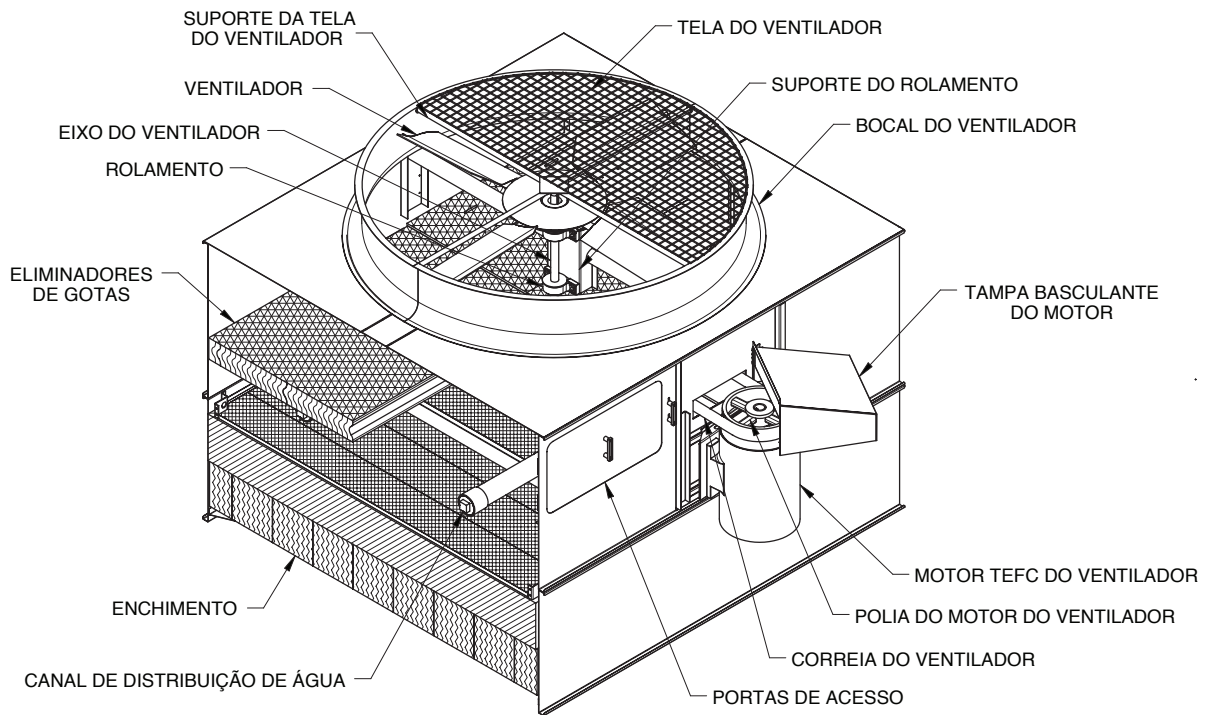


Unidades eco-ATC-H/eco-ATWB-H com 10' e 12' de Largura

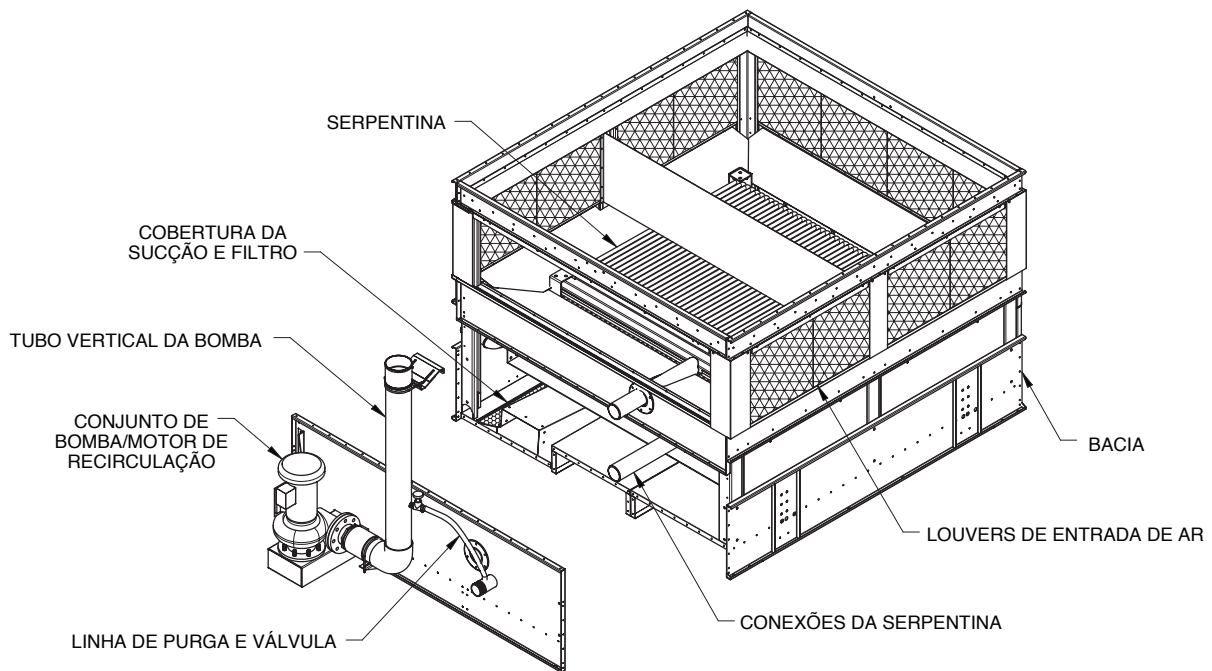


Unidades ESWA com 8,5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

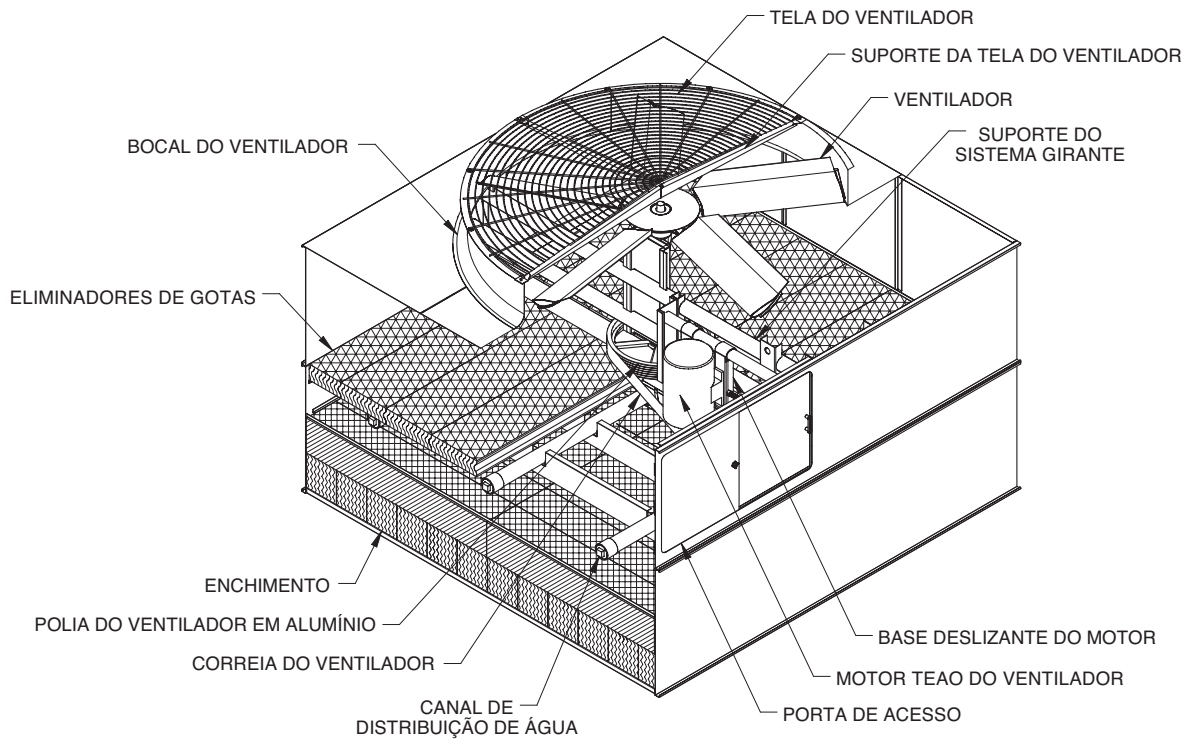


SEÇÃO DA BACIA

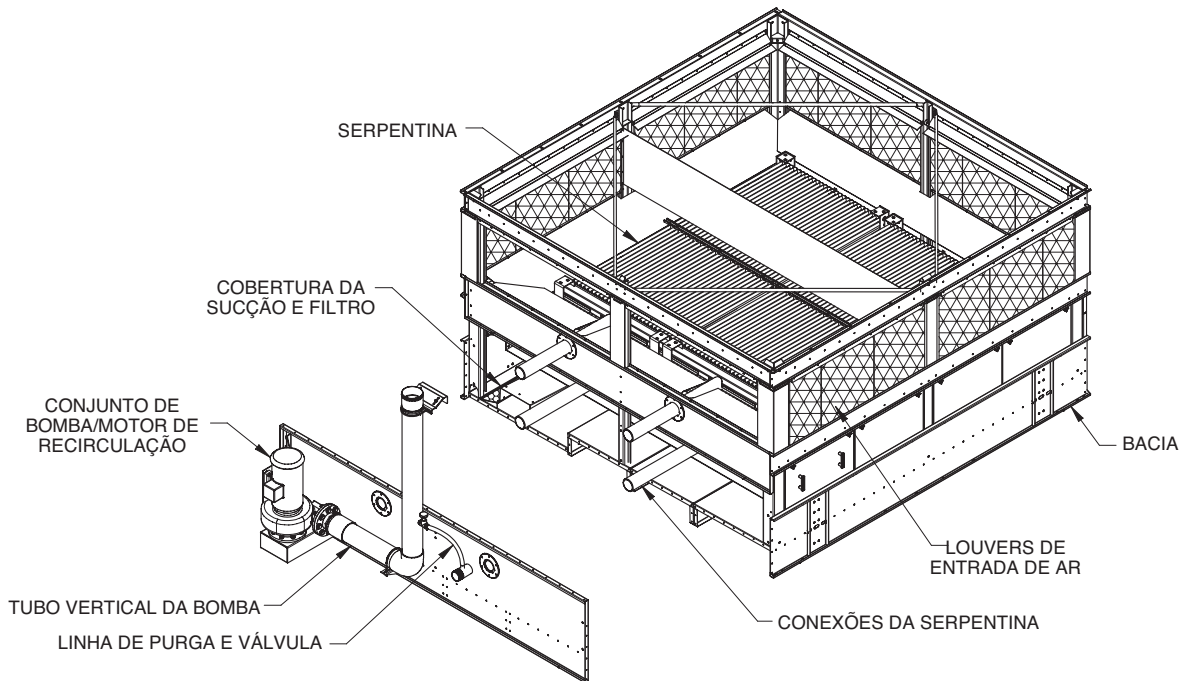


Unidades ESWA com 12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA E DO VENTILADOR

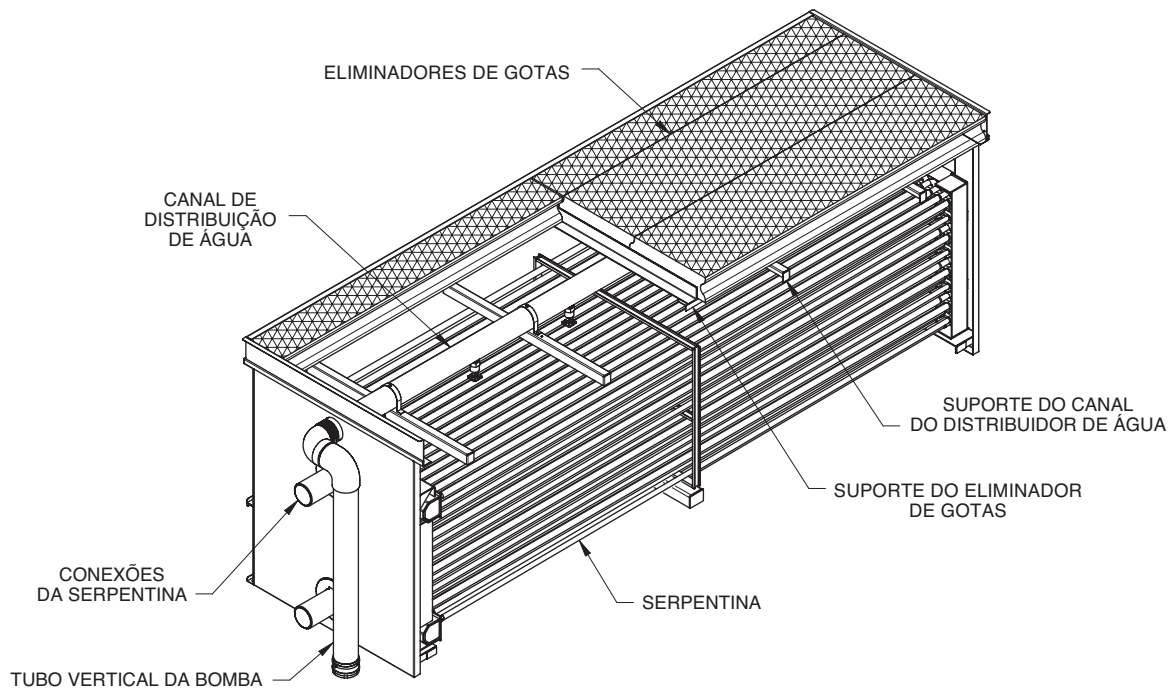


SEÇÃO DA BACIA

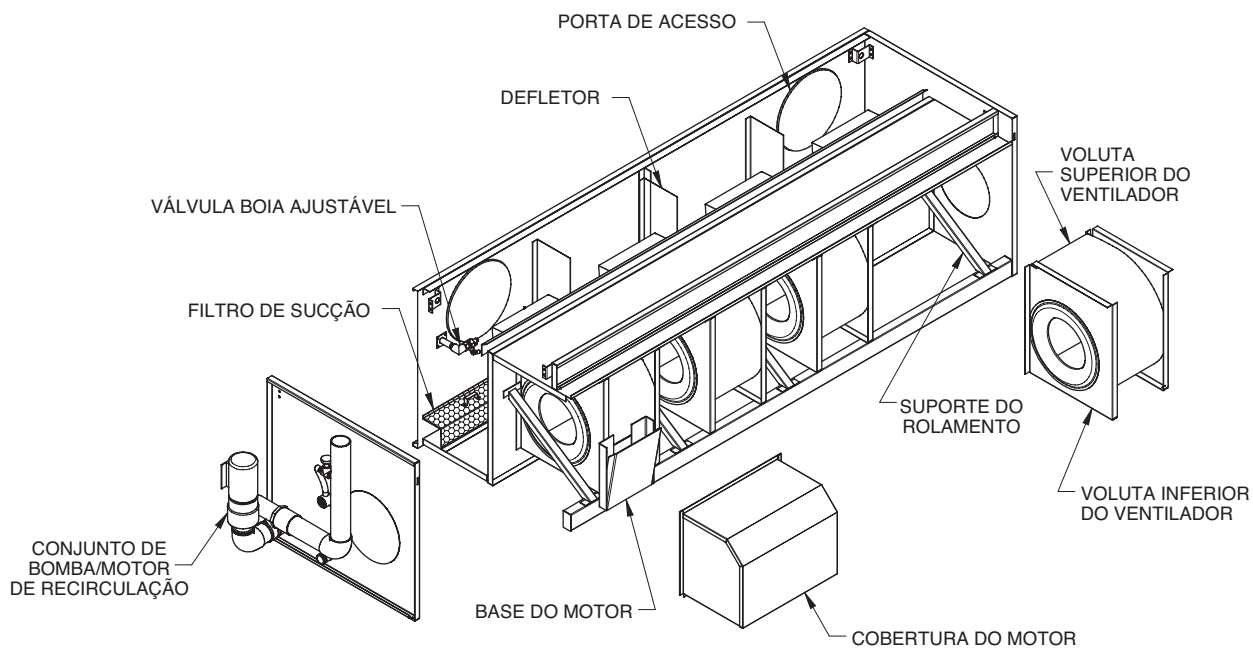


Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 4' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

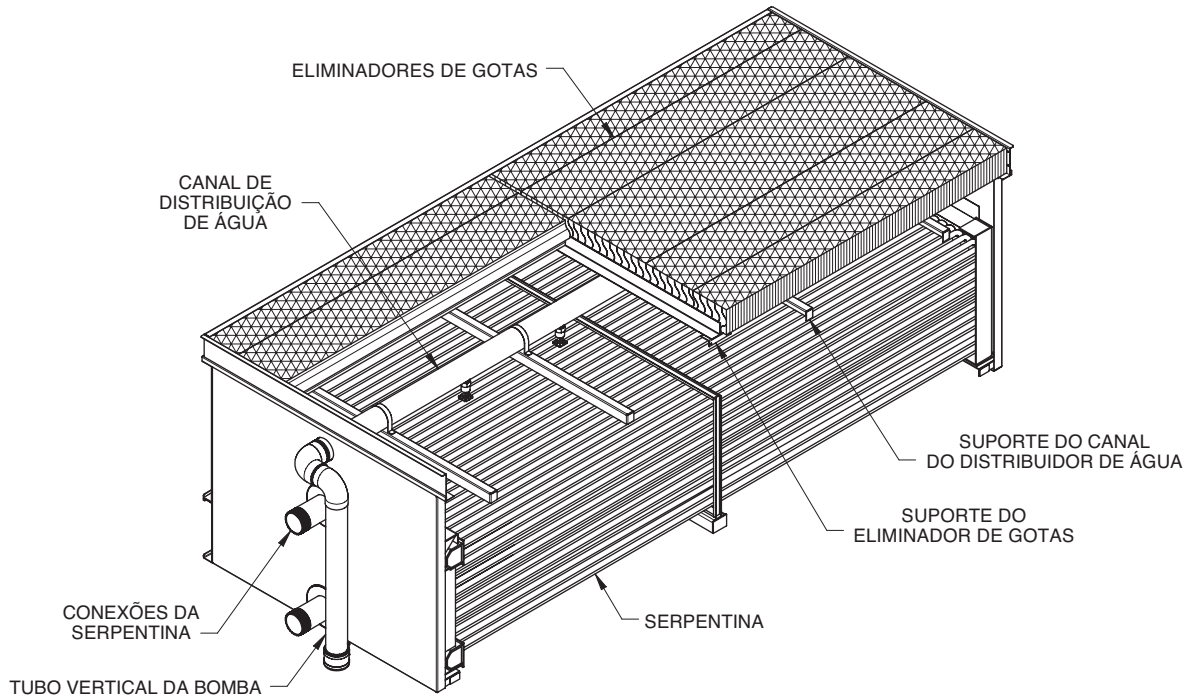


SEÇÃO DA BACIA

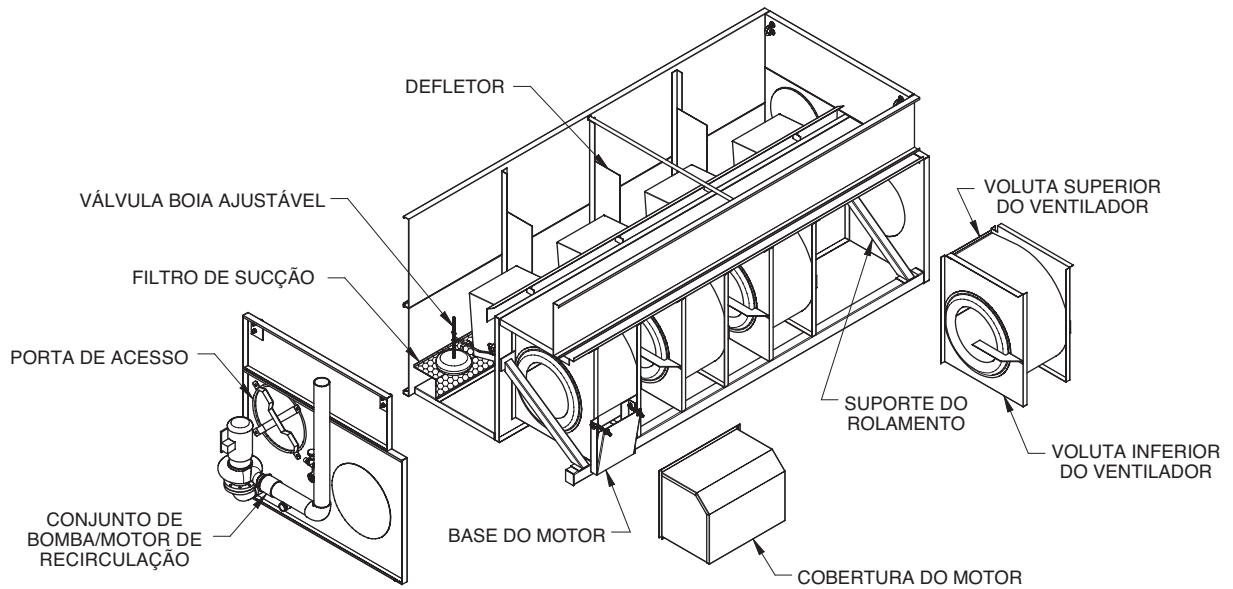


Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

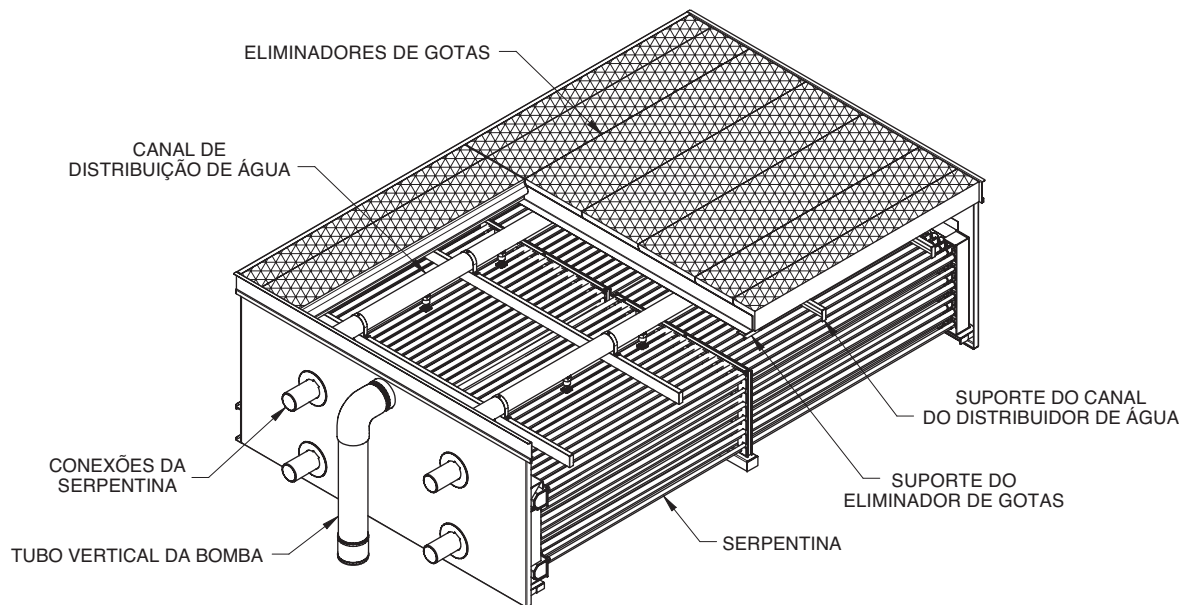


SEÇÃO DA BACIA

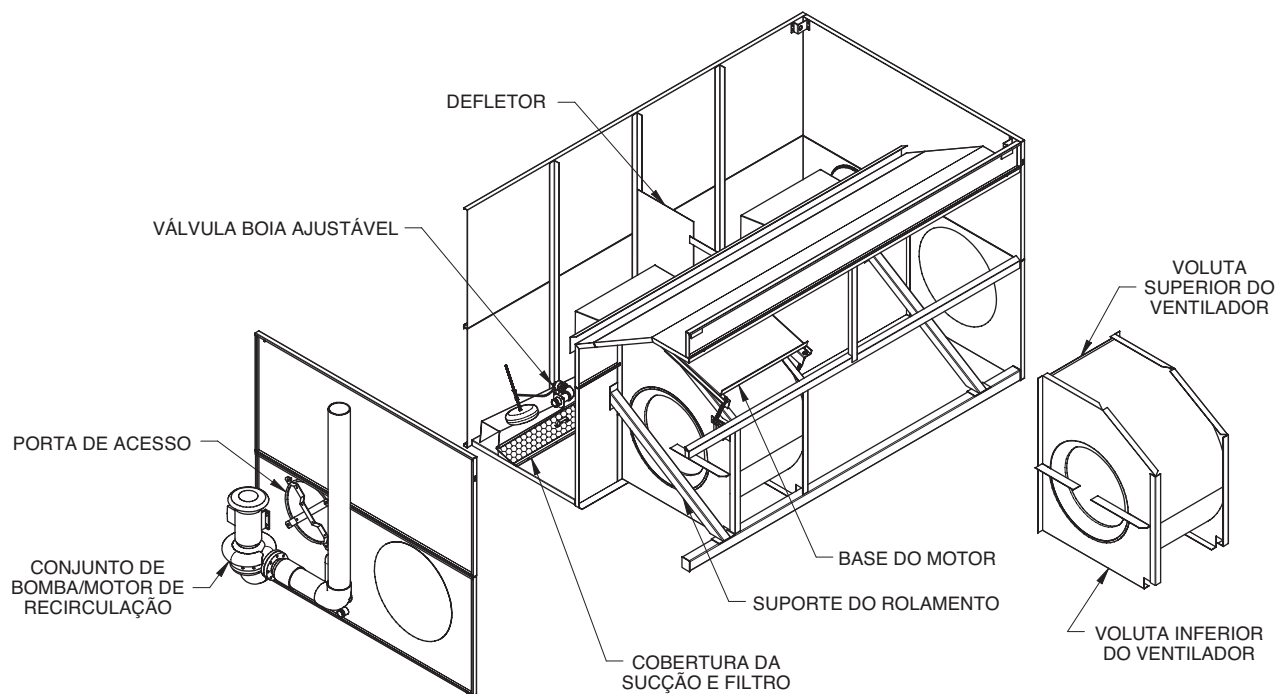


Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 8' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

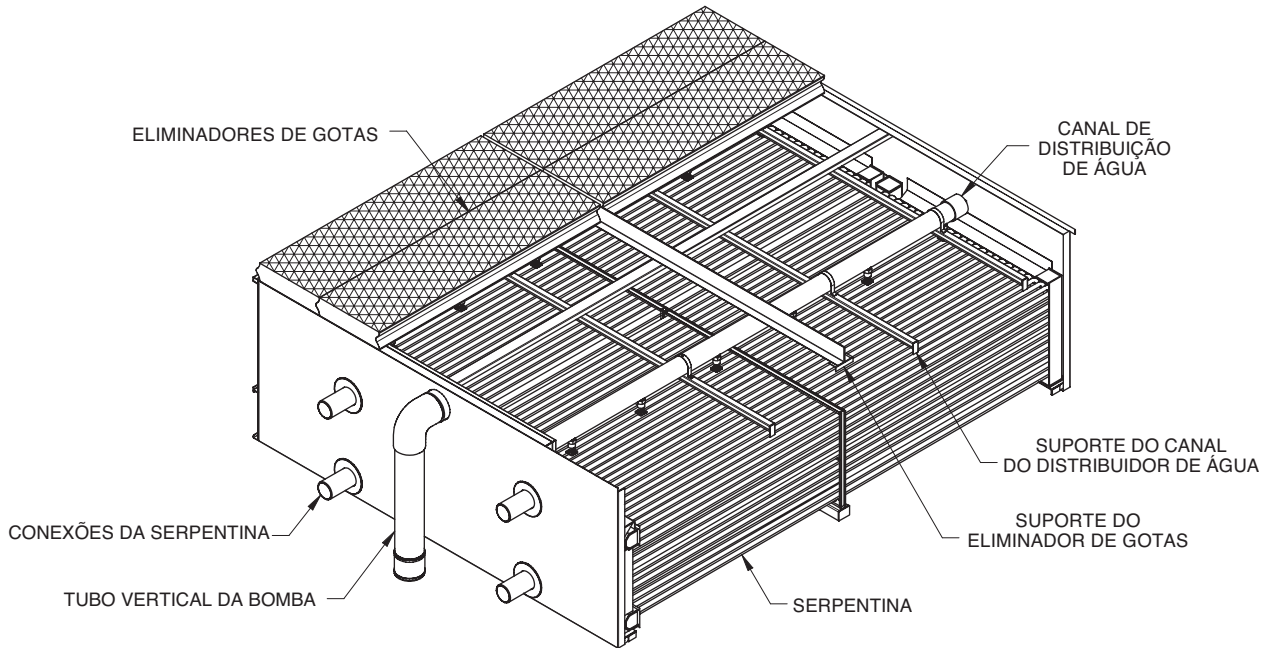


SEÇÃO DA BACIA

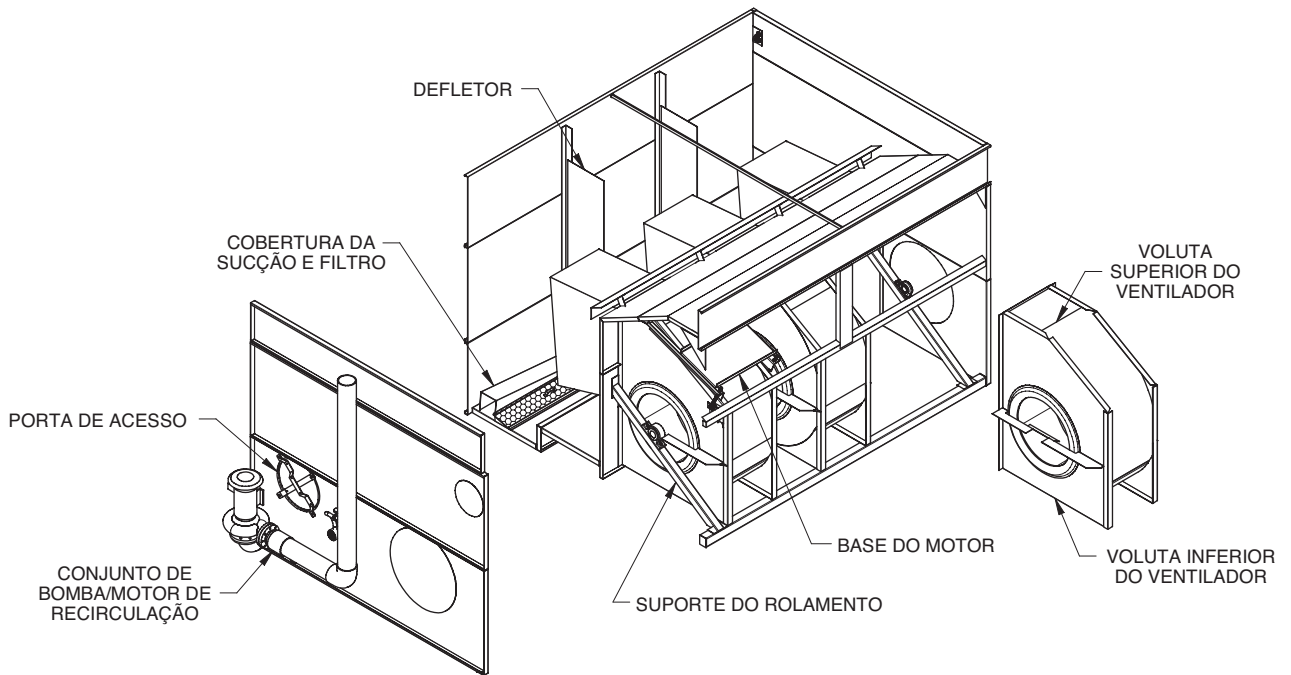


Unidades LSC-E/LSWE/eco-LSWE com 10' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

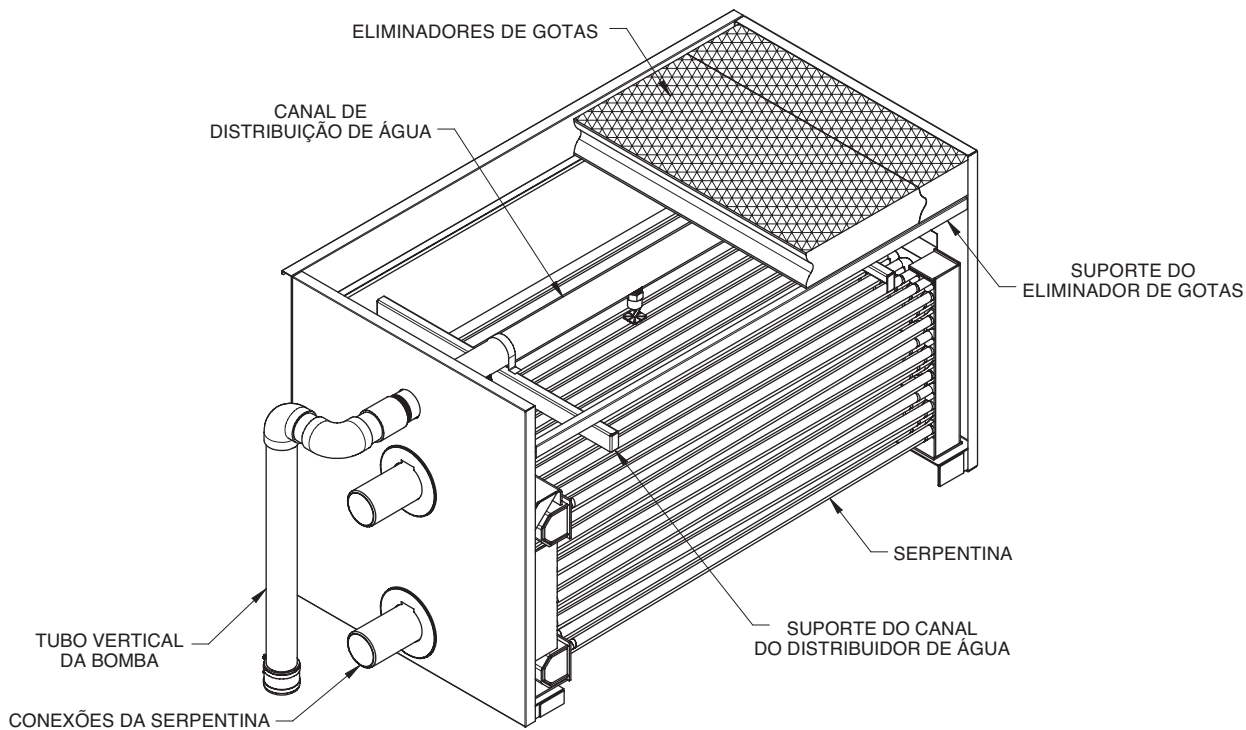


SEÇÃO DA BACIA

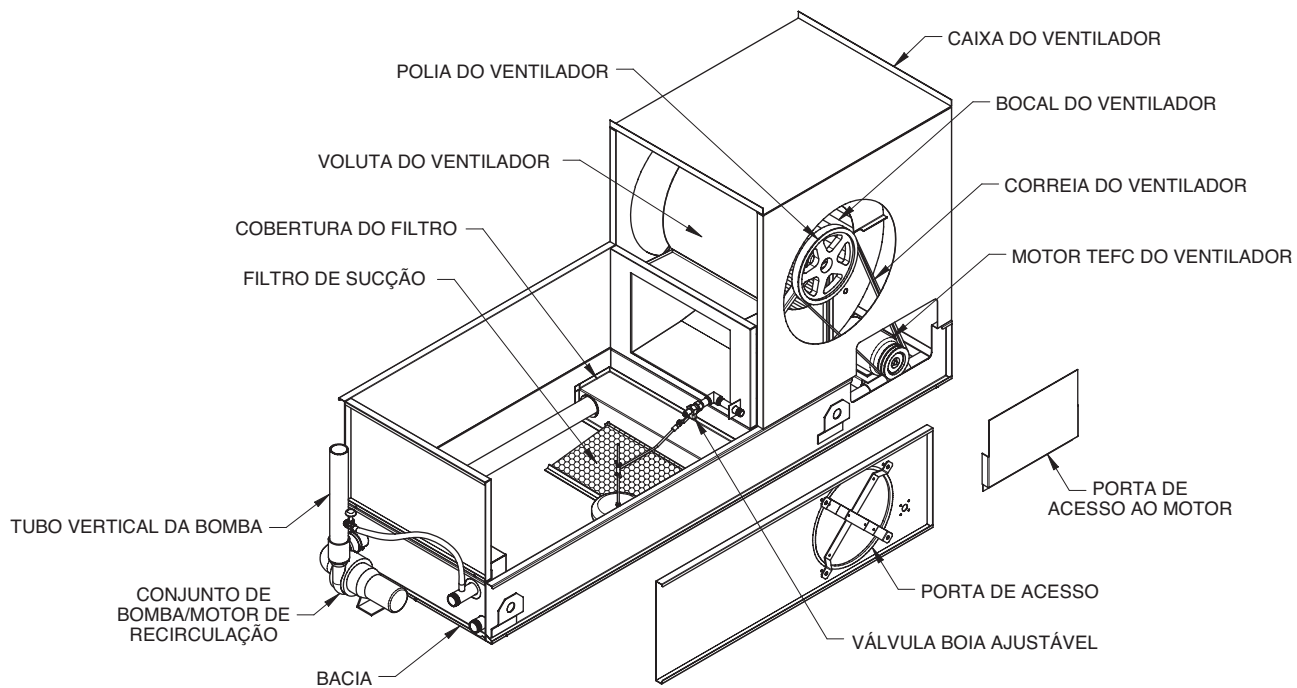


Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 3' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

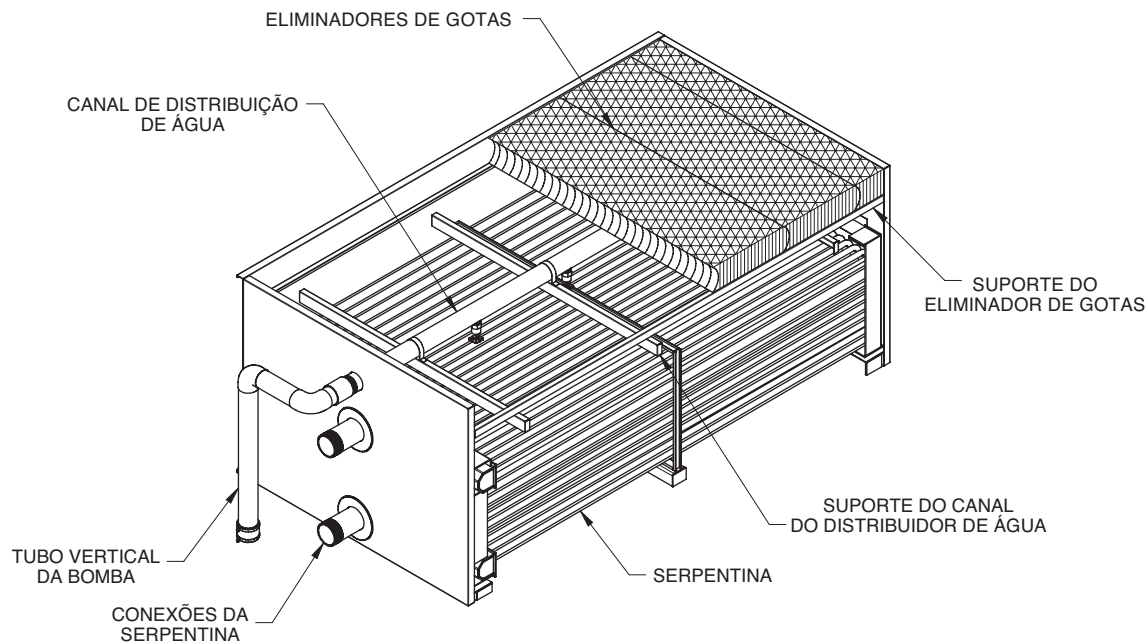


SEÇÃO DA BACIA

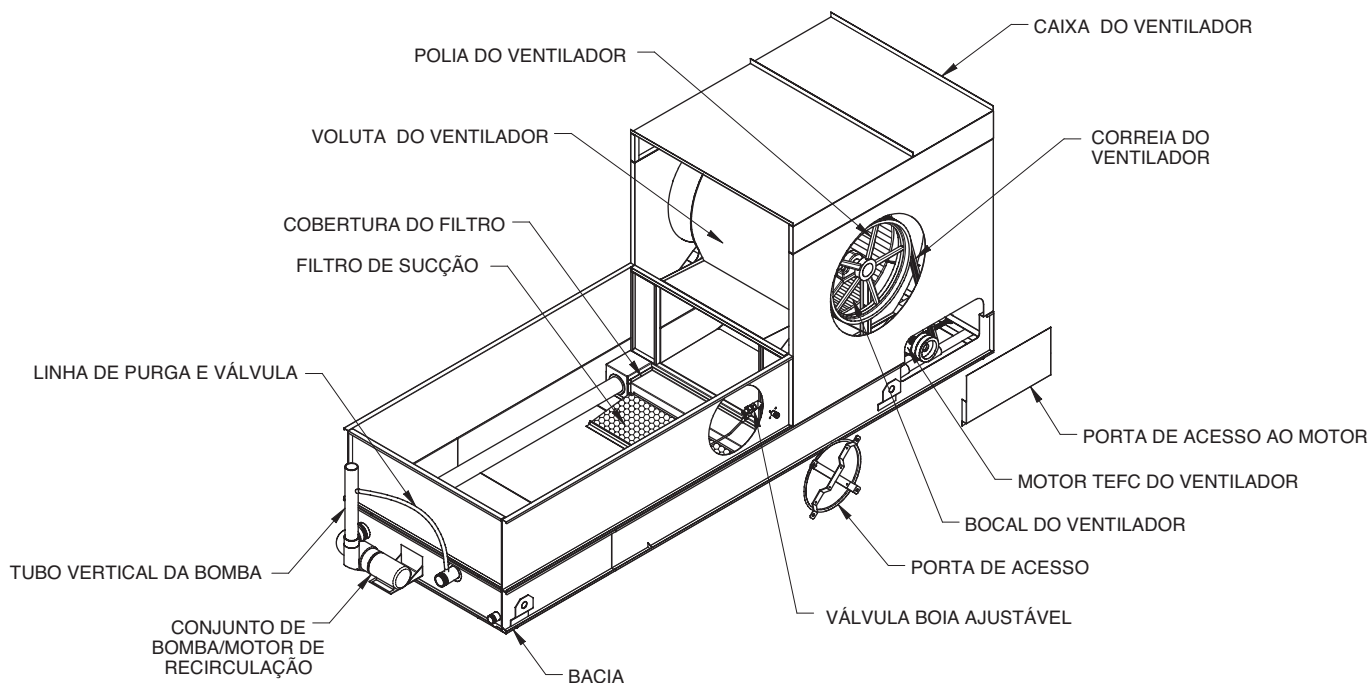


Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

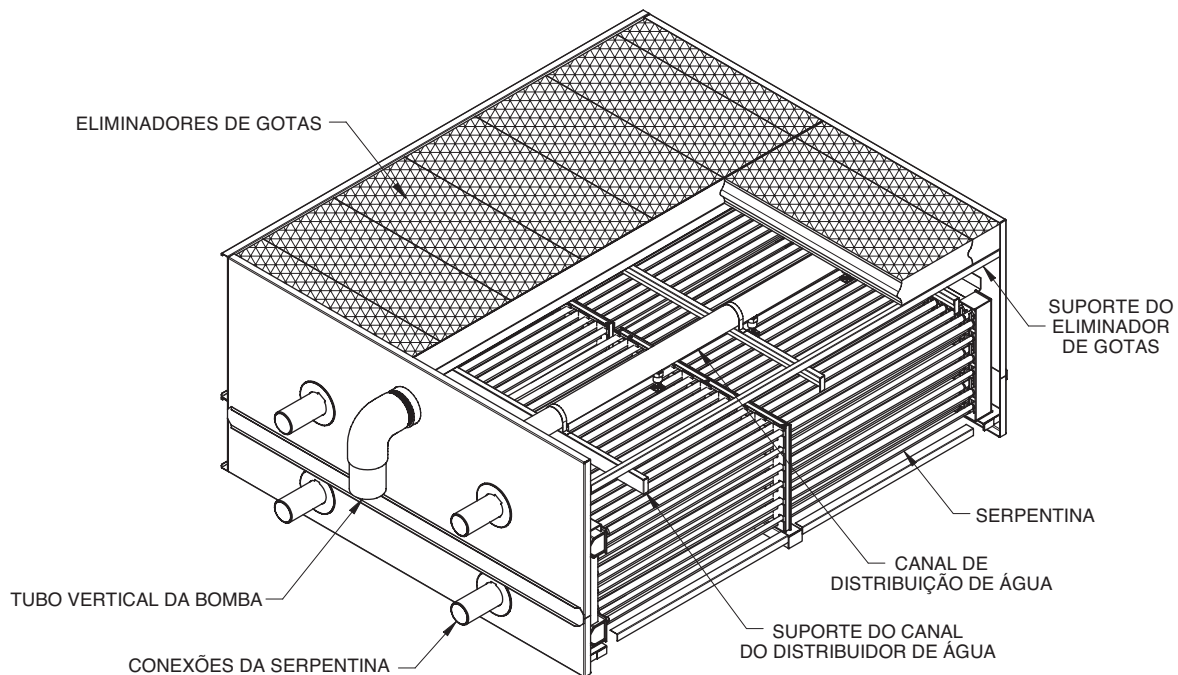


SEÇÃO DA BACIA

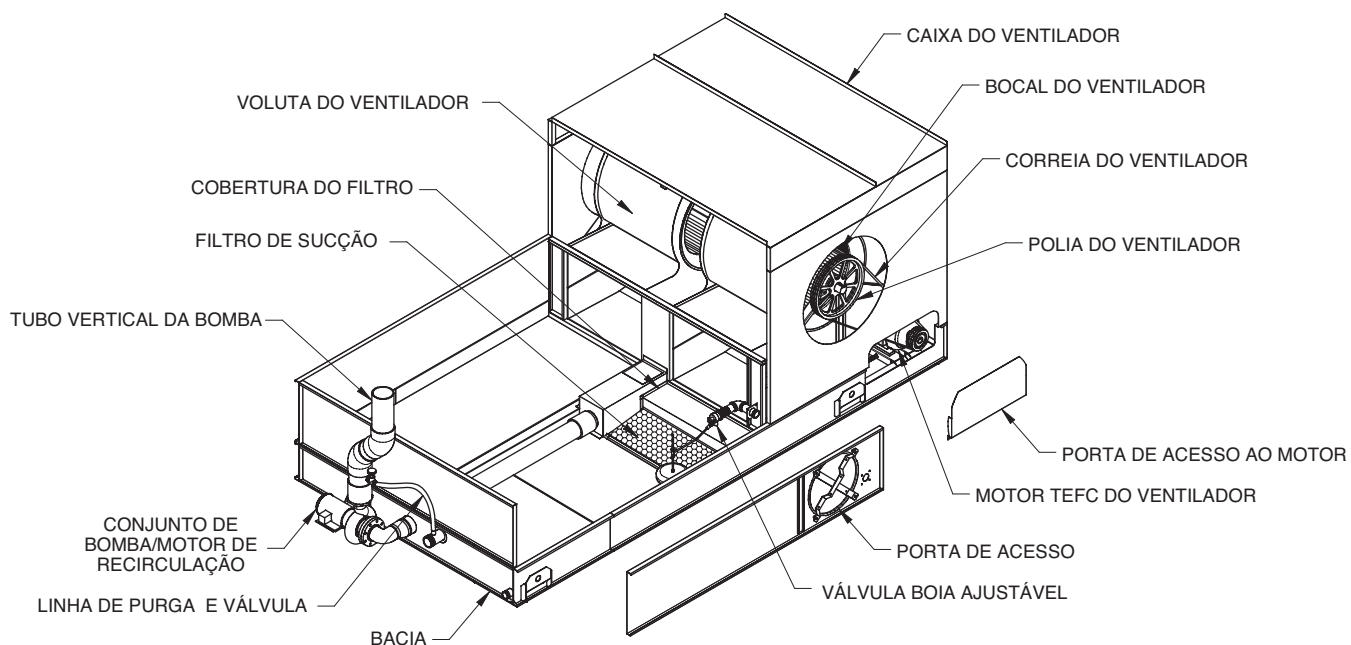


Unidades LRC/LRWB/eco-LRWB com 8' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

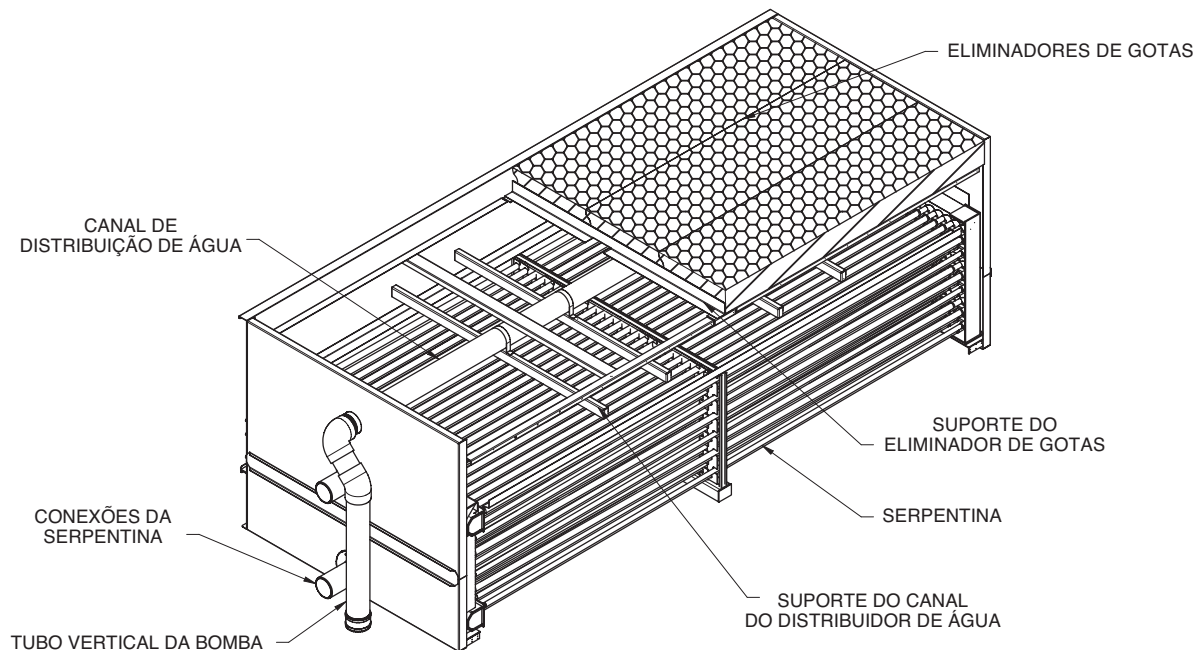


SEÇÃO DA BACIA

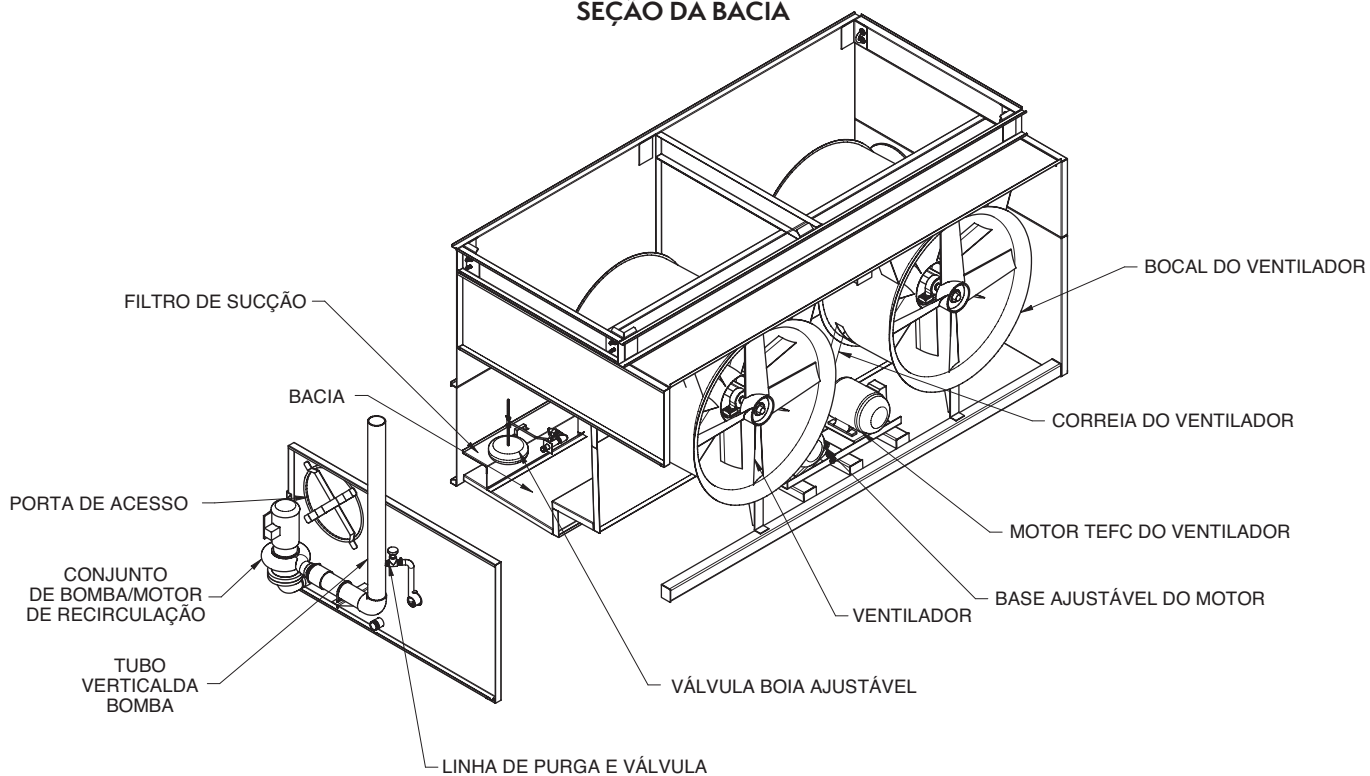


Unidades PMC-E/eco-PMC com 5' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

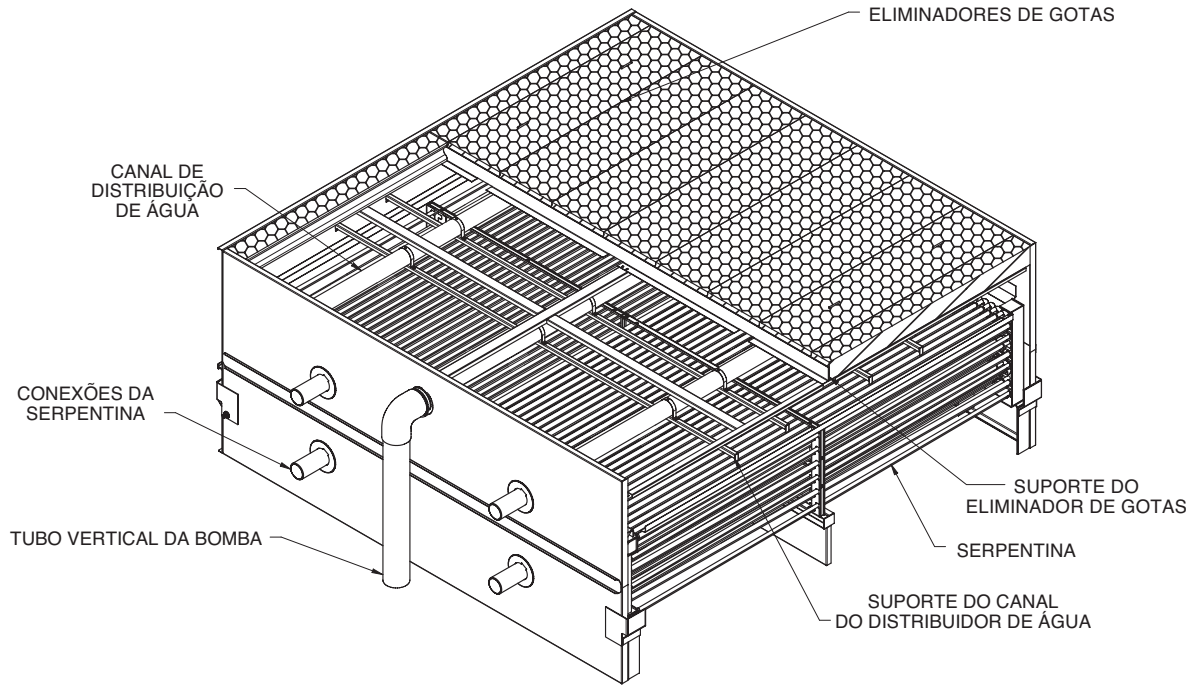


SEÇÃO DA BACIA

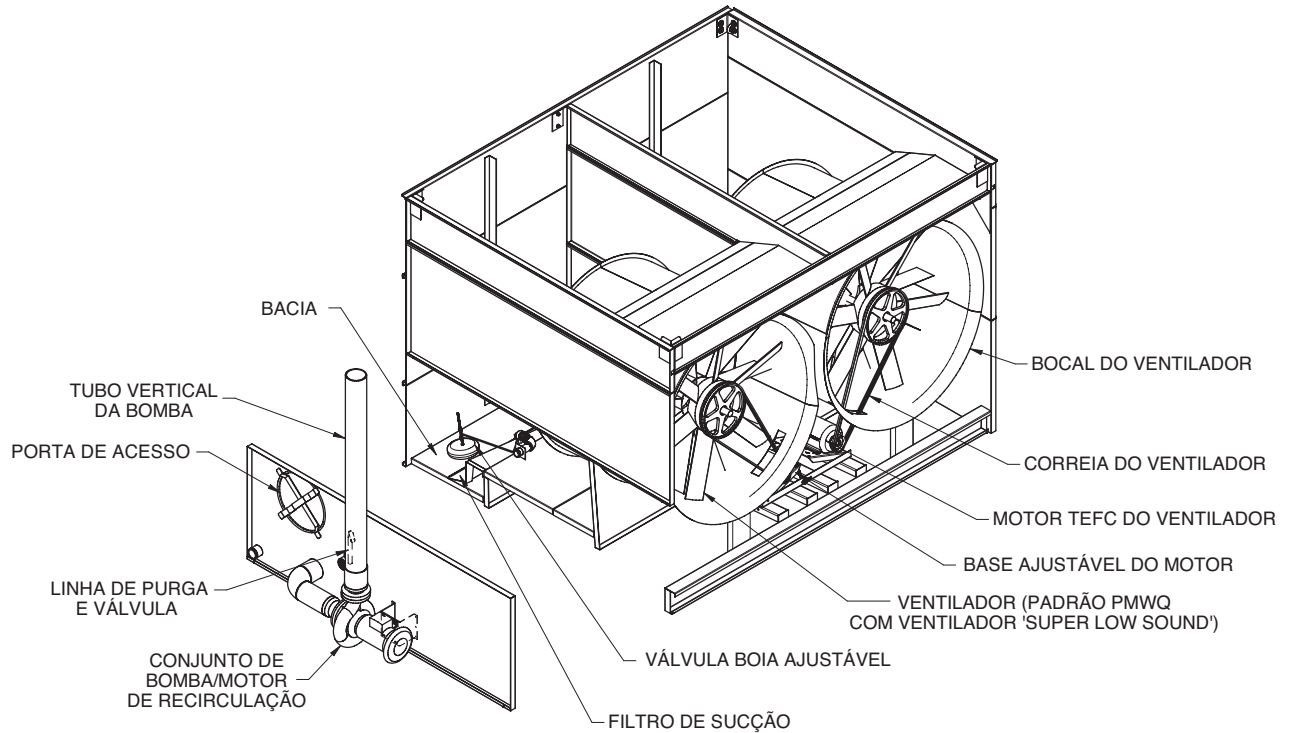


Unidades PMC-E/eco-PMC com de 10' e 12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA

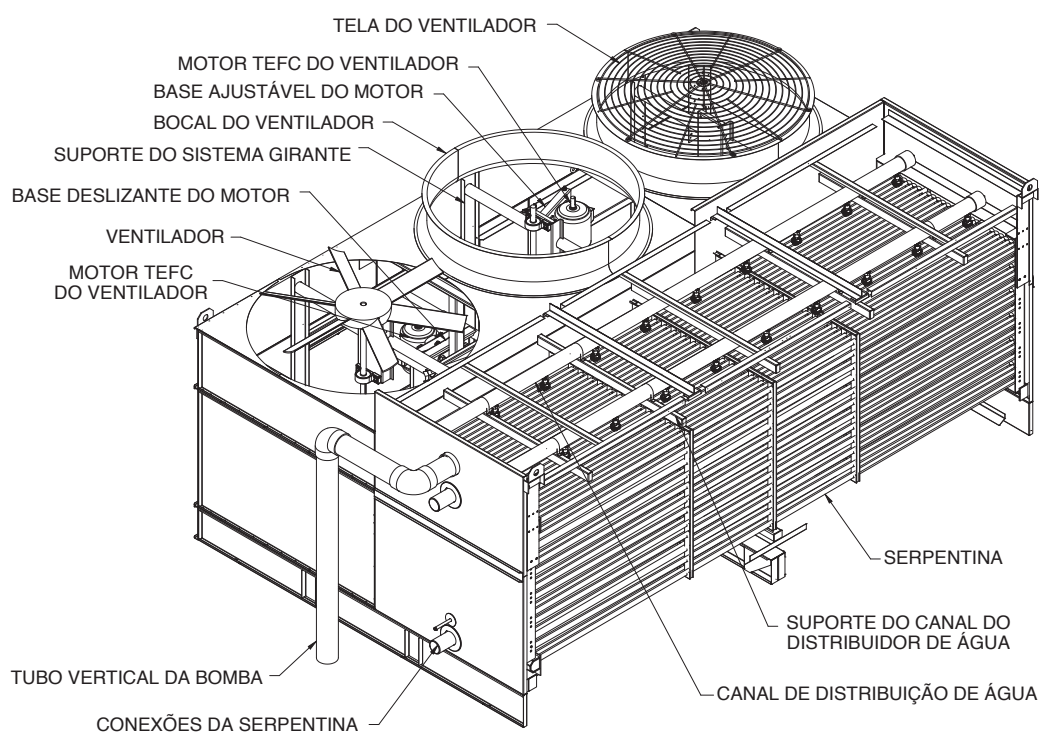


SEÇÃO DA BACIA

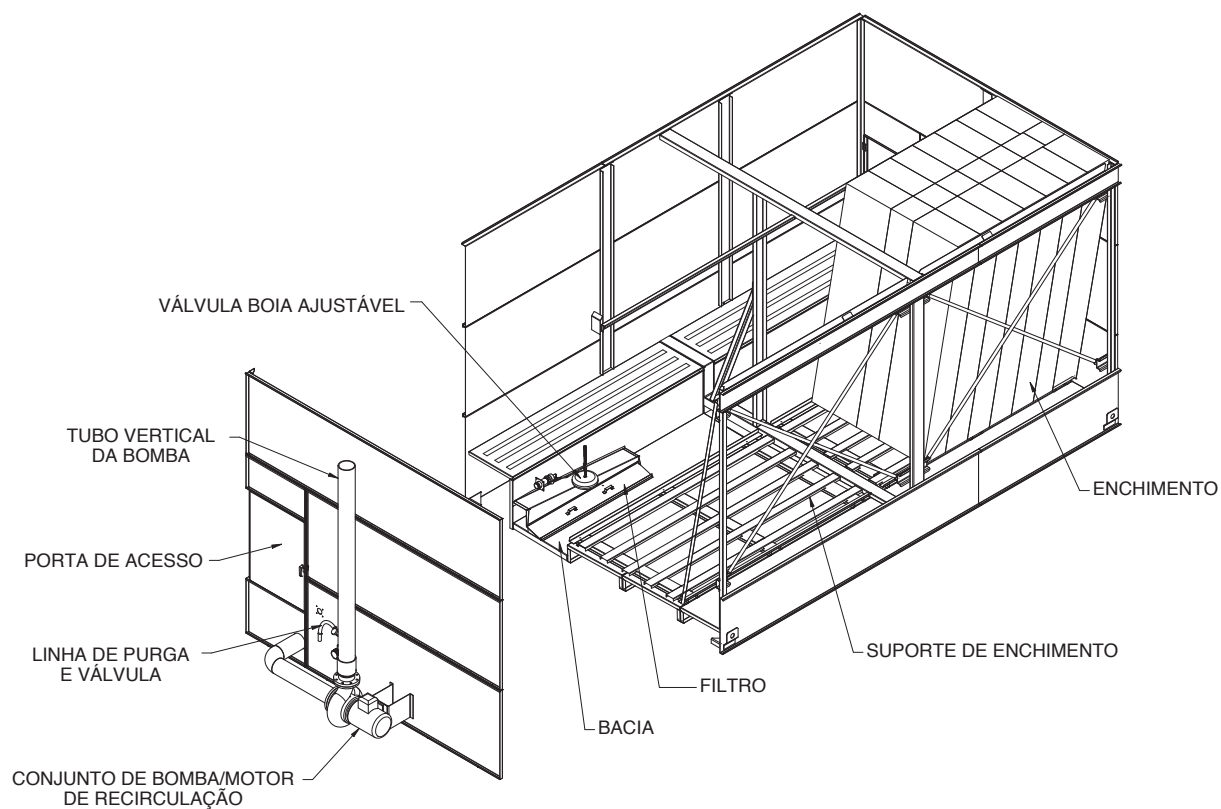


Unidades PHC-S e L - Entrada de Ar por 1 lado com 12' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA/VENTILADOR

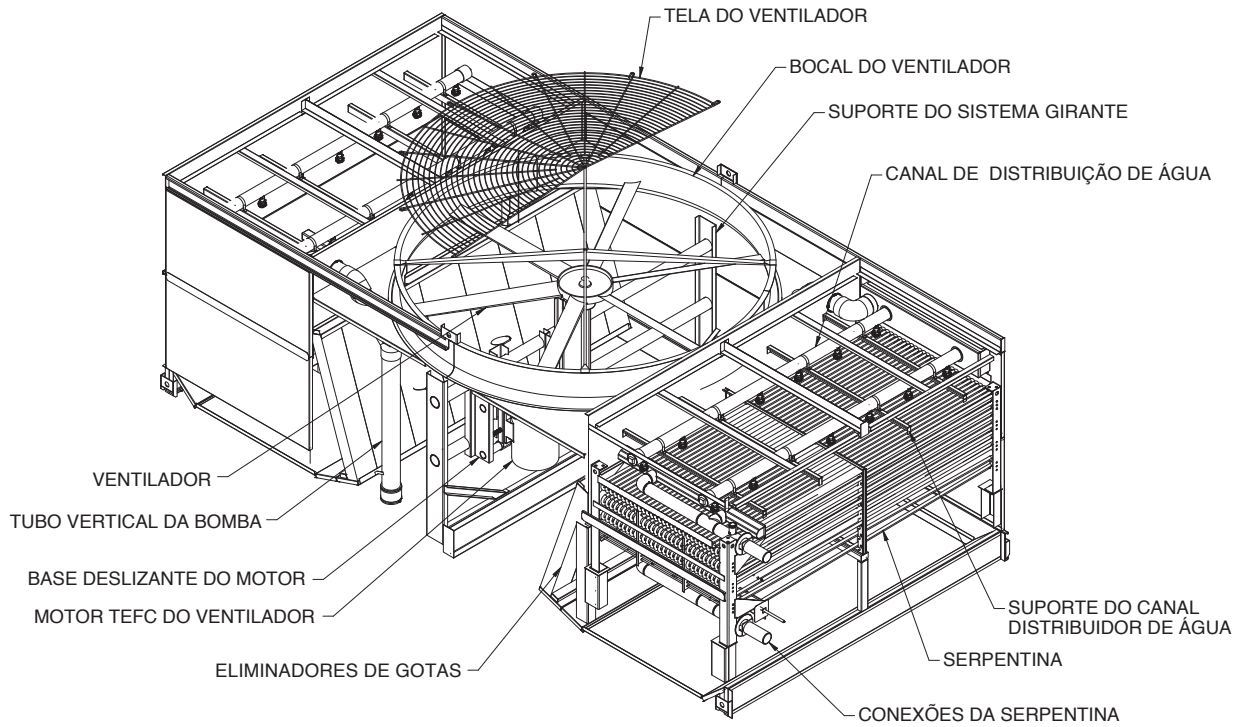


SEÇÃO INFERIOR DA BACIA

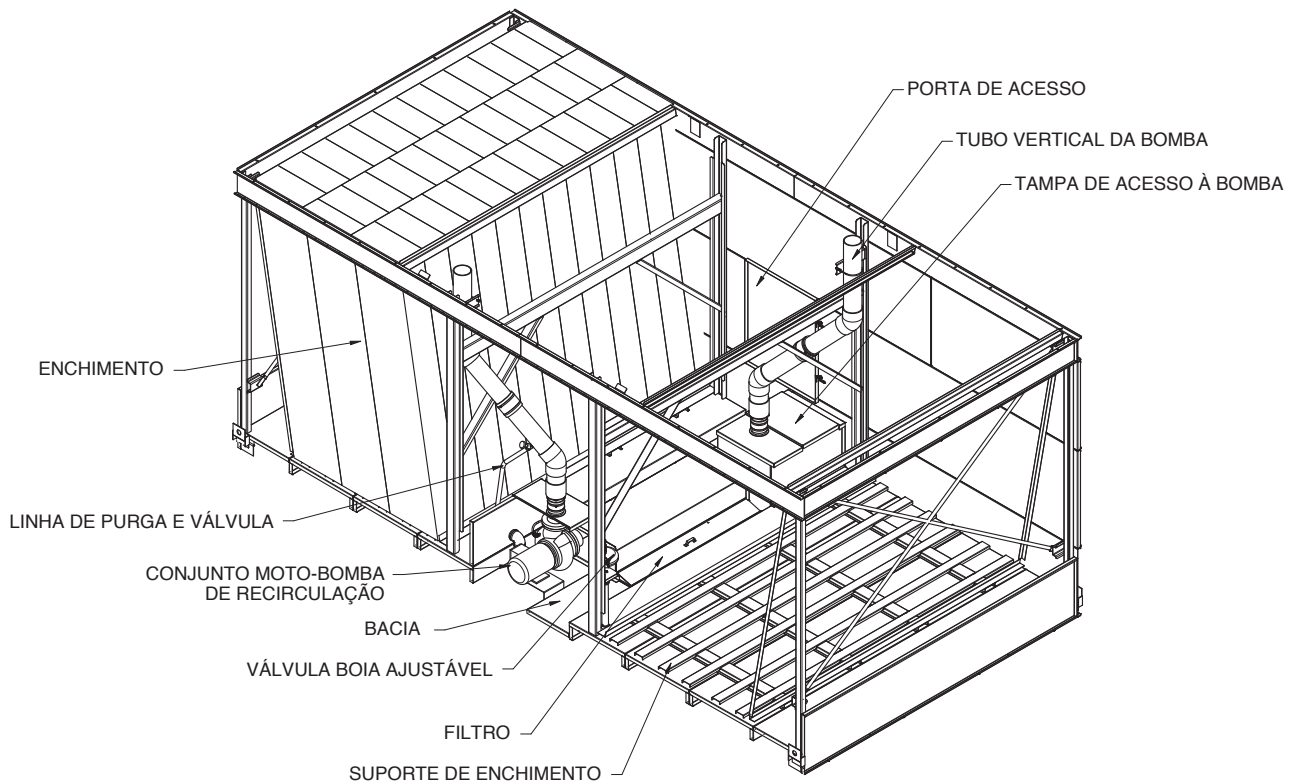


Unidades PHC-D - Entrada de Ar Bilateral com 12' e 14' de Largura

SEÇÃO DE TROCA TÉRMICA/VENTILADOR



SEÇÃO INFERIOR DA BACIA



Para se informar sobre peças e serviços autorizados da EVAPCO,
entre em contato com o representante local da EVAPCO.

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

CAIXA POSTAL Caixa postal 1300 • Westminster, MD 21158 EUA
410-756-2600 p • marketing@evapco.com • evapco.com

América do Norte

EVAPCO, Inc.

Sede Mundial

CAIXA POSTAL Box 1300
Westminster, MD 21158 EUA
410-756-2600 p | 410-756-6450 f
marketing@evapco.com

EVAPCO Leste

5151 Allendale Lane
Taneytown, MD 21787 EUA
410-756-2600 p | 410-756-6450 f
marketing@evapco.com

EVAPCO Leste

Key Building
Taneytown, MD EUA
410-756-2600 p
marketing@evapco.com

EVAPCO Meio-Oeste

Greenup, IL EUA
217-923-3431 p
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCO Oeste

Madera, CA EUA
559-673-2207 p
contact@evapcowest.com

EVAPCO Iowa

Lake View, IA EUA
712-657-3223 p

EVAPCO Iowa

Vendas e Engenharia
Medford, MN EUA
507-446-8005 p
evapcomn@evapcomn.com

EVAPCO Newton

Newton, IL EUA
618-783-3433 p
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCOLD

Greenup, IL EUA
217-923-3431 p
evapcomw@evapcomw.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.

685 Route 202/206, Suite 300
Bridgewater, NJ 08807 EUA
Phone: 1-908-379-2665
E-mail: info@evapcodc.com

EVAPCO Dry Cooling, Inc.

7991 Shaffer Parkway
Littleton, CO 80127 EUA
Telefone: 1-908-379-2665
E-mail: info@evapcodc.com
Telefone para Peças de Reposição:
908-895-3236
e-mail para Peças de Reposição: spares@evapcodc.com

EVAPCO Power México S. de R.L. de C.V.

Calle Iglesia No. 2, Torre E
Tizapan San Angel, Del. Alvaro Obregón
Ciudad de México, D.F. México 01090
Phone: +52 [55] 8421-9260
e-mail: info@evapcodc.com

Refrigeration Vessels & Systems Corporation

Subsidiária exclusiva da EVAPCO, Inc.
Bryan, TX EUA
979-778-0095 p
rvs@rvscorp.com

EvapTech, Inc.

Subsidiária exclusiva da EVAPCO, Inc.
Edwardsville, KS EUA
913-322-5165 p
marketing@evaptech.com

Tower Components, Inc.

Subsidiária exclusiva da EVAPCO, Inc.
Ramseur, NC EUA
336-824-2102 p
mail@towercomponentsinc.com

EVAPCO Alcoil, Inc.

Subsidiária exclusiva da EVAPCO, Inc.
York, PA EUA
717-347-7500 p
info@alcoil.net

Europa

EVAPCO Europe BVBA European Headquarters

Heersterveldweg 19
Industrieterrein Oost
3700 Tongeren, Belgium
(32) 12-395029 p | (32) 12-238527 f
evapco.europe@evapco.be

EVAPCO Europe, S.r.l.

Milano, Italy
(39) 02-939-9041 p
evapcoeuropa@evapco.it

EVAPCO Europe, S.r.l.

Sondrio, Italy

EVAPCO Europe GmbH

Meerbusch, Germany
(49) 2159 6956 18 p
info@evapco.de

EVAPCO Air Solutions

Subsidiária exclusiva da EVAPCO, Inc.
Aabybro, Denmark
(45) 9824 4999 p
info@evapco.dk

EVAPCO Air Solutions GmbH

Garbsen, Germany
(49) 5137 93875-0 p
info@evapcoas.de

Evap Egypt Engineering Industries Co.

Fabricante licenciado da EVAPCO, Inc.
Nasr City, Cairo, Egypt
2 02 24022866/2 02 24044997 p
primacool@link.net / shady@primacool.net

EVAPCO Middle East DMCC

Dubai, United Arab Emirates
+971 4 448 7242 p
info@evapco.ae

EVAPCO S.A. (Pty.) Ltd.

Fabricante licenciado da EVAPCO, Inc.
Isando 1600, Republic of South Africa
(27) 11-392-6630 p
evapco@evapco.co.za

Ásia-Pacífico

EVAPCO Asia/Pacific Headquarters

1159 Luoning Road
Baoshan Industrial Zone
Shanghai 200949, R.P. da China
(86) 21-6687-7786 p | (86) 21-6687-7008 f
marketing@evapcochina.com

EVAPCO (Shanghai) Refrigeration Equipment Co., Ltd.

Baoshan Industrial Zone Shanghai, R.P. da China
(86) 21-6687-7786 p
marketing@evapcochina.com

Beijing EVAPCO Refrigeration Equipment Co., Ltd.

Huairou District Beijing, P.R. China
010-6166-7238 p
evapcobj@evapcochina.com

EVAPCO Air Cooling Systems (Jiaxing) Company, Ltd.

Building 10, 1133 Taoyuan Road,
Jiaxing, Zhejiang, China
(86) 573 83119379
info@evapcoacs.cn

EVAPCO Australia (Pty.) Ltd.

Riverstone NSW 2765, Australia
(61) 2 9627-3322 p
sales@evapco.com.au

EvapTech Asia Pacific Sdn. Bhd

Subsidiária exclusiva da EvapTech, Inc.
Puchong, Selangor, Malaysia
(60-3) 8070-7255 p
marketing-ap@evaptech.com

América do Sul

EVAPCO Brasil

Equipamentos Industriais Ltda.
Al. Vênus, 151 – CEP: 13347-659
Indaiatuba – São Paulo – Brasil
(55+11) 5681-2000 p
vendas@evapco.com.br

Fan Technology Resource

Cruz das Almas – Indaiatuba
São Paulo, Brasil 13308-200
55 (11) 4025-1670
fantr@fantr.com

