



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

MANUAL DA BOMBA CENTRÍFUGA

EDIÇÃO 2017





Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	4
2. BOMBA CENTRÍFUGA	4
3. CAVITAÇÃO.....	4
4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS	5
5. DESCRIÇÃO GERAL COMPONENTES	6
5.1. BOMBA CENTRÍFUGA FRIGOSTRELLA	6
5.2. TAMPA PORTA EIXO COMPLETA.....	8
6. COMPONENTES DA BOMBA.....	9
6.1. CÁPSULA DO SELO COMPLETA.....	9
6.1.1. SELO DE VEDAÇÃO	10
6.2. EIXO DA BOMBA CENTRÍFUGA	10
6.3. ROLAMENTOS	10
6.4. CORPO DA BOMBA	10
6.6. TURBINA / ROTOR.....	10
6.7. VISOR.....	10
6.8. MOTOR ELÉTRICO	11
6.9. ACOPLAMENTO FLEXÍVEL.....	11
6.10. BASE DA BOMBA	12
6.11. FLANGE DE ENTRADA	12
6.12. FLANGE DE SAÍDA	13
6.13. FLANGE DE RESPIRO	13
6.14. PINTURA	14
6.15. ÓLEO LUBRIFICANTE	14
7. SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO.....	14
7.1. SELEÇÃO	14
7.2. INSTALAÇÃO.....	15
7.3. OPERAÇÃO	17



Soluções de Refrigeração Customizadas

7.3.1.	BOMBA CENTRÍFUGA NA PARTIDA.....	17
7.3.2.	BOMBA CENTRÍFUGA EM FUNCIONAMENTO.....	17
7.3.3.	BOMBA CENTRÍFUGA PARADA.....	17
8.	MONTAGEM E DESMONTAGEM DA BOMBA.....	18
8.1.	PROCEDIMENTO DE MONTAGEM.....	18
8.2.	PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM.....	18
8.3.	ACOPLAGEM DA BOMBA.....	20
9.	PEÇAS QUE DEVEM SER MANTIDAS EM ESTOQUE PARA MANUTENÇÃO.....	20
10.	REPARO DE FALHAS.....	21
11.	MANUTENÇÃO DE ROLAMENTOS.....	22
12.	DIMENSÕES DA BOMBA CENTRÍFUGA COM MOTOR ELÉTRICO.....	22
13.	SEQUÊNCIA DE APERTO E TORQUE DOS PARAFUSOS.....	26
13.1.	CORPO DA BOMBA.....	26
13.2.	FLANGE DE ENTRADA.....	26
13.3.	FLANGE DE SAÍDA.....	26
13.4.	BUCHA DA TURBINA.....	27
13.5.	TAMPA DA TURBINA.....	27
13.6.	PISTA SIMPLES DO SELO.....	27
13.7.	PISTA DUPLA DO SELO.....	27
13.8.	ACOPLAMENTO FLEXÍVEL.....	28
13.9.	BASE DA BOMBA.....	28
14.	PLANO DE REVISÃO.....	29
15.	CERTIFICADO DE GARANTIA.....	30



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

1. INTRODUÇÃO

Neste manual da bomba centrífuga da Frigostrella do Brasil o usuário encontrará uma sucinta introdução aos conceitos básicos relacionados à bomba centrífuga para refrigeração com enfoque maior nos componentes da bomba centrífuga modelos BZM e BHM e suas funções; dimensões necessárias para sua instalação; dicas para operação e manutenção, entre outros dados técnicos.

As informações que o usuário não encontrar neste manual deverão ser solicitadas ao fabricante.

2. BOMBA CENTRÍFUGA

2.1. INTRODUÇÃO

O bombeamento pode ser definido como: a adição de energia cinética a um fluido com o objetivo de transportá-lo de um ponto do sistema a outro ponto através de uma tubulação.

Este fluido deve ser bombeado com uma pressão “P” que deverá ser maior que a perda de carga equivalente da tubulação “P equivalente” e em alguns casos, em bombeamento vertical, deverá vencer também a pressão decorrente da diferença de cota “H” entre o ponto de instalação da bomba e o ponto final do recalque.

2.2. DEFINIÇÃO

Bombas centrífugas tem como princípio de funcionamento a força centrífuga que através de palhetas que ao girar no interior do corpo da bomba, impulsiona o fluido do centro da turbina/rotor para sua periferia, aumentando assim, sua energia cinética.

2.3. DESCRIÇÃO

De uma maneira simplória podemos descrever a construção e funcionamento de uma bomba centrífuga da seguinte forma:

- São constituídas de uma câmara (ou corpo da bomba) fechada, dentro do qual gira a turbina/rotor presa ao eixo da bomba, este eixo é acoplado ao motor elétrico (ou transmissor de energia mecânica). Dentro do corpo da bomba ocorre a transformação da energia cinética (energia de velocidade) transferida ao fluido pela turbina/rotor em energia de fluxo (ou energia de pressão). Esta energia de fluxo é que possibilita o líquido alcançar o ponto final da instalação de recalque.

3. CAVITAÇÃO

As limitações na sucção de uma bomba centrífuga são determinadas pelo fato de que a turbina/rotor não pode transmitir energia ao fluido até que este preencha totalmente o espaço entre as palhetas. Um dos fenômenos mais importantes associados às bombas centrífugas é o conceito de cavitação. Para melhor compreender este fenômeno termodinâmico, devemos entender o conceito de pressão de saturação de um líquido a uma dada temperatura.

Pressão de saturação de um líquido é a pressão onde ocorre a vaporização do líquido a certa temperatura, ou seja, dada como exemplo a água, sua pressão de saturação a 100°C é 0,1 MPa (ou 1 atm), ou sua temperatura de saturação à pressão atmosférica ao nível do mar é de 100°C. A saturação de um líquido dependerá da pressão e temperatura.

Toda bomba centrífuga requer em sua sucção apenas a entrada de líquido, estando o líquido a certa temperatura deverá ter uma pressão na entrada (pressão de sucção) suficiente para garantir o bom funcionamento do equipamento. Se a pressão for demasiadamente baixa (abaixo da pressão de saturação), haverá uma intensa formação de vapor na sucção. As bolhas de vapor, assim formadas, são conduzidas pelo fluxo de líquido até atingir pressões mais elevadas na região da turbina/rotor, onde



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

ocorre a implosão (colapso) destas bolhas com a condensação do vapor e o retorno ao estado líquido. Este fenômeno é conhecido como cavitação.

O colapso destas bolhas causa a retirada do material da superfície onde ocorrem as implosões (*pitting*), sendo acompanhado de vibrações e de um ruído de elevada frequência que influi no comportamento mecânico e rendimento da bomba por diminuição da altura manométrica.

As bombas para fluídos refrigerantes fabricadas pela Frigostrella foram projetadas para eliminar o problema acima mencionado, por intermédio de uma câmara de recirculação interna que evita a ocorrência da cavitação. Devido a esse projeto específico, as bombas da Frigostrella podem trabalhar com uma coluna mínima de líquido sem que ocorra a cavitação no bombeamento.

4. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

A bomba centrífuga deve atender uma série de requisitos técnicos específicos para evitar problemas de caráter, não somente hidráulico, como mecânico. O projeto exige um estudo detalhado dos diversos fatores envolvidos, principalmente no que se refere às características físico-químicas dos fluídos a serem bombeados.

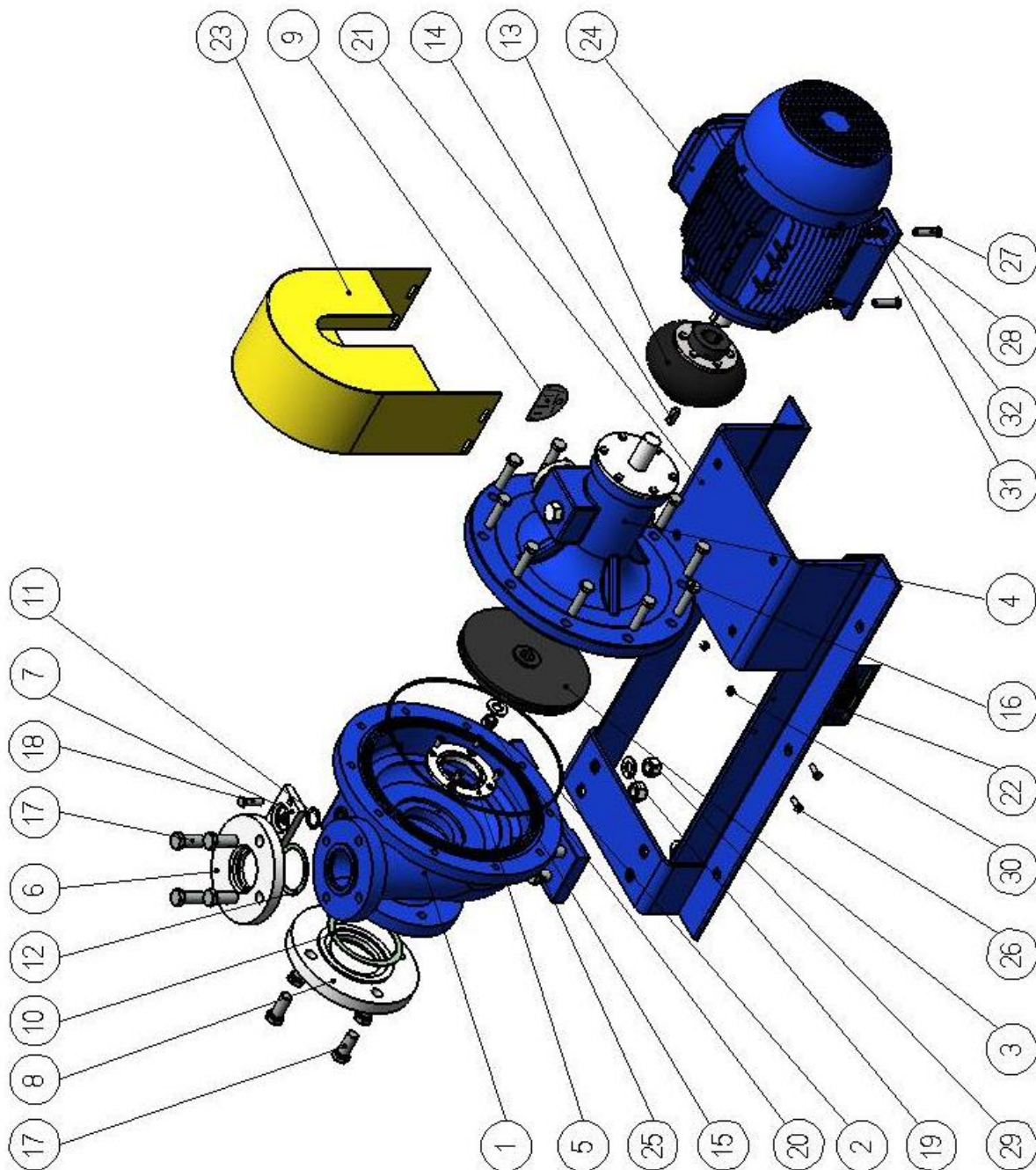
A bomba centrífuga da Frigostrella é do tipo de turbina/rotor em balanço, com sucção em linha ou axial e descarga vertical. Especialmente desenvolvida para o bombeamento de fluídos refrigerantes, tais como: amônia e freon. Sob consulta a bomba centrífuga poderá ser aplicada para bombear outros gases refrigerantes e fluídos para refrigeração.



Soluções de Refrigeração Customizadas

5. DESCRIÇÃO GERAL COMPONENTES

5.1. BOMBA CENTRÍFUGA FRIGOSTRELLA



[FIGURA 01]



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

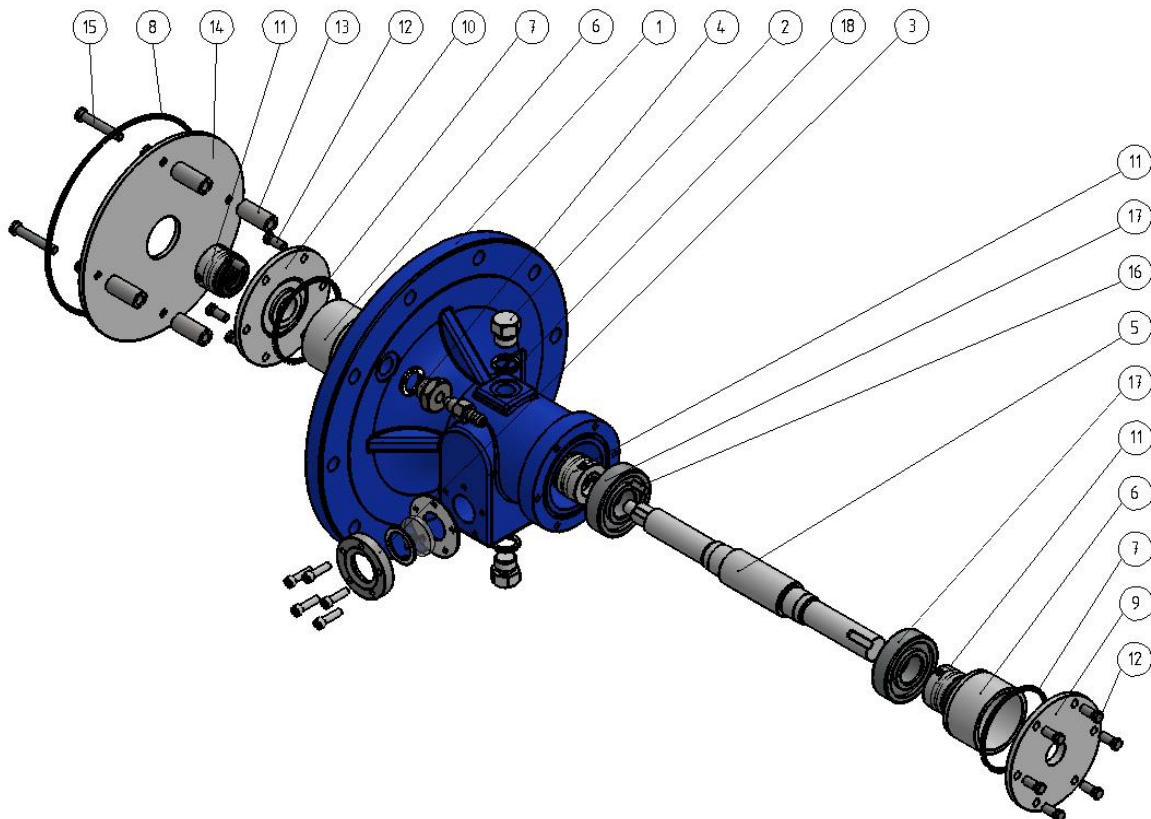
Nº DO ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	CONF. MODELO	CORPO DA BOMBA
2	BANE.200.4367	ANEL ORING DO CORPO DA BOMBA
3	CONF. MODELO	TURBINA DA BOMBA
4	BTAM.203.0001	TAMPA PORTA EIXO COMPLETA
5	BBUC.204.0107	BUCHA DA TURBINA
6	CONF. MODELO	FLANGE DE SAÍDA
7	BFLA.204.0085	FLANGE RESPIRO
8	BFLA.204.0000	FLANGE DE ENTRADA
9	BPLA.301.5068	PLAQUETA COM DIAGRAMA DE INSTALAÇÃO DA BOMBA
10	BJUN.207.0096	JUNTA FLANGE ENTRADA
11	BJUN.207.0030	JUNTA FLANGE DE EQUALIZAÇÃO
12	BJUN.207.0057	JUNTA FLANGE DE SAIDA
13	CONF. MODELO	ACOPLAMENTO COMPLETO
14	CONF. MODELO	CHAVETA DO ACOPLAMENTO
15	DPAR.264.1412	PARAFUSO FIXAÇÃO DA BUCHA DA TURBINA
16	DPAR.244.5122	PARAFUSO DE FECHAMENTO DA BOMBA
17	DPAR.244.5811	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA FLANGE DE ENTRADA E SAÍDA
18	DPAR.244.3814	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA FLANGE DE EQUALIZAÇÃO
19	DARR.274.0058	ARRUELA LISA
20	DPOR.224.0012	PORCA DA PONTA DO EIXO
21	CONF. MODELO	BASE DA BOMBA
22	DPLA.300.4618	PLAQUETA ALUM IDENTIFI. N° SÉRIE / MODELO
23	BCHA.204.0793	PROTEÇÃO DO ACOPLAMENTO
24	CONF. MODELO	MOTOR ELÉTRICO
25	DPAR.254.5820	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO CORPO DA BOMBA
26	DPAR.244.1434	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA PROTEÇÃO DO ACOPLAMENTO
27	DPAR.244.3811	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO MOTOR ELÉTRICO
28	DARR.254.0038	ARRUELA LISA
29	DPOR.224.0058	PORCA FIXAÇÃO DO CORPO DA BOMBA
30	DPOR.224.0014	PORCA FIXAÇÃO DA PROTEÇÃO DO ACOPLAMENTO
31	DPOR.224.0238	PORCA FIXAÇÃO DO MOTOR ELÉTRICO
32	DARR.274.3800	ARRUELA DE PRESSAO

LISTA 01 - DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA BOMBA



Soluções de Refrigeração Customizadas

5.2. TAMPA PORTA EIXO COMPLETA



[FIGURA 02]

Nº DO ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	BTAM.203.0000	TAMPA PORTA EIXO SIMPLES
2	BBUJ.205.1200	BUJÃO DA BOMBA
3	BVIS.200.0001	VISOR COMPLETO
4	BPUR.204.0001	PURGADOR COMPLETO
5	BEIX.204.0007	EIXO DA BOMBA CENTRÍFUGA
6	BCAL.204.2120	CALÇO DO ROLAMENTO
7	BANE.200.1237	ANEL ORING DA PISTA DO SELO
8	BANE.200.1267	ANEL ORING DA TAMPA DA TURBINA
9	BPIS.204.0001	PISTA SIMPLES DO SELO
10	BPIS.204.0002	PISTA DUPLA DO SELO
11	BCAP.204.0001	CAPSULA DO SELO COMPLETA
12	DPAR.244.5163	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA PISTA
13	BCAL.204.3800	CALÇO DA TAMPA DA TURBINA
14	BTAM.204.2254	TAMPA DA TURBINA
15	DPAR.264.5162	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA TAMPA DA TURBINA
16	BCHA.204.1416	CHAVETA DO EIXO DA TURBINA
17	BROL.200.6306	ROLAMENTO DO EIXO DA BOMBA
18	BARR.208.0001	ARRUELA DO BUJÃO

LISTA 02 - DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DA TAMPA PORTA EIXO



Soluções de Refrigeração Customizadas

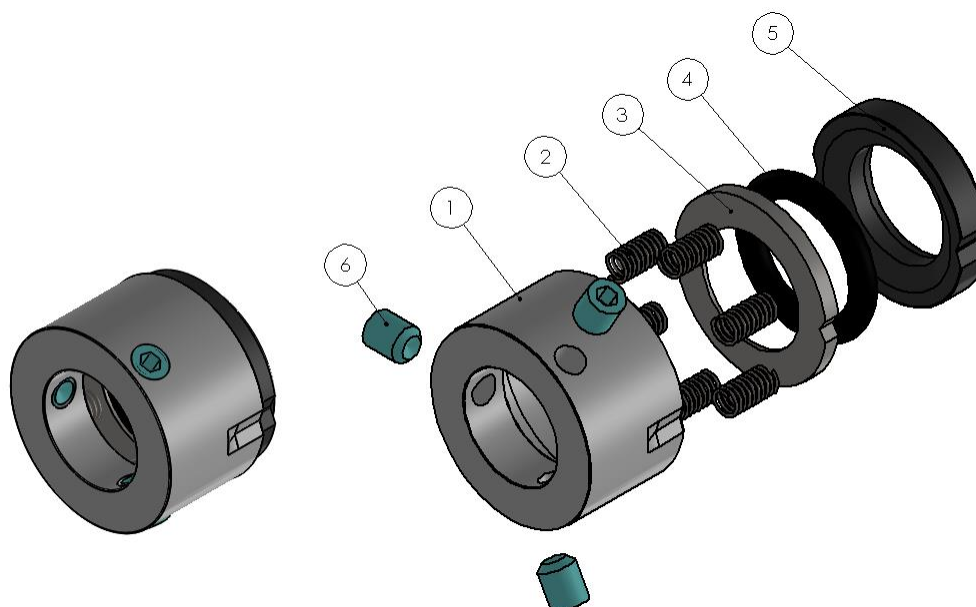
6. COMPONENTES DA BOMBA

6.1. CÁPSULA DO SELO COMPLETA

A cápsula do selo completa tem como principal função vedar a câmara de óleo lubrificante, ela impede que o líquido refrigerante entre na câmara destinada ao óleo lubrificante da bomba ou que este seja succionado caso a bomba entre em vácuo, além de evitar a saída de lubrificante para a parte exterior da tampa da bomba. Ela é posicionada e fixada ao eixo através de três parafusos com sextavado interno sem cabeça.

Aconselhamos que seja sempre efetuada a troca da cápsula do selo completa anualmente para evitar que o desgaste dos selos de vedação afete outros componentes do equipamento, comprometendo sua eficiência e vida útil em operação.

Na Figura abaixo podemos observar detalhes da cápsula do selo completa com seus respectivos componentes:



[FIGURA 03]

Nº DO ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	BCAP.204.0000	CAPSULA DO SELO SIMPLES (*)
2	BMOL.200.0000	MOLA DE COMPRESSÃO
3	BARR.204.0000	ARRUELA DO SELO
4	BANE.200.1317	ANEL ORING DO SELO DE VEDAÇÃO
5	BSEL.200.0000	SELO DE VEDAÇÃO LAPIDADO
6	BPAR.284.5163	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA CAPSULA

LISTA 03 - COMPONENTES DA CAPSULA DO SELO

(*) Não comercializamos este componente individualmente.



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

6.1.1. SELO DE VEDAÇÃO

Os três selos de vedação possuem características construtivas idênticas, são parte integrante do conjunto da cápsula do selo completa e os responsáveis direto pela vedação da câmara de óleo lubrificante da bomba.

6.2. EIXO DA BOMBA CENTRÍFUGA

O eixo da bomba centrífuga tem como função transmitir o torque do acionador a turbina/rotor da bomba. Ele é fabricado em aço liga SAE 8620 que atende às exigências dos esforços combinados de flexo-torção em altas velocidades, além de ser um material de excelente resistência ao desgaste.

6.3. ROLAMENTOS

São utilizados rolamentos fixos de esferas com uma carreira sem blindagem/vedação, modelo 6306 ou similar de mesma qualidade que atendam as características técnicas de projeto.

6.4. CORPO DA BOMBA

O corpo da bomba é fabricado em ferro fundido SAE 120 ASTM A-48 classe 30-IRAM GG-20, conforme DIN 1691 com certificado ISO 9000. Os corpos são todos inspecionados quanto as possíveis imperfeições do processo de fundição e testados sob pressão para garantir a perfeita qualidade do produto.

6.5. TAMPA DA BOMBA

A tampa da bomba é fabricada em ferro fundido com as mesmas especificações técnicas que o material utilizado na fabricação do corpo da bomba. Ela é inspecionada quanto as possíveis imperfeições do processo de fundição e testada sob pressão para garantir a perfeita qualidade do produto.

6.6. TURBINA / ROTOR

A turbina/rotor é o componente responsável por adicionar energia ao fluido, ela é fabricado em ferro fundido com as mesmas especificações técnicas que o material utilizado na fabricação do corpo da bomba centrífuga.

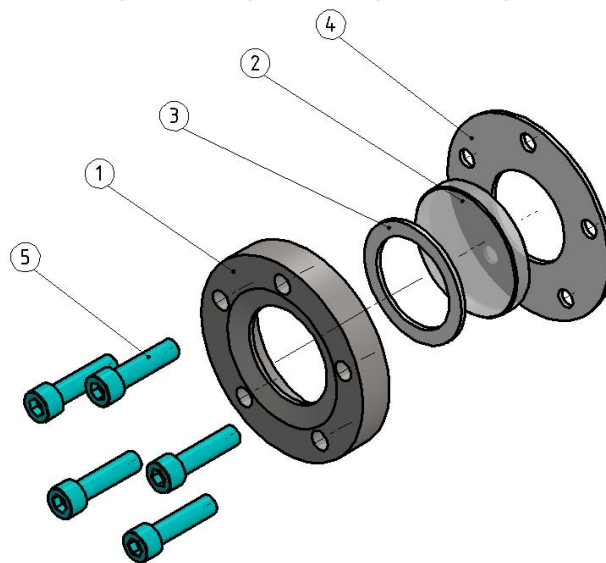
6.7. VISOR

O visor tem como função principal facilitar a verificação visual do nível de óleo. Ele é composto por cinco componentes, sendo um deles o vidro cristal que é indicado para ser utilizado em componentes que trabalham em temperaturas de até 100 °C; possui excelente resistência aos choques térmicos e mecânicos; e tem de 70 a 80% transparência.

Na figura 04 podemos observar detalhes do visor com seus respectivos componentes.



Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 04]

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	BVIS.200.0002	CORPO DO VISOR
2	DVID.200.4260	VIDRO DO VISOR
3	BJUN.207.0040	JUNTA DO VISOR D40
4	BJUN.207.0065	JUNTA DO VISOR EXTERNA
5	DPAR.234.1410	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO VISOR

LISTA 04 - DESCRIÇÃO COMPONENTES DO VISOR

6.8. MOTOR ELÉTRICO

É utilizado um motor elétrico trifásico com proteção IP-54 e com potência, frequência e número de polos adequados para cada modelo. O motor elétrico e a bomba são montados sobre uma base metálica e acoplados através de um sistema de transmissão flexível.

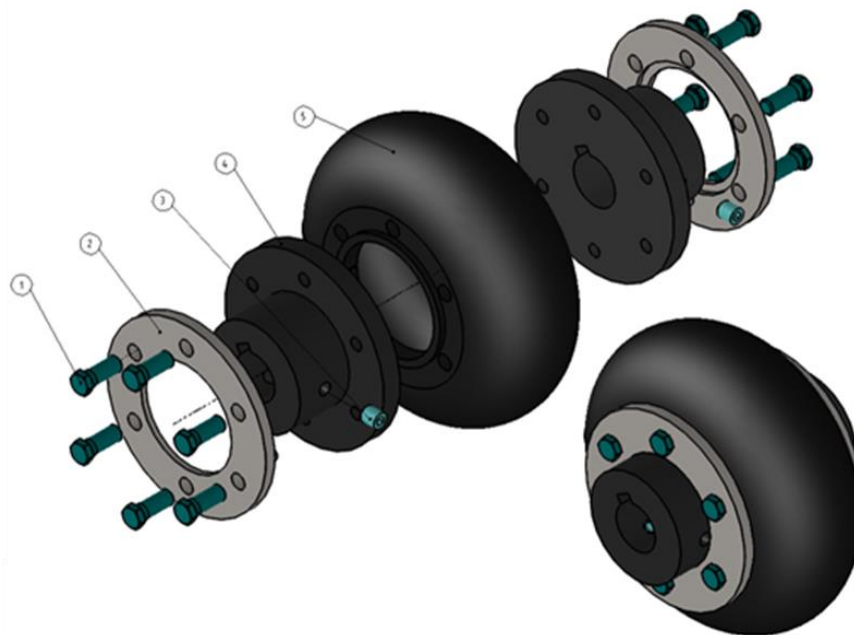
6.9. ACOPLAMENTO FLEXÍVEL

O sistema de acoplamento flexível foi desenvolvido de forma a transmitir o torque necessário ao funcionamento da bomba centrífuga em plena vazão e corrigir possíveis erros de alinhamento que poderiam comprometer a eficiência e a vida útil dos componentes.

O acoplamento flexível é um item de segurança em casos de sobrecarga mecânica, força excessiva de torção, ele evita maiores avarias ao conjunto de componentes.



Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 5]

ITEM	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	DPAR.244.5163	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA PISTA
2	BANE.204.9656	ANEL DO ACOPLAMENTO
3	BPAR.284.5163	PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA CAPSULA
4	CONFORME MODELO	ACOPLAMENTO
5	BCEN.200.0001	CENTRO ELÁSTICO

LISTA 05 - DESCRIÇÃO DOS COMPONENTES DO ACOPLAMENTO FLEXÍVEL

6.10. BASE DA BOMBA

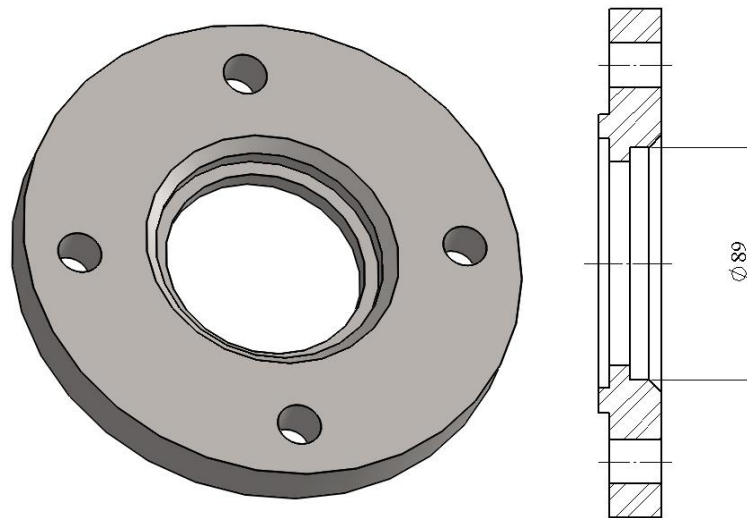
A base da bomba é feita em aço e tratada com uma base anticorrosiva para ter uma maior resistência à corrosão, depois recebe duas demãos de tinta padrão azul bizantino martelado, a mesma tinta que é utilizada na pintura do corpo e da tampa da bomba. Suas dimensões são definidas conforme modelo da bomba a ser montada. Na tabela 03 encontram as suas principais medidas conforme modelo.

6.11. FLANGE DE ENTRADA

O flange de entrada é fabricado em aço, fixado por parafusos ao corpo da bomba e soldado a tubulação do separador de líquido da linha de alimentação da bomba ou linha de líquido. Suas dimensões seguem normas internas de fabricação. Sua classe de pressão é 150#.



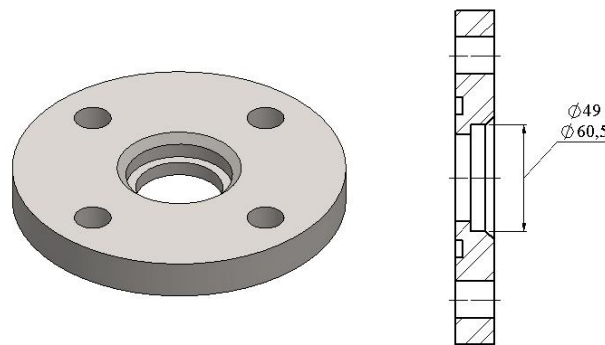
Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 06]

6.12. FLANGE DE SAÍDA

O flange de saída é fabricado com o mesmo material do flange de entrada. O flange de saída é fixado por parafusos ao corpo da bomba centrífuga e soldado a tubulação de recalque da instalação. Suas dimensões seguem normas internas de fabricação que variam conforme o modelo da bomba centrífuga (veja tabela 01). Sua classe de pressão é 150#.



[FIGURA 07]

6.13. FLANGE DE RESPIRO

O flange de respiro é fabricado em aço, fixado por parafusos ao corpo da bomba centrífuga e soldado a tubulação do coletor de equalização e de gás do separador de líquido. Tem como principal finalidade eliminar a possibilidade de formação de gases no interior do corpo da bomba centrífuga em funcionamento que acarretaria na diminuição da eficiência e uma possível cavitação do equipamento.

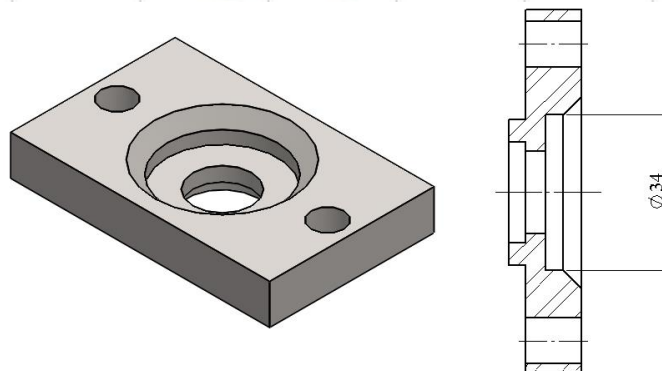
O flange de respiro deve ter seus pontos de interligação no separador de líquido um abaixo do nível mínimo de líquido requerido H mínimo (coletor de equalização) e outro ponto acima do nível máximo de líquido (coletor de gás). Suas dimensões seguem normas internas de fabricação. Sua classe de pressão é de 150#.



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 08]

6.14. PINTURA

A bomba é tratada com uma base anticorrosiva o que lhe dá uma maior resistência à corrosão, depois recebe duas demãos de tinta padrão azul bizantino martelado.

6.15. ÓLEO LUBRIFICANTE

O óleo lubrificante utilizado na câmara da bomba deve ser naftênico: apresenta baixa tendência à formação de depósitos de carbono, baixo ponto de fluidez e boa estabilidade.

O óleo recomendado pela Frigostrella é o CP 68RF da Lubrax que reúne as características técnicas mencionadas acima. Pode ser usado outro óleo lubrificante, contanto que sejam equivalentes ao recomendado.

Ao completar o nível de óleo usar o mesmo óleo lubrificante contido dentro do equipamento, na impossibilidade de utilização do mesmo, sempre realizar a troca total do óleo lubrificante. Nunca misturar óleos lubrificantes diferentes!

A troca deverá ser efetuada conforme plano de revisão periódico ou quando necessário por motivos de manutenção. A quantidade de óleo lubrificante a ser colocado no equipamento é de 700 ml.

Atenção: no primeiro mês de uso, verificar o nível de óleo lubrificante semanalmente.

7. SELEÇÃO, INSTALAÇÃO E OPERAÇÃO.

7.1. SELEÇÃO

As Bombas devem ser selecionadas de acordo a vazão requerida pelo sistema e altura manométrica (coluna) necessária.

A potência do motor elétrico depende do refrigerante a ser bombeado e das condições de operação. Na tabela abaixo podemos observar as características técnicas das bombas de fabricação da Frigostrella trabalhando com amônia (NH₃) em regime variável (-10°C a -45°C).

Atenção: para outros fluídos refrigerantes ou regime de trabalho diferente do especificado acima, consultar o fabricante.



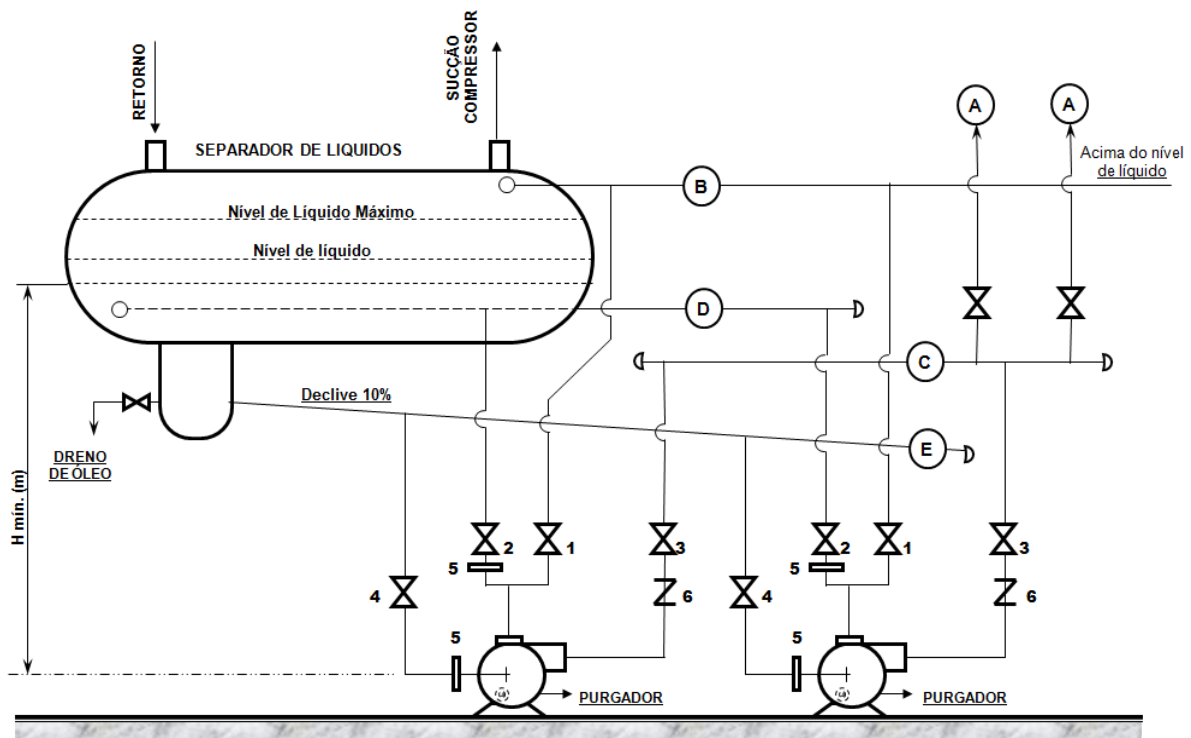
Soluções de Refrigeração Customizadas

MODELO		ZM-1	ZM-2	ZM-3	ZM-4	ZM-5	ZM-6	ZM-9	ZM-11	HM-3,5	HM-7,5	HM-9	HM-11	
DADOS														
VAZÃO	[m³/h]	5	10	15	20	30	40	50	55-65	4	10	15	20	
PRESSÃO	[m.c.a]	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	30-40	10-15	10-15	10-15	10-15	
CONEXÕES	ENTRADA	[pol.]	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	3"	
	SAÍDA	[pol.]	1.1/2"	1.1/2"	2"	2"	2"	2"	2"	1.1/2"	1.1/2"	1.1/2"	1.1/2"	
	RESPIRO	[pol.]	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	1"	
MOTOR 60 Hz	POTÊNCIA NOMINAL	[hp]	4	5	6	7,5	10	12,5	12,5	15	2	3	5	5
	ROTAÇÃO	[RPM]	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	3500	1750	1750	1750	1750
	POLOS	-	2	2	2	2	2	2	2	2	4	4	4	4
	CARCAÇA	[N°]	90L	100L	112M	112M	132S	132M	132M	132M	90S	90L	100L	100L
PESO	C/MOTOR	[kg]	144	154	160	164	188	191	191	196	141	144	154	154
	S/MOTOR	[kg]	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122	122

[TABELA 01]

7.2. INSTALAÇÃO

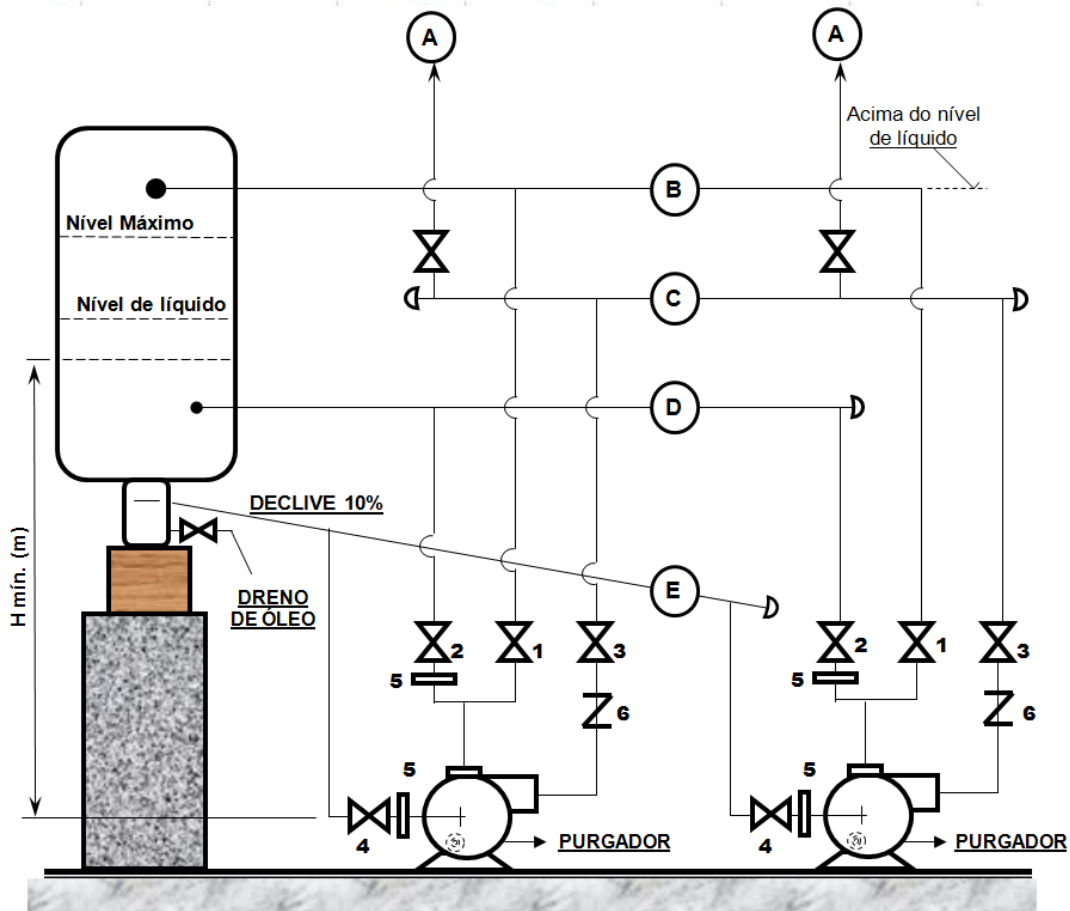
Esquema de instalação com duas bombas: uma em operação e a outra de reserva.



[FIGURA 09]



Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 10]

ITEM	DESCRIÇÃO
A	Recalque Para O Evaporador
B	Coletor De Gás Da Bomba
C	Coletor De Racalque
D	Coletor De Equalização
E	Coletor De Alimentação Da Bomba

LISTA 06 - LEGENDA DAS FIGURAS 09 e 10

Na tabela 02 é sugerida uma altura mínima de sucção (H mín.) para que se obtenha um bom funcionamento do equipamento. Entretanto, dependendo do projeto e das condições de trabalho, este valor pode ser diferente do valor sugerido.

REGIME [°C]	H mín. [m]
-10	1,00
-35	1,50
-40	1,75
-45	2,00

[TABELA 02]



Soluções de Refrigeração Customizadas

7.3. OPERAÇÃO

7.3.1. BOMBA CENTRÍFUGA NA PARTIDA

Na condição de partida, as válvulas (2), (3) e (4) deverão estar abertas e a válvula (1) fechada.

Se a bomba estiver parada por longo período, sugerimos remover o eixo da mesma para lubrificar os espelhos dos selos antes de colocá-la em operação.

ATENÇÃO: Com a bomba em funcionamento nunca abra a válvula (1)! Ela aberta irá gerar um vácuo na região da câmara com a diminuição do diferencial de pressão e possível cavitação do equipamento.

7.3.2. BOMBA CENTRÍFUGA EM FUNCIONAMENTO

Com a bomba em funcionamento, as válvulas (2), (3) e (4) deverão estar sempre abertas para garantir alimentação de líquido e vazão deste líquido para tubulação de recalque.

ATENÇÃO: Nunca feche a válvula (3) com as válvulas (2) e (4) abertas com o equipamento em funcionamento. Perigo de danos ao equipamento e a instalação, além de constituir um enorme risco a segurança.

7.3.3. BOMBA CENTRÍFUGA PARADA

Quando a bomba estiver parada, a válvula (1) deverá estar sempre aberta para que mantenha o corpo da bomba "sem pressão" na região dos selos, enquanto que as válvulas (2), (3) e (4) deverão estar fechadas.

ATENÇÃO: Nunca feche a válvula (1) com a bomba parada, isto acarretará em danos ao equipamento e grande risco a segurança.

Se ficar líquido no interior da bomba com a válvula (1) fechada, haverá uma expansão do fluido refrigerante com o consequente aumento de pressão no interior do corpo da bomba, este aumento de pressão pode acarretar sérios danos ao sistema de vedação da bomba e em alguns casos levar ao colapso total do equipamento com o rompimento do corpo da bomba, o que configura um grande perigo a integridade dos equipamentos da instalação e, principalmente, a segurança dos operadores.

A pressão máxima admissível com a bomba parada é de 7 kg / cm².

A válvula (1) encontra-se na linha de equalização existente entre a bomba e o coletor de gás do separador de líquido, com bitola de 1".

Como pode ser verificada nas figuras 15 e 16, a válvula (2) deve ser conectada entre a bomba e o coletor de equalização do separador de líquido, cuja bitola é de 1.1/4".

A linha de alimentação do coletor de equalização encontra-se instalada abaixo do nível mínimo de líquido (H mín.) e tem a finalidade de sobrealimentar o rotor da bomba para que este não entre em cavitação, motivo pelo qual o usuário deverá manter a válvula (2) sempre aberta quando a bomba estiver em funcionamento.

A válvula (3) está instalada na tubulação de saída da bomba. A instalação é feita com uma bitola de 1.1/2" ou 2" conforme modelo da bomba. A válvula (4) encontra-se na tubulação de alimentação de líquido existente entre o separador e a bomba, com bitola de 3".

Recomenda-se colocar filtros (5) para evitar sujeira na instalação. Estes filtros deverão ser limpos na primeira semana a cada 10 horas de trabalho, após este período limpar conforme plano de revisão



Soluções de Refrigeração Customizadas

periódico. Quando os filtros não mais apresentarem sinal de sujeira, retirá-los definitivamente das linhas de alimentação da bomba.

Caso as bombas operem juntas, é necessária a colocação de válvulas de retenção (6).

Quando for realizar a manutenção, o purgador deverá ser aberto e conectado a uma mangueira submersa num recipiente com água fria para absorver alguma porção de amônia que ainda possa existir no interior da bomba. Somente após este procedimento, a desmontagem poderá ser realizada de forma segura.

8. MONTAGEM E DESMONTAGEM DA BOMBA

8.1. PROCEDIMENTO DE MONTAGEM

- Monte as cápsulas dos selos completa (figura 03) com seus respectivos componentes: cápsula do selo simples, mola de compressão, arruela do selo acabada, anel oring, selo de vedação lapidado e parafuso sextavado interno sem cabeça.
- Monte no eixo da bomba os rolamentos e as cápsulas dos selos que ficarão na parte interna da câmara de óleo lubrificante. Certifique-se de que os rolamentos e as capsulas estejam montados na posição correta (encostados ao ressalto do eixo) e que estejam bem fixos.
- Posicione o eixo, monte o calço do rolamento e a pista de selo simples e aperte conforme indicado na figura 19.
- Gire a tampa da bomba, monte o calço do rolamento e a pista de selo dupla e aperte conforme indicado na figura 20.
- Gire o eixo com a mão, certifique-se de que não esteja travado e não tenha folga longitudinal (no sentido paralelo ao eixo).
- Monte a cápsula que fica na câmara de líquido refrigerante obedecendo à dimensão "X" (conforme figura 11) e aperte os três parafusos de fixação da cápsula. Certifique-se de esteja bem fixa ao eixo.
- Monte o calço e a tampa da turbina. Aperte conforme indicado na figura 18.
- Monte a turbina, a chaveta da turbina, a arruela lisa e a porca sextavada conforme mostrado na figura 11.
- Coloque o anel oring da tampa porta eixo e da tampa da turbina; monte a tampa porta eixo no corpo da bomba e aperte conforme indicado na figura 14.
- Gire novamente com a mão o eixo da bomba, certifique-se de que não há interferências e nem folgas e que todos os componentes estejam bem fixados.
- Após a bomba montada faça um teste de estanqueidade para certificar-se de que o equipamento não tenha nenhum vazamento e possa trabalhar de forma segura e eficiente.

(Observação: como referência aos procedimentos destacados neste tópico e para melhor visualização dos componentes e sequência de montagem por parte do usuário, veja as figuras 1, 2, 3, 4, 5 e 11 deste manual.)

8.2. PROCEDIMENTO DE DESMONTAGEM

- Desacople a tampa porta eixo do acoplamento e desparafuse-a do corpo da bomba.



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

- Retire a porca e a arruela para liberar o rotor, retire-o em seguida.
- Retire a tampa da turbina junto com os calços.
- Solte a capsula do selo completa e retire-a do eixo.
- Retire a pista de selo dupla e o calço do rolamento.
- Vire a tampa porta eixo e retire a pista de selo simples e o calço do rolamento.
- Retire o eixo que sairá junto com os rolamentos e as capsulas dos selos fixadas no eixo.
- Retire os rolamentos e as capsulas dos selos do eixo.

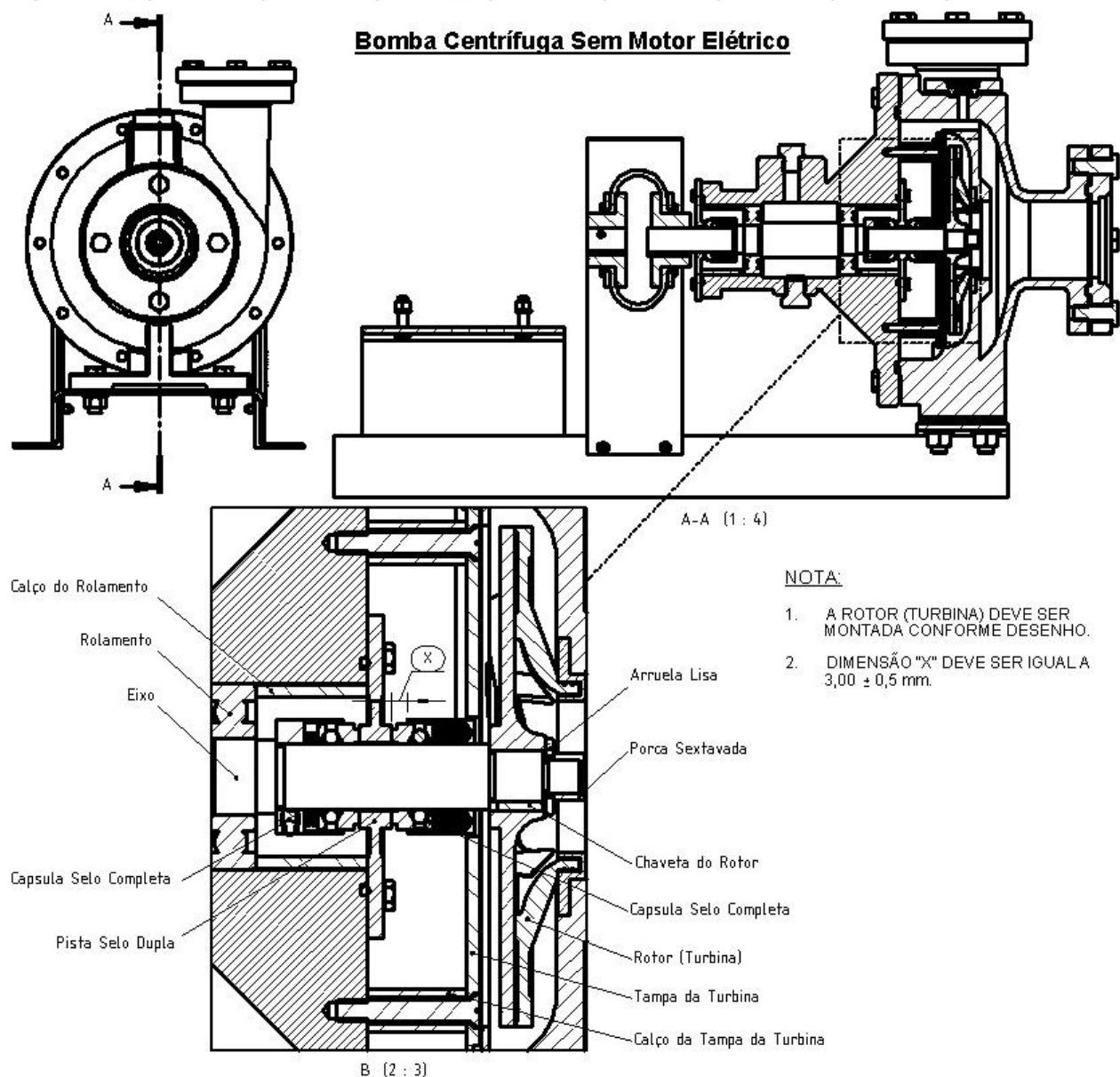
Verifique o estado da cápsula do selo, da pista de selo simples e dupla que deverão ser trocadas conforme plano de revisão periódico.

Troque os anéis oring conforme plano de revisão periódico para garantir uma perfeita vedação.

Realizadas as verificações, substituições e reparos necessários, faça a montagem seguindo as orientações do manual. Segue abaixo uma figura ilustrativa com a montagem dos componentes internos da bomba:



Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 11]

(Observação: para maiores informações entre em contato com o fabricante).

8.3. ACOPLAGEM DA BOMBA

Na operação de acoplagem da bomba ao motor elétrico deve-se evitar qualquer tipo de impacto: montagens forçadas danificam os componentes internos de vedação do equipamento.

9. PEÇAS QUE DEVEM SER MANTIDAS EM ESTOQUE PARA MANUTENÇÃO

Aconselhamos que sejam mantidas em estoque as peças listadas abaixo para realizações das manutenções preventivas e caso ocorra à necessidade, a realização de manutenção corretiva.



Soluções de Refrigeração Customizadas

QTDE.	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	BEIX.204.0107	EIXO DA BOMBA
2	BROL.200.6306	ROLAMENTO DO EIXO DA BOMBA
3	BCAP.204.0001	CAPSULA DO SELO COMPLETA
2	BANE.200.1237	ANEL ORING DA PISTA DO SELO
1	BANE.200.1267	ANEL ORING DA TAMPA DA TURBINA
1	BANE.200.4367	ANEL ORING DO CORPO DA BOMBA
1	BPIS.204.0001	PISTA SIMPLES DO SELO
1	BPIS.204.0002	PISTA DUPLA DO SELO
1	CONF. MODELO	ACOPLAMENTO COMPLETO
1	CONF. MODELO	TURBINA
1	BJUN.207.0096	JUNTA FLANGE ENTRADA
1	BJUN.207.0030	JUNTA FLANGE DE RESPIRO D30
1	BJUN.207.0057	JUNTA FLANGE DE SAIDA

LISTA 07 - LISTA DE PEÇAS PARA REPOSIÇÃO

(Observação: a quantidade descrita acima se refere à reposição para uma bomba)

10. REPARO DE FALHAS

Segue abaixo a indicação de alguns problemas comuns e possíveis medidas corretivas:

- Desgaste prematuro do acoplamento, levando a ruptura.
 - Observar o alinhamento do eixo do motor em relação ao eixo da bomba e se necessário realinhe. Quando desalinhados geram tensões tangenciais excessivas levando à ruptura do centro elástico do acoplamento.
- Vazamento de amônia.
 - Troque os anéis de vedação do equipamento e as juntas de vedação; observar se foi seguido o plano de apertos dos parafusos descritos no capítulo 13 deste manual.
- Entrada de amônia na câmara de óleo lubrificante.
 - Troque a pista de selo dupla, as capsulas dos selos de vedação e o anel oring da pista de selo dupla. Observar e seguir plano de aperto dos parafusos descrito no capítulo 13 deste manual.
- Desgaste prematuro do rotor.
 - Observar se o equipamento não entra em cavitação em períodos intermitentes, caso ocorra, siga o descrito no tópico referente à cavitação para corrigir a falha.
- Cavitação.
 - Observar o nível mínimo de líquido no separador se estar correto (H mínimo); observar o sistema de sobrealimentação da turbina/rotor se está interligado e operando de forma correta; limpar ou substituir os filtros da linha de alimentação da bomba centrífuga. Outra provável causa pode ser a falta de auto-resfriamento no rolamento do eixo, neste caso observar o tópico referente à manutenção de rolamentos para corrigir a falha.



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

11. MANUTENÇÃO DE ROLAMENTOS

Ao fazer manutenção nos rolamentos da bomba atente-se a:

- a) Excesso de folgas e desalinhamento.
 - Ocasional vibrações.
 - Redução de vida útil do rolamento.
 - Compromete o funcionamento dos selos de vedação.
- b) Aperto excessivo do anel externo do rolamento.
 - Desgaste prematuro do rolamento.
 - Ruído excessivo.
- c) Falta de Lubrificação.
 - Aquecimento.
 - Ruído excessivo.
 - Desgaste prematuro do rolamento.
 - Aumento de consumo de potência do motor elétrico.
 - Redução da vida útil do motor elétrico.

Estes são pontos onde é necessário um cuidado maior na verificação para que se obtenha a máxima eficiência do equipamento sem comprometer a vida útil dos componentes.

12. DIMENSÕES DA BOMBA CENTRÍFUGA COM MOTOR ELÉTRICO

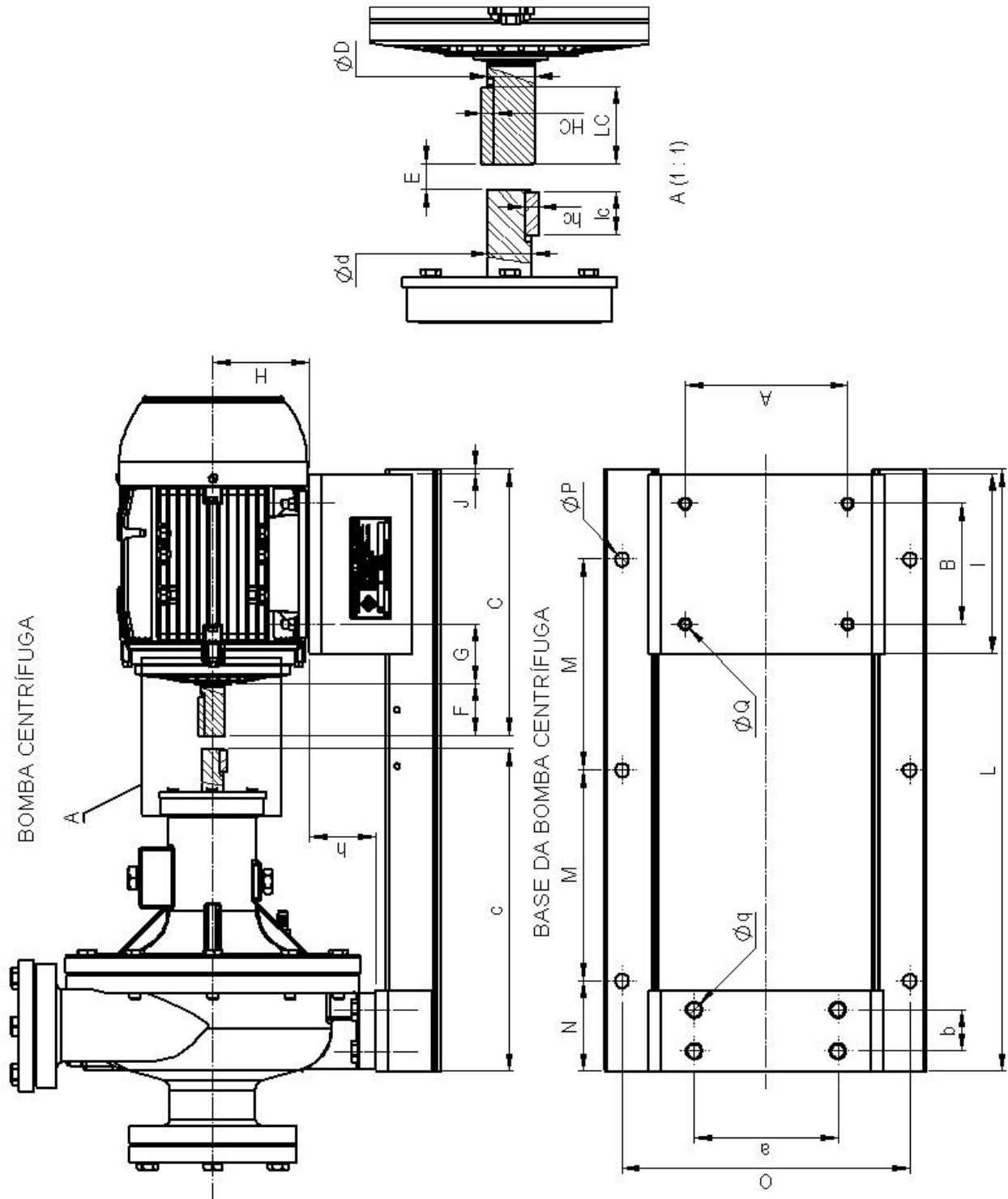
Segue abaixo uma tabela com algumas dimensões das bombas centrífuga modelos BZM e BHM para instalações com motor elétrico em 60 Hz.



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas



[FIGURA 12]

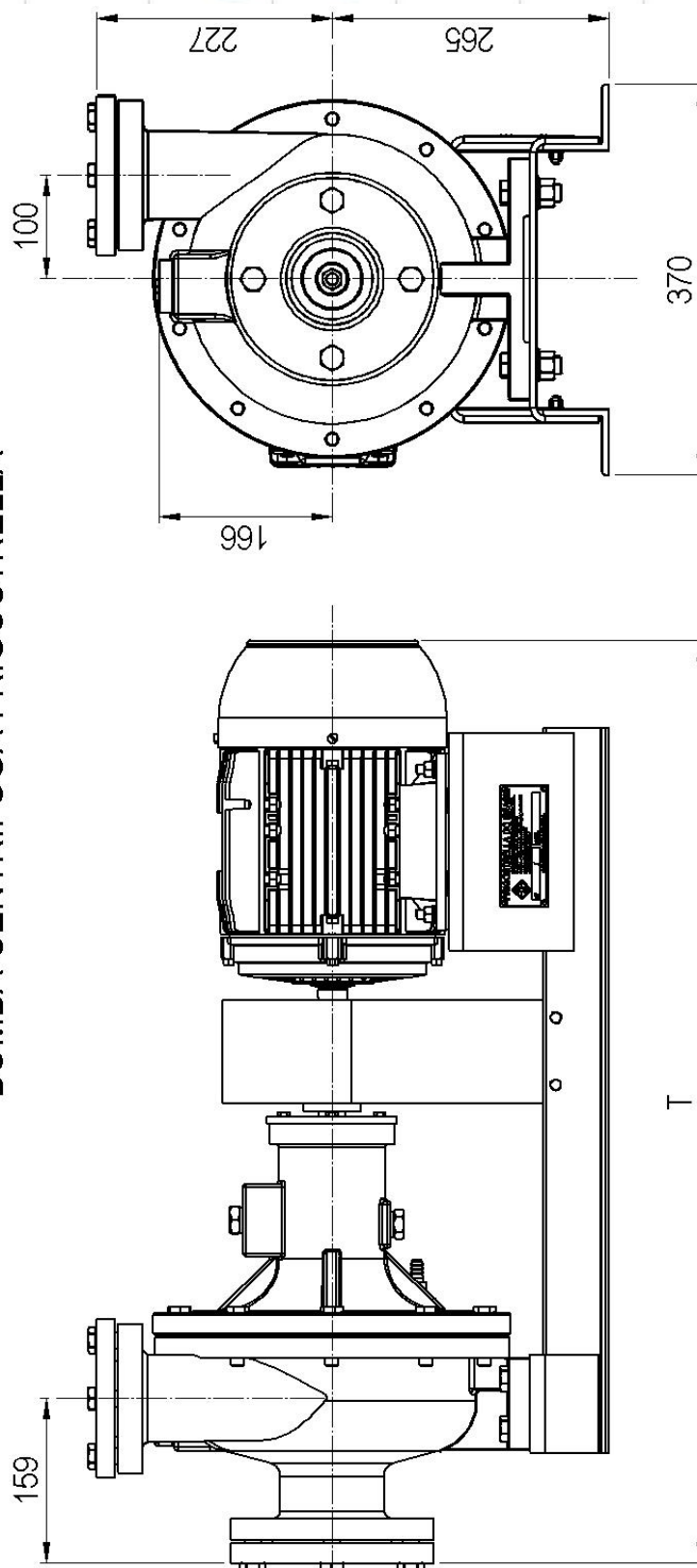


Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

BOMBA CENTRÍFUGA FRIGOSTRELLA



[FIGURA 13]



Soluções de Refrigeração Customizadas

BOMBA CENTRÍFUGA FRIGOSTRELLA 60 Hz													
MODELO	ZM-1	ZM-2	ZM-3	ZM-4	ZM-5	ZM-6	ZM-9	ZM-11	HM-3.5	HM-7.5	HM-9	HM-11	
DIMENSÕES EM MILÍMETROS	A	140	160	190	190	216	216	216	216	140	140	160	160
	a	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168	168
	B	125	140	140	140	140	178	178	178	100	125	140	140
	b	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48	48
	C	300	310	310	310	370	370	370	370	310	310	310	310
	c	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375	375
	D	24j6	28j6	28j6	28j6	38j6	38j6	38j6	38j6	24j6	24j6	28j6	28j6
	d	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5	25,5k5
	E	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	F	50	60	60	60	80	80	80	80	50	50	60	60
	G	56	63	70	70	89	89	89	89	56	56	63	63
	H	90	100	112	112	132	132	132	132	90	90	100	100
	h	100	90	78	78	58	58	58	58	100	100	90	90
	I	210	210	210	210	225	225	225	225	210	210	210	210
	J	36	12	5	5	15	0	0	0	49	36	12	12
	L	700	700	700	700	760	760	760	760	700	700	700	700
	M	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245	245
	N	105	105	105	105	135	135	135	135	105	105	105	105
	O	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325	325
	P	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	Q	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
	q	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
	BC	8	8	8	8	10	10	10	10	8	8	8	8
	bc	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
	HC	7	7	7	7	8	8	8	8	7	7	7	7
	hc	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
LC	36	45	45	45	63	63	63	63	36	36	45	45	
lc	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	
T	833	872	890	890	985	985	985	985	825	825	872	872	

[TABELA 03]

(Observação: tabela de dimensões referente às figuras 12 e 13).

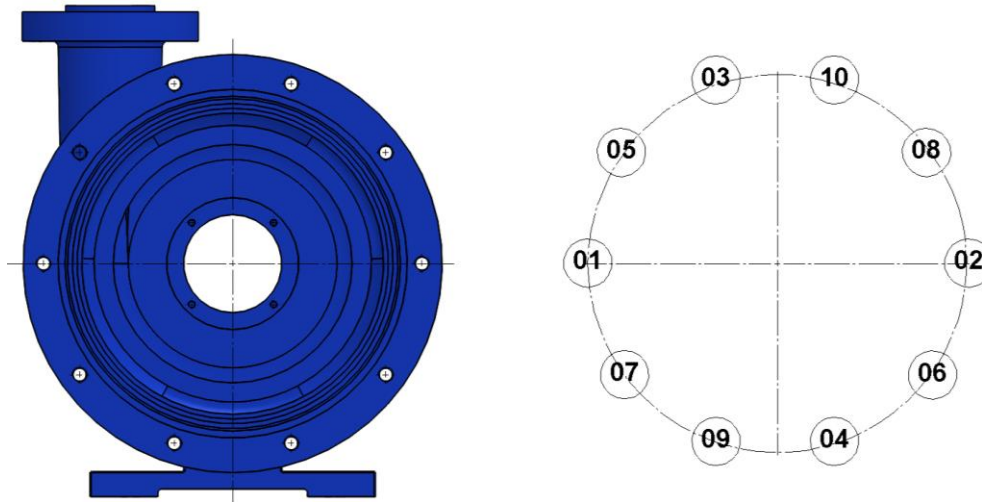


Soluções de Refrigeração Customizadas

13. SEQUÊNCIA DE APERTO E TORQUE DOS PARAFUSOS

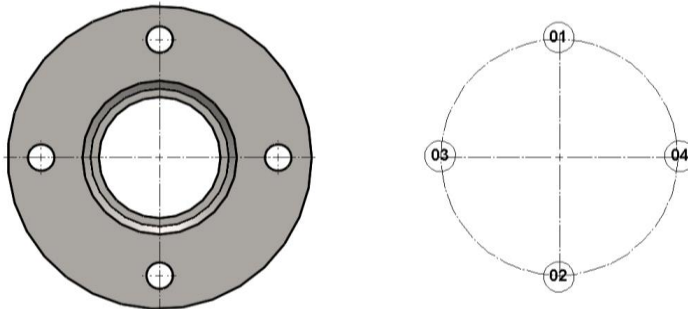
Na montagem e desmontagem da bomba atente-se à sequência de apertos dos parafusos indicada abaixo para cada componente:

13.1. CORPO DA BOMBA



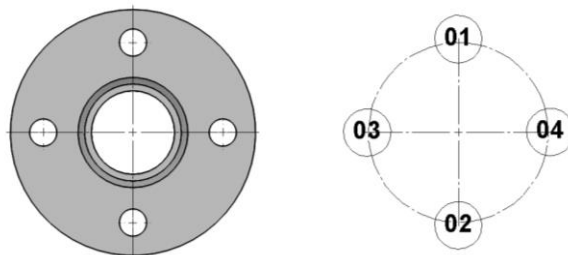
[FIGURA 14]

13.2. FLANGE DE ENTRADA



[FIGURA 15]

13.3. FLANGE DE SAÍDA

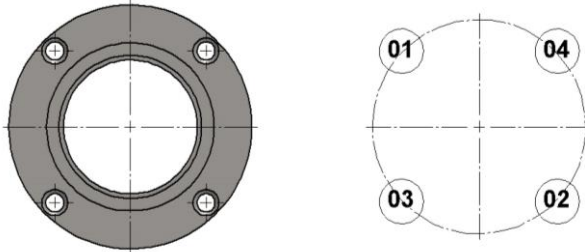


[FIGURA 16]



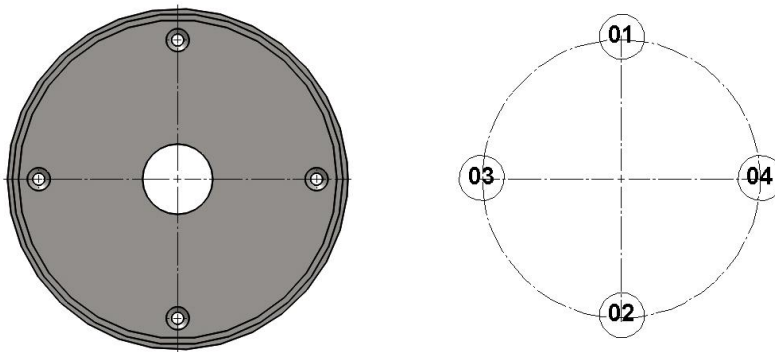
Soluções de Refrigeração Customizadas

13.4. BUCHA DA TURBINA



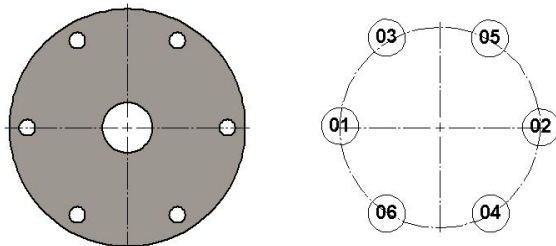
[FIGURA 17]

13.5. TAMPA DA TURBINA



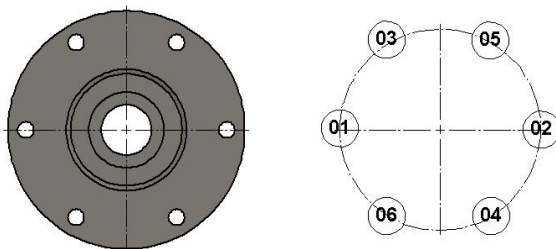
[FIGURA 18]

13.6. PISTA SIMPLES DO SELO



[FIGURA 19]

13.7. PISTA DUPLA DO SELO

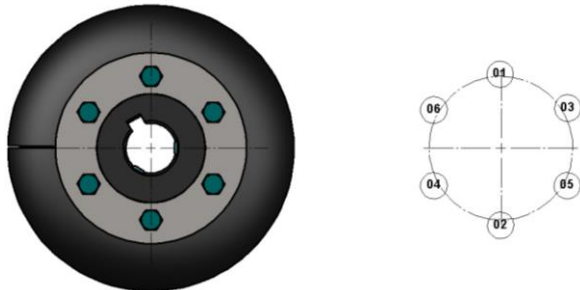


[FIGURA 20]



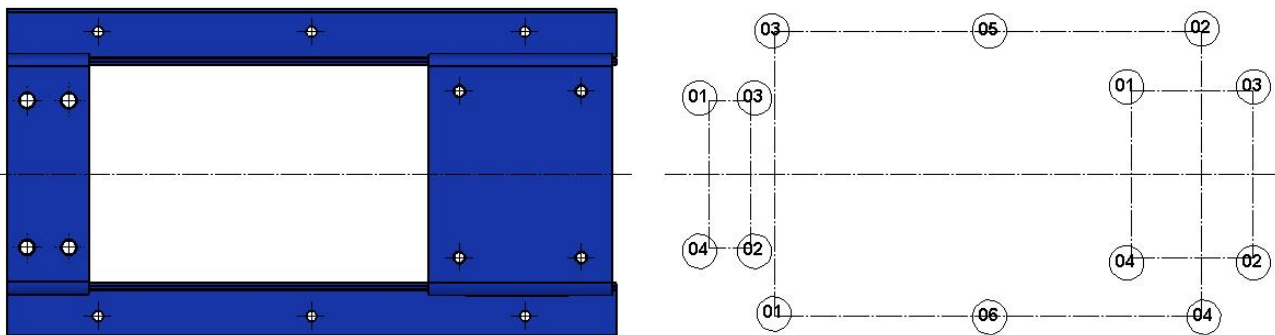
Soluções de Refrigeração Customizadas

13.8. ACOPLAMENTO FLEXÍVEL



[FIGURA 21]

13.9. BASE DA BOMBA



[FIGURA 22]

DESCRIÇÃO	Torque [kgf.m]
CORPO DA BOMBA	4
FLANGE DE ENTRADA	3
FLANGE DE SAÍDA	3
FLANGE DE EQUALIZAÇÃO	3
BUCHA DA TURBINA	1
TAMPA DA TURBINA	1
PISTA SIMPLES DO SELO	3
PISTA DUPLA DO SELO	3
ACOPLAMENTO FLEXÍVEL	2
BASE DA BOMBA	3
PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA CAPSULA	3
PARAFUSO DE FIXAÇÃO DO VISOR	2
BUJÃO DE ÓLEO	2
PURGADOR COMPLETO	3
PORCA DA PONTA DO EIXO	3
PARAFUSO DE FIXAÇÃO DA PROTEÇÃO ACOPLAMENTO	1

[TABELA 04]



Soluções de Refrigeração Customizadas

14. PLANO DE REVISÃO

Para obter um bom funcionamento do equipamento é necessário à realização de manutenção preventiva de alguns componentes da bomba centrífuga, abaixo segue a lista dos componentes que deverão ser verificados e substituídos:

ITEM	DESCRIÇÃO	VERIFICAÇÃO [horas]	REVISÃO [horas]	SUBSTITUIÇÃO [horas]	OBSERVAÇÃO
1	Cápsulas do Selo Completa	_____	_____	8760	_____
2	Pistas dos Selos	_____	_____	8760	Trocar sempre que for realizada a troca dos selos de vedação.
3	Anéis Oring	_____	_____	8760	Caso apresente deformação permanente, substitua.
4	Juntas de Vedação	_____	_____	8760	_____
5	Rolamentos	_____	8760	Quando Necessário	Trocar quando apresentar ruído; vazamento de amônia para camara de óleo.
8	Calço do Rolamento	_____	8760	Quando Necessário	_____
6	Acoplamento	4380	8760	Quando Necessário	_____
7	Eixo	_____	8760	Quando Necessário	_____
8	Rotor	_____	8760	Quando Necessário	_____
9	Óleo Lubrificante	168	_____	4000	Alteração da coloração, troca imediata.
10	Filtros	168	500	Quando Necessário	Quando não mais apresentarem sujeira, removê-los da linha.

[TABELA 05]



Frigostrella do Brasil

Indústria de Refrigeração Ltda.

Soluções de Refrigeração Customizadas

15. CERTIFICADO DE GARANTIA

- I. Todos os produtos da FRIGOSTRELLA DO BRASIL são garantidos pelo período de 12 meses a contar a partir da emissão da nota fiscal. A garantia compreende reparos e reposição de peças com defeitos de fabricação.
- II. A garantia aqui mencionada consiste unicamente em reparar ou substituir as peças com defeitos de fabricação que tenha laudo técnico comprobatório. Não estar coberta pela garantia as despesas com transporte, embalagem, seguro e outras despesas de qualquer natureza, inclusive fiscais.
- III. Todos os componentes que não levarem a marca da FRIGOSTRELLA DO BRASIL e que façam parte integrante do equipamento, somente terão a garantia oferecida pelos respectivos fabricantes.
- IV. Também não se encontram cobertos por esta garantia defeitos em partes elétricas, motores e material importado; defeitos decorrentes de instalação realizadas por terceiros, e etc. Sendo assim, em atendimentos nos quais seja constatada qualquer deficiência no sistema não instalado pela FRIGOSTRELLA DO BRASIL, o atendimento será cobrado normalmente.
- V. Não será cobrada mão de obra dos técnicos da FRIGOSTRELLA DO BRASIL nem as peças de reparos em atendimentos dentro do período de garantia, EXCETO em casos onde o problema não seja decorrente de fabricação. Em ambos os casos é de responsabilidade do comprador as despesas de frete F.O.B de peças, o deslocamento, a estadia, a alimentação e o traslado dos técnicos, bem como demais despesas decorrentes do atendimento.
- VI. A Frigostrella do Brasil não se responsabiliza por danos causados ao produto decorrente do transporte e manuseio inadequado de terceiros. Estes danos não estão cobertos por esta garantia.
- VII. O mau funcionamento ou paralisação do equipamento, ainda que devido a defeitos de fabricação, em hipótese alguma onerarão a FRIGOSTRELLA DO BRASIL por eventuais perdas ou danos que sejam alegados pelo comprador, limitando-se a responsabilidade da FRIGOSTRELLA DO BRASIL apenas ao termo do presente certificado de garantia.
- VIII. Todas as obrigações decorrentes desse certificado serão cumpridas pela FRIGOSTRELLA DO BRASIL na sua fábrica em Cotia / São Paulo / SP.
- IX. O termo dessa garantia limita-se unicamente ao fornecimento de peças e mão de obra para reparos ou substituição de componentes com defeitos de fabricação. Não estão cobertos por essa garantia as despesas de transportes, embalagens, seguro, nem qualquer outra despesa, de qualquer natureza, inclusive fiscais.