



THEBE BOMBAS HIDRÁULICAS LTDA

Instalação, Manutenção e Operação de Bombas Hidráulicas de Fluxo

Vargem Grande do Sul, SP

INSTALAÇÃO, MANUTENÇÃO E OPERAÇÃO DE BOMBAS HIDRÁULICAS DE FLUXO

1 – INTRODUÇÃO

Não basta que um conjunto moto-bomba tenha sido bem selecionado e bem fabricado. É necessário também que seja devidamente instalado, operado e tenha uma manutenção (preditiva, preventiva e corretiva) conveniente.

As bombas devem ser instaladas, niveladas e alinhadas por pessoas habilitadas. Quando esse serviço é executado incorretamente, traz como consequências transtornos na operação, desgastes prematuros e danos irreparáveis.

2 – INSTALAÇÃO

2.1 – Aspectos Gerais

Quando efetua-se a compra de uma bomba, solicita-se do fabricante o desenho do conjunto e manual de instrução, composto de:

- Desenho do Conjunto (bombas de médio a grande porte):

O desenho do conjunto traz as dimensões externas do conjunto bomba-motor:

- Dimensões de base;
- Locação;
- Diâmetro de chumbadores;
- Conexões de sucção e descarga;
- Conexões elétricas;
- Etc...

Este desenho, que é normalmente submetido pelo fabricante para aprovação de quem compra, serve para que se execute o projeto de montagem. Esse projeto de montagem inclui o detalhamento das tubulações (com dimensionamento de apoios, curvas, etc.), locação da bomba, projeto de fundação, isométricos, ligações elétricas, lista de materiais, etc...

- Manual de Instrução de Instalação, Operação e Manutenção:

Essas instruções devem ser rigorosamente seguidas, pois, são baseadas em muitos anos de experiências, de muitos equipamentos e instalações semelhantes. Além do mais, a observância das instruções fornecidas está diretamente ligada à garantia do equipamento.

Conjuntos moto-bombas de grande porte, devem ser montados sob a supervisão do fabricante, possibilitando com que a instalação obedeça as instruções, o mais corretamente possível.

É obrigatório para se garantir um bom funcionamento da bomba e definir as responsabilidades, que a partida inicial seja feita pelo próprio fabricante. Esse deverá, antes de colocar o conjunto em funcionamento, executar um “cheque” em todos os pontos necessários. Em caso de ocorrer problemas durante o período de garantia, este não poderá ser atribuído a erros de montagem.

Os pontos alertados nos manuais de instruções, no que tange a instalação (ou montagem), diz respeito a:

- Recomendações da bomba propriamente dita.
- Recomendações sobre o restante que é ligado à bomba: tubulação, fundação, etc...

2.2 – Bloco de Fundação

Para que a bomba opere livremente, isenta de vibrações e de influências prejudiciais, recomenda-se fazer a instalação das bombas sobre blocos de fundação, corretamente dimensionado pelo elemento responsável pela obra civil.

A bomba não deve ser instalada diretamente sobre o bloco de fundação, mas sim aparafusada sobre uma base (de chapa dobrada, de perfis laminados ou chapas rígidas) e esta fixada sobre o bloco de fundação. A base deve ser construída de tal maneira a suportar os torques envolvidos, não permitindo flexões e vibrações devido ao funcionamento e ao transporte.

2.3 – Assentamento da Base, Trilho ou Sapata de Fundação

Colocar os parafusos chumbadores nos orifícios ou cavas feitas no bloco de fundação, de acordo com as dimensões de furação do desenho: Plano de Fundação.

Entre a base e o bloco de fundação ou entre o trilho de fundação e o bloco, ou ainda entre a sapata de fundação e o bloco, devem ser colocados ao lado dos chumbadores calços metálicos de mesma altura para apoio da base, trilho ou da sapata, sendo os mesmos fixados com argamassa juntamente com os chumbadores.

Para perfeita aderência, os chumbadores e calços metálicos devem estar isentos de quaisquer resíduos de graxa ou de óleo.

Após completada a cura da argamassa, colocar a base ou os trilhos ou ainda as sapatas sobre o bloco de fundação. A figura 1 ilustra o assentamento da base.

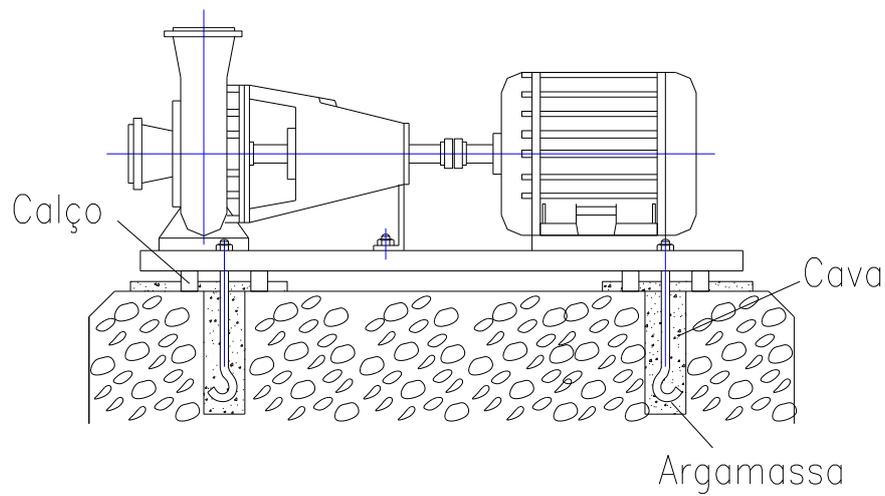


Fig. 1 – Assentamento da Base

2.4 – Nivelamento da Base, Trilho ou Sapata de Fundação

Verificar se a base, trilho ou sapata de fundação apoia por igual em todos os calços. Caso afirmativo, colocar e apertar uniformemente as porcas nos chumbadores. Com o auxílio de um nível de precisão (0,1 [mm] por [m]), verificar o nivelamento da base, trilho ou sapata, no sentido transversal e longitudinal.

Ocorrendo um desnivelamento, soltar as porcas dos chumbadores e introduzir entre o calço metálico e a base, trilho ou sapata, nos pontos em que for necessário, chapinhas para corrigir o nivelamento. A figura 2 apresenta a ilustração do nivelamento da base.

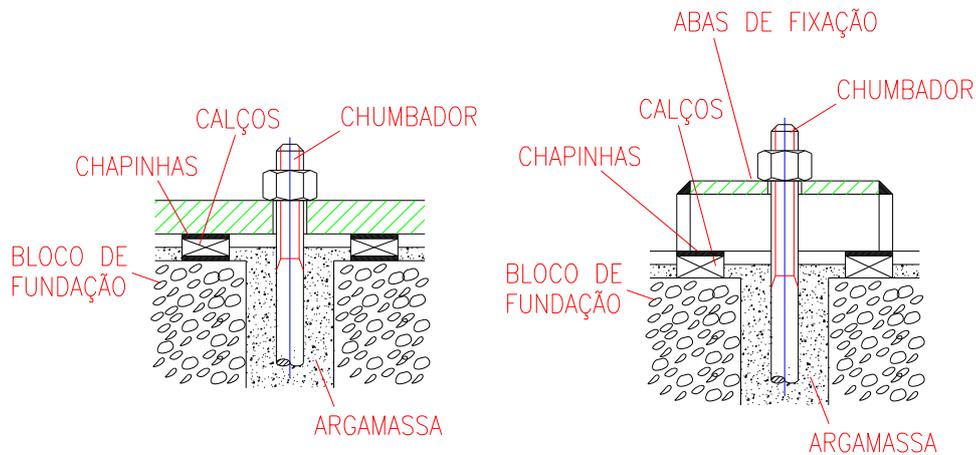


Fig. 2 – Nivelamento da Base

2.5 – Enchimento da Base, do Trilho ou da Sapata com Argamassa

Para uma sólida fixação e um funcionamento livre de vibrações, deverá ser efetuado o enchimento do interior da base, do trilho ou da sapata de fundação com argamassa, como mostra a figura 3.

A preparação da argamassa para este fim deverá ser efetuada com produtos específicos existentes no mercado de construção civil, os quais evitam a retração durante o processo de cura, bem como proporcionam fluidez adequada para o total preenchimento dos interiores não permitindo a formação de espaços vazios.

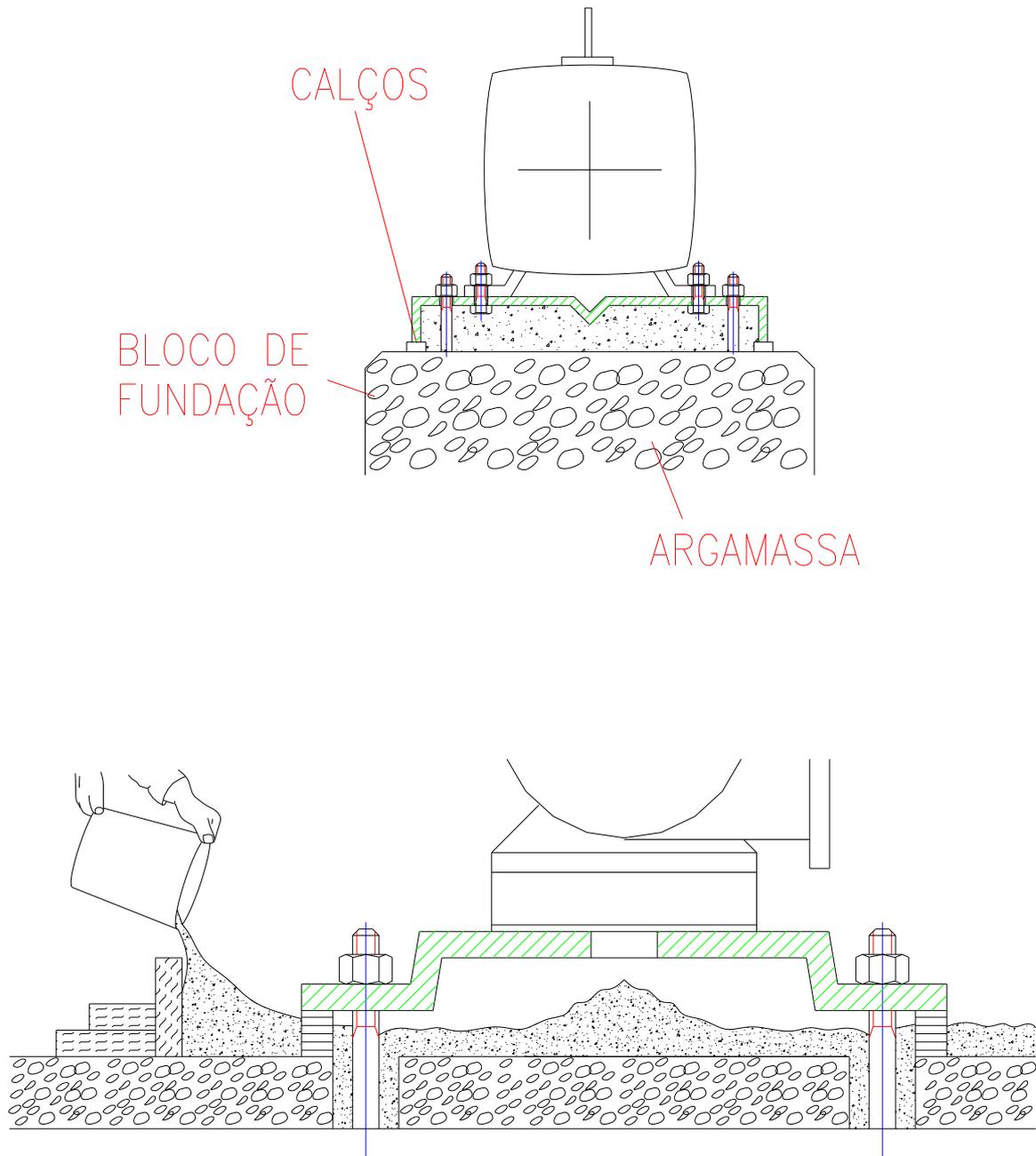


Fig. 3 – Enchimento da Base com Argamassa

2.6 – Alinhamento do Acoplamento

Do perfeito alinhamento entre a bomba e o acionador dependerá a vida útil do conjunto girante e o funcionamento de equipamento, livre de vibrações anormais.

O alinhamento executado na fábrica deve ser refeito, visto que durante o transporte e manuseio, o conjunto bomba-acionador está sujeito a distorções que afetam o alinhamento inicialmente executado.

Após a cura da argamassa, executar o alinhamento preferencialmente com as tubulações de sucção e recalque já conectadas.

A figura 4 mostra os desalinhamentos angular e paralelo entre o eixo da bomba e do motor.

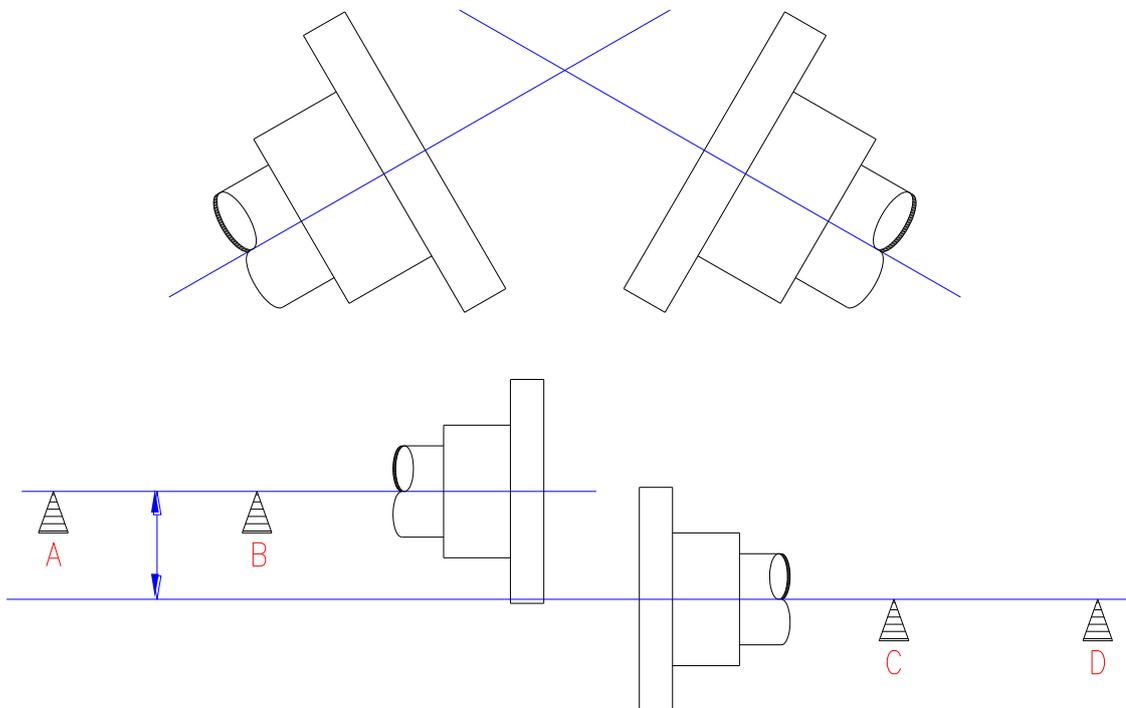


Fig. 4 – Desalinhamentos Angular (a) e Paralelo (b)

Para efetuar correções em um desalinhamento radial, paralelo ou misto é necessário fazer um conjunto de medições para detectar e corrigir os desvios. As medições são efetuadas com precisão lançando-se mão de instrumentos específicos, tais como, o calibrador de lâminas, o relógio comparador e, mais recentemente para uma maior precisão, os equipamentos laser. Os métodos de alinhamento de eixos em conjuntos (motobombas, por exemplo) são diferenciados, cada qual com sua aplicabilidade e acuracidade. Isso implica dizer também que, para cada caso, ao se avaliar o desalinhamento existente no acoplamento adota-se um particular procedimento.

A verificação do alinhamento é feita através da luva de acoplamento para três seguintes condições:

- Espaço Uniforme Entre as Duas Metades da Luva: a distância adequada entre as duas faces vem indicada no desenho da instalação ou no desenho da luva, fornecido pelo fabricante. Na prática, recomenda-se que seja mantida uma distância entre as faces de 1 a 2 [mm].

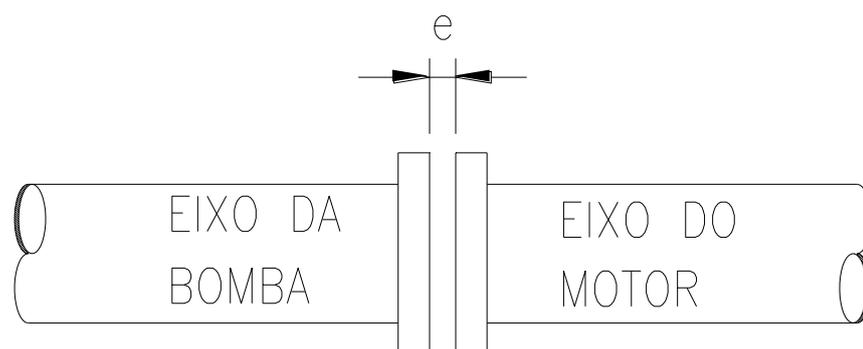


Fig. 5 – Espaço entre as duas metades da luva

- Alinhamento Angular: a distância entre as faces opostas das duas partes da luva elástica deve ser igual em toda circunferência, a verificação deve ser feita para dois pontos defasados de 90° , pelo menos.

A figura 6 mostra o alinhamento angular sendo realizado por um calibrador cônico ou com o micrômetro de medidas internas.

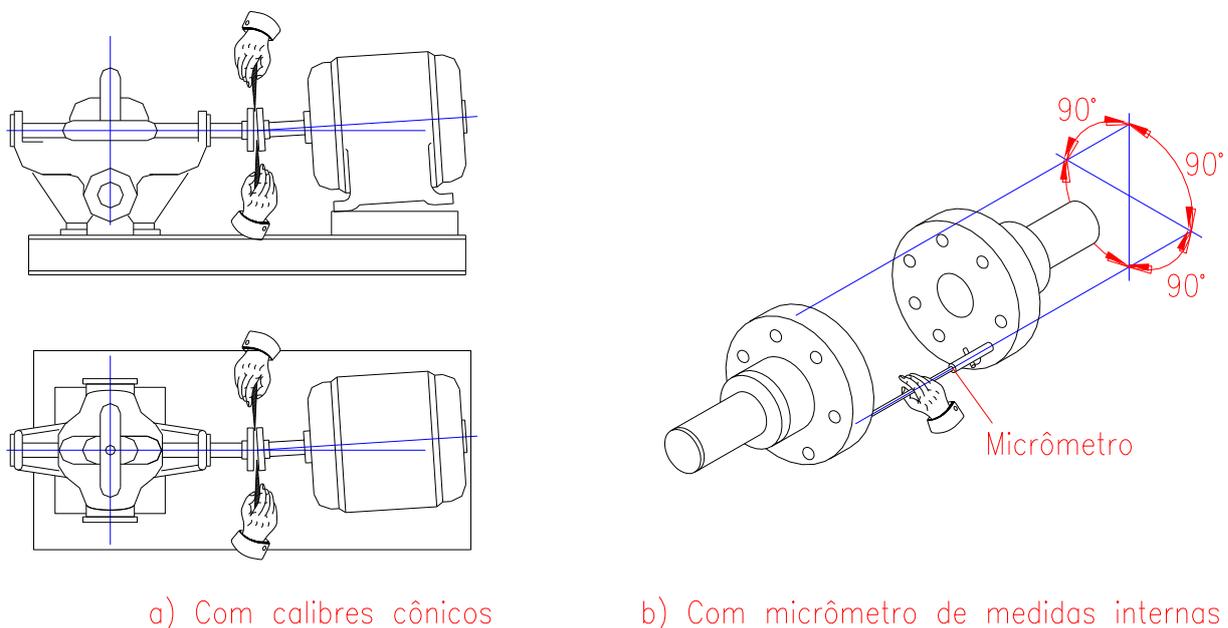


Fig. 6 – Alinhamento Realizado com Calibrador Cônico e com Micrômetro de Medidas Internas

- Alinhamento Paralelo: para que seja perfeito é necessário que uma régua de metal, colocada sobre duas partes da luva, toque igualmente as duas metades. A verificação deve ser feita também para duas posições defasadas de 90° , pelo menos.

Um método simples para se medir desalinhamento radial é feito com uma régua

e um calibrador de lâminas. Colocando-se a régua sobre os cubos do acoplamento, em quatro posições defasadas de 90° , o alinhamento radial pode ser verificado: se não há desalinhamento radial a escala ficará perfeitamente assentada sobre as superfícies dos cubos; havendo desalinhamento o mesmo poderá ser medido inserindo-se o calibrador de lâminas entre a escala e o cubo. Deve ser lembrado que os cubos deverão ter suas superfícies perfeitamente axiais com relação às linhas de centro dos eixos para se tomar tais superfícies como referência.

A figura 6 mostra a utilização da régua metálica para controle na direção longitudinal nas duas partes da luva de acoplamento e o calibrador de lâminas.

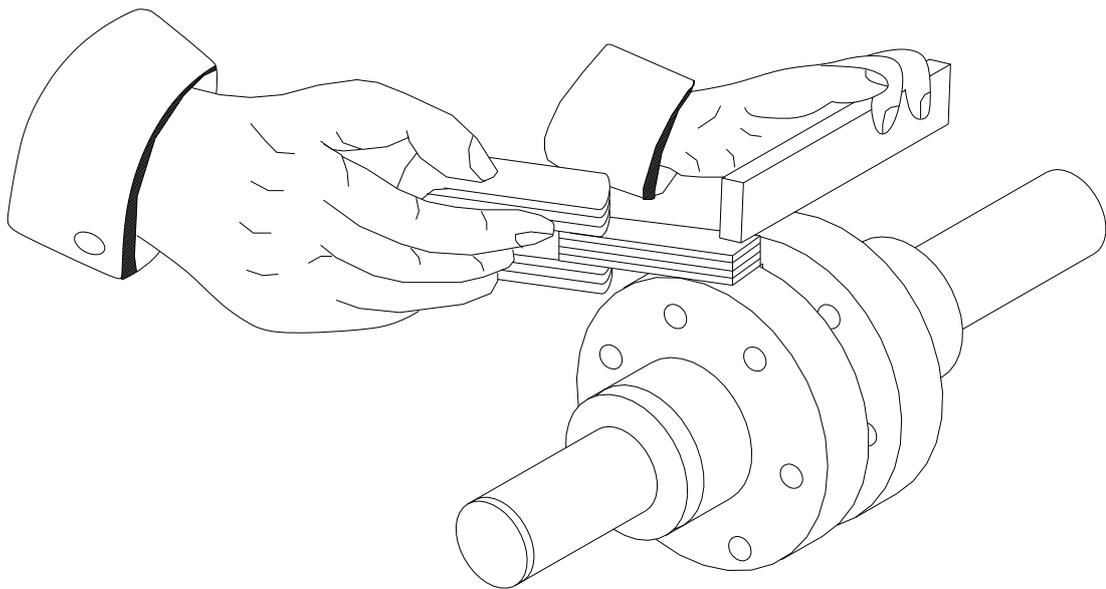


Fig. 6 – Alinhamento com Régua Metálica e Calibrador de Lâminas

Outro método, já mais preciso, é utilizar um relógio comparador. O relógio comparador é um micrômetro de mostrador que acusa as irregularidades de

alinhamento com uma maior precisão que a régua. Esse equipamento de medição possui uma ponta metálica de contato que "sente" as alterações superficiais e as acusa através de um ponteiro sobre uma escala graduada. Este é um método mais delicado e oferece um resultado de alinhamento até dez vezes melhor que o anterior.

A haste do relógio comparador deve ser apoiada em um dos eixos ou em um dos cubos do acoplamento, enquanto que a ponta apalpadora do relógio deve estar em contato com a periferia do cubo do acoplamento fixado ao outro eixo.

As leituras do relógio comparador devem ser feitas a cada 90°. Para isso, os dois eixos devem ser girados, em conjunto, para que a ponta apalpadora fique em contato com o mesmo ponto da geratriz, como mostra a figura 7

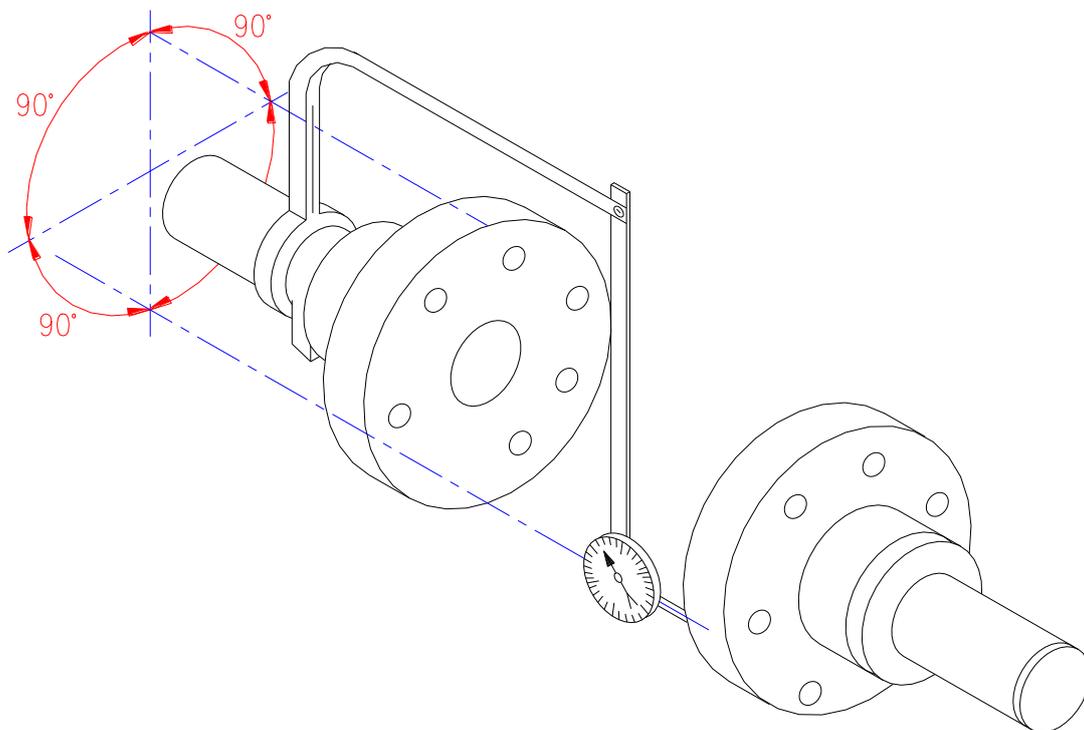


Fig. 7 – Relógio Comparador para Alinhamento axial

Conforme indica a foto acima, a haste do relógio comparador deve ser apoiada em um dos eixos ou em um dos cubos do acoplamento, enquanto que a ponta apalpadora do relógio comparador deve estar em contato com a periferia (geratriz) do

cubo do acoplamento fixado ao outro eixo. As leituras do relógio comparador devem ser feitas a cada 90° . Para isso, os dois eixos devem ser girados, em conjunto, para que a ponta apalpadora do relógio comparador fique em contato com o mesmo ponto da geratriz. Esta providência é necessária pois, caso contrário, o relógio indicará irregularidades que por ventura possa haver na periferia do cubo, que poderão ser erroneamente interpretadas como desalinhamento.

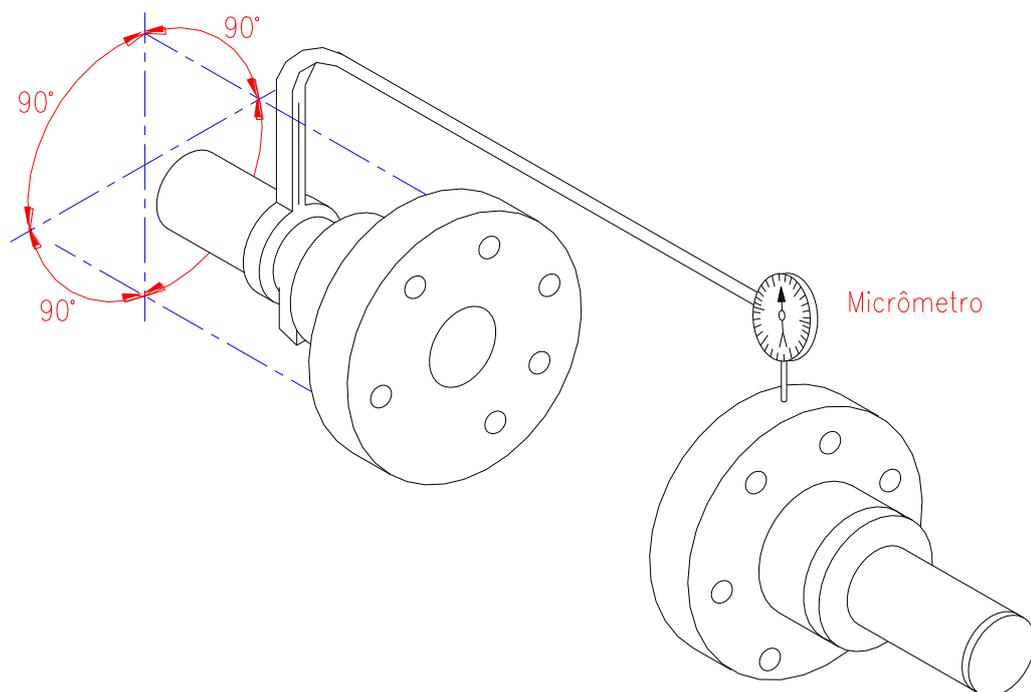


Fig. 8 – Relógio Comparador para Alinhamento Radial

Os métodos apresentados anteriormente são bastante difundidos na engenharia mecânica sobretudo porque são eficientes e não requerem tecnologias avançadas e caras na operação. Ocorre que nem sempre é possível se utilizar de tais métodos, ora por condições físicas (proporções do eixo, eixos que não podem parar de girar, etc.), ora por necessidade de uma maior precisão nos resultados ou até por uma maior rapidez e flexibilidade que tais métodos não podem oferecer. Nestes casos, é indicado o sistema a laser de alinhamento, o mais utilizado no mundo para alinhamento de eixos.

Basicamente, esse sistema é provido de um laser óptico e um sensor, dois equipamentos independentes que quando são fixados e justapostos frente a frente nos eixos a serem alinhados constituem o sistema a laser de alinhamento. Usualmente, o conjunto ainda possui um display controlador para monitoramento do desalinhamento onde estão os botões de comando. Esse display mostra a atual situação dos valores lidos bem como indica as correções nas sapatas do acoplamento, entre outras funções, como mostra a figura 9.

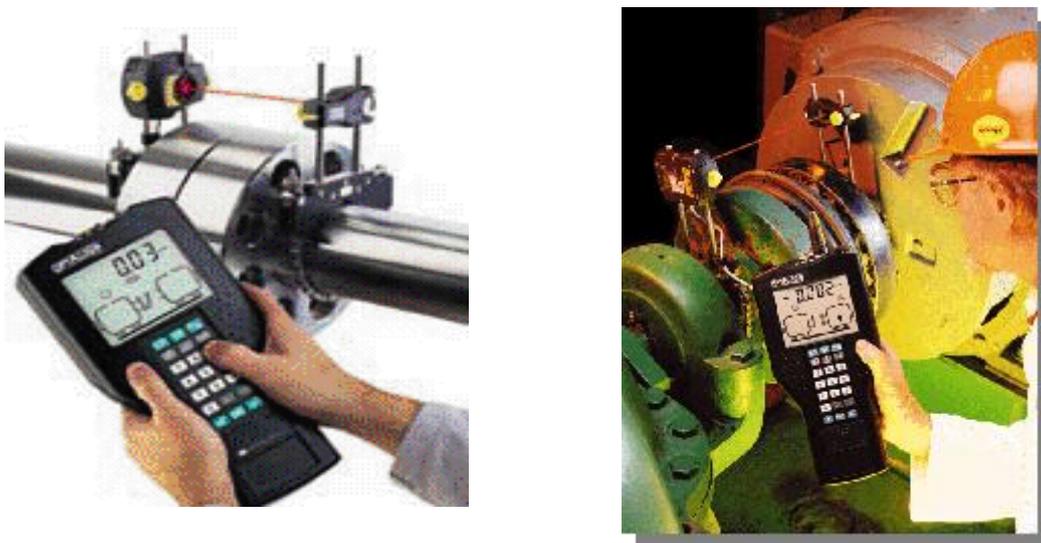


Fig. 9 – Alinhamento laser

Para qualquer método utilizado na correção do alinhamento, soltar os parafusos do acionador reposicionando-o lateralmente ou introduzir chapinhas calibradas para corrigir a altura de acordo com necessidade.

O alinhamento axial e o radial deverão permanecer dentro da tolerância de 0,5 a 0,1 [mm], dependendo da bomba, com os parafusos de fixação da bomba.

2.7 - Tubulação

As tubulações devem ser projetadas de modo a não permitirem esforços excessivos à carcaça da bomba. Deve-se apoiá-la com suportes e prever, sempre que necessário, a instalação de juntas de expansão e flexíveis. Não deve ser permitido em hipótese alguma que as ligações das tubulações de sucção e/ou descarga sejam

realizadas de forma forçada pois comprometeria todo o trabalho. O não cumprimento destas observações levará a problemas como desalinhamento, vibração e danificação prematura de componentes.

Também, as tubulações devem ser montadas a partir da bomba, pois caso contrário, o flange do tubo pode não se ajustar perfeitamente o flange da bomba, e quando parafusos são apertados pode haver sua ruptura. Os tubos de sucção e de recalque, e todas as válvulas associadas e equipamentos similares devem estar suportados e ancorados próximos à bomba, mas independentes dela, para que não ocorra nenhum esforço sobre a carcaça.

2.7.1 – Tubulação de Aspiração - Recomendações

O serviço perfeito de uma bomba depende da montagem exata da tubulação de aspiração.

Algumas considerações devem ser obedecidas:

- Somente após a cura da argamassa de enchimento da base, do trilho ou da sapata de fundação é que a tubulação deve ser conectada ao flange da bomba.
- A tubulação de sucção, tanto quanto possível deve ser curta e reta, evitando perdas de cargas, e totalmente estanque impedindo a entrada de ar.
- Para que fique livre de bolsas de ar, o trecho horizontal da tubulação de sucção, quando a altura de sucção positiva, deve ser instalado com ligeiro declive no sentido bomba-tanque de sucção

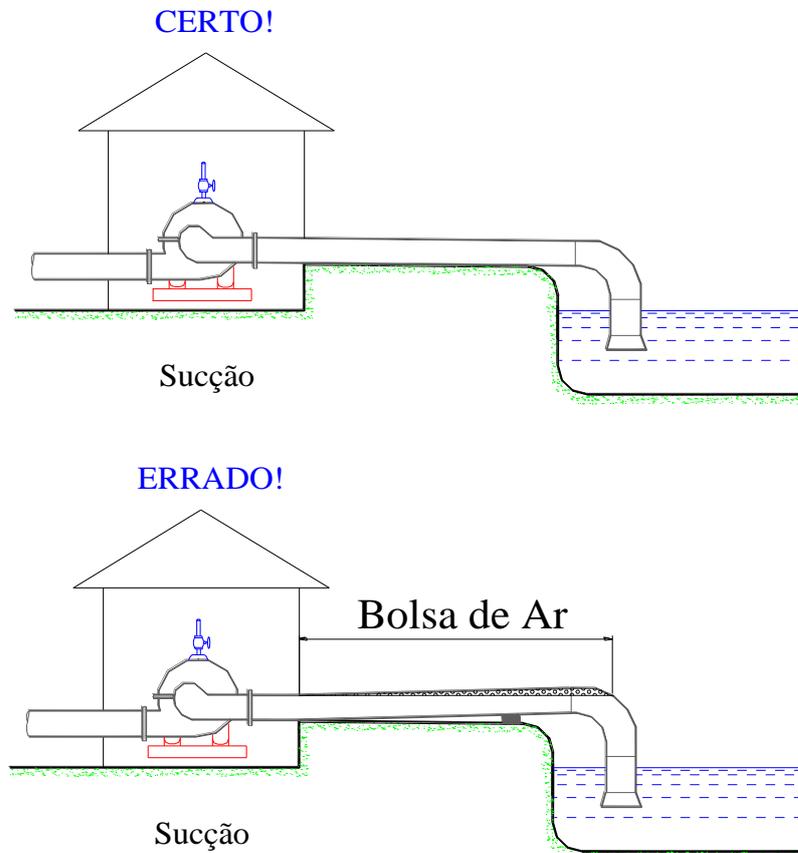


Fig. 10 – Tubulação de Sucção, Mostrando uma Instalação Certa e uma Instalação Errada

Quando negativa, o trecho horizontal da tubulação deve ser instalado com ligeiro aclave no sentido bomba-tanque de sucção.

- diâmetro nominal do flange de sucção da bomba não determina o diâmetro nominal da tubulação de sucção. Para fins de cálculo do diâmetro ideal, como referencial, a velocidade de fluxo pode ser estabelecida entre 1 e 2 [m/s].

- Quando houver necessidade de uso de redução, esta deverá ser excêntrica, montada com o cone para baixo, de tal maneira que a geratriz superior da redução fique em posição horizontal e coincidente com a da bomba. Isto para impedir a formação de bolsas de ar, como apresenta a figura 11.

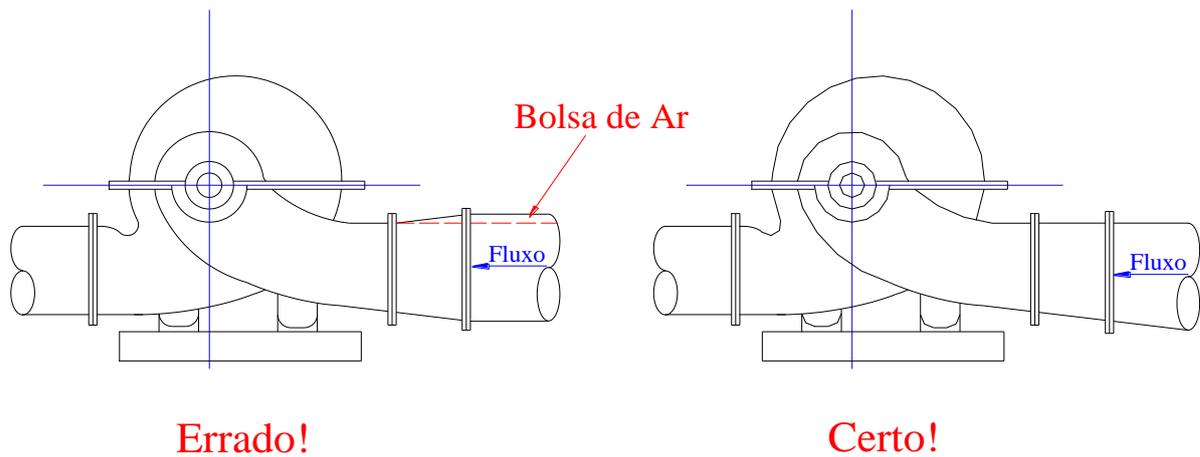


Fig. 11 – Redução Excêntrica na Entrada da Bomba

- Curvas e acessórios, quando necessários, deverão ser projetadas e instaladas de modo a propiciar menores perdas de cargas. Ex: Prefira curva de raio longo ou médio.
- flange da tubulação deve justapor-se ao de sucção da bomba, totalmente livre de tensões, sem transmitir quaisquer esforços à sua carcaça. A bomba nunca deve ser ponto de apoio para a tubulação. Se isto não for observado poderá ocorrer: desalinhamento e suas consequências, trincas de peças e outras graves avarias.

- Em instalações onde se aplica válvula de pé, observar que a área de passagem seja 1,5 vezes maior que a área da tubulação. Normalmente, acoplada à válvula de pé deverá existir um crivo, cuja área de passagem livre seja de 3 a 4 vezes maior que a área da tubulação. Montar o crivo ou a válvula de pé a uma profundidade suficiente para evitar a aspiração de ar no caso de abaixamento do nível de água. Se, por um lado, a entrada da água na válvula de pé deve ficar abaixo do nível mínimo da água para evitar a aspiração de ar, não deve por outro lado, ficar muito perto do fundo do poço, evitando-se revolver e aspirar o lodo e a areia. Visto que isto poderá provocar desgaste prematuro ou entupimento da bomba. A figura 12, mostra a profundidade útil do poço de sucção, isto é, a altura do líquido entre o nível mínimo e a junta do crivo ou a boca de entrada da tubulação.

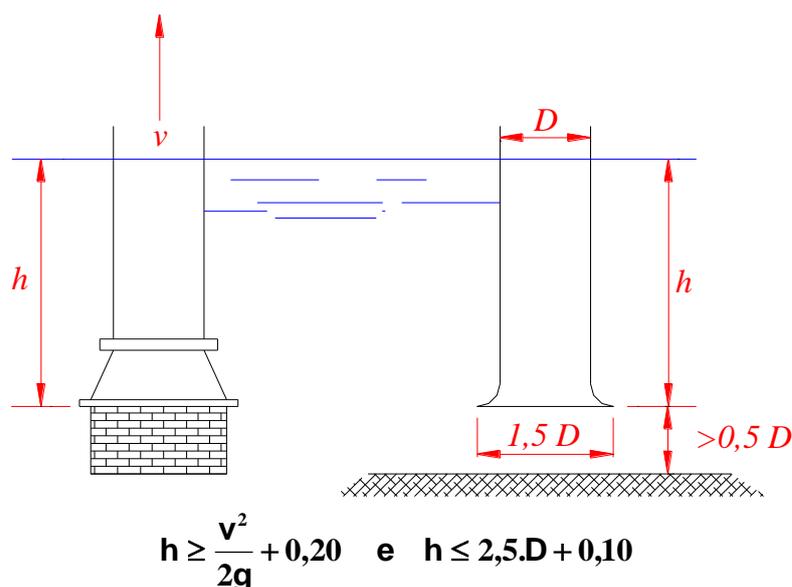


Fig. 12 – Altura da Água entre o Nível Mínimo e a Boca de Entrada

- Quando da realimentação de líquido no reservatório de sucção, o uso adequado de chicanas pode evitar a turbulência e vórtice na entrada da tubulação, bem como a formação de bolhas de ar, como mostra a figura 13.

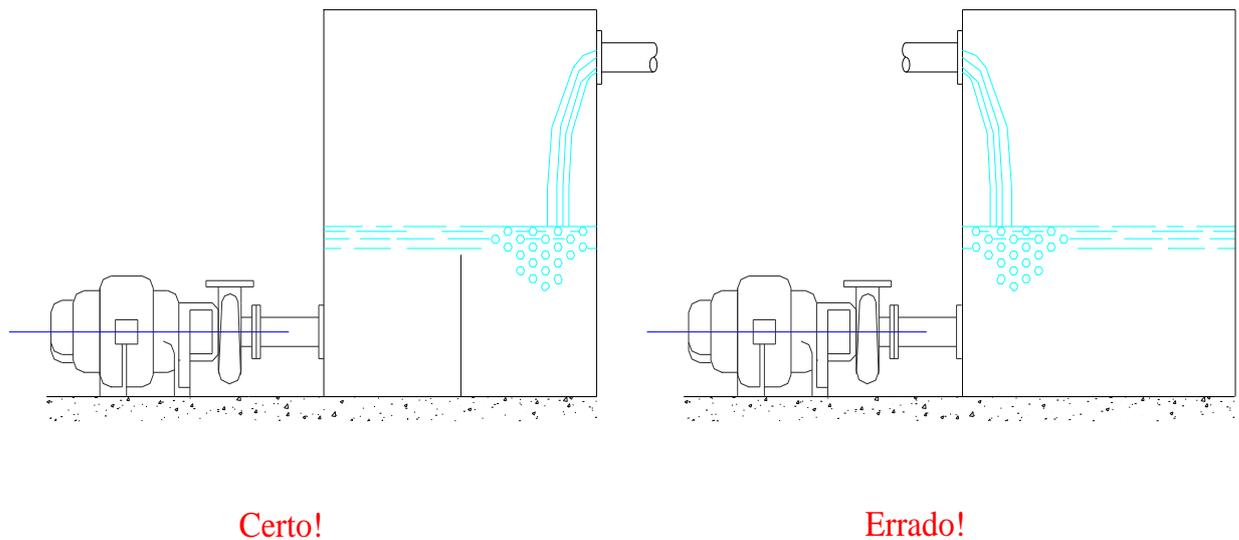


Fig. 13 – Colocação de Chicanas para Evitar a Formação de Ar na Entrada da Bomba

- Quando o líquido bombeado estiver sujeito a altas variações de temperatura, deve-se prever juntas de expansão de material adequado, para evitar que esforços tubulares devido a dilatação e contração recaia sobre a bomba.
- Em altura de sucção negativa é recomendável a instalação de uma válvula para que o afluxo à bomba possa ser fechado quando necessário. Durante o funcionamento da bomba o mesmo deverá permanecer totalmente aberto.
- A fim de facilitar a montagem da tubulação e o ajustamento das peças, instalar, sempre que necessário, juntas de montagem do tipo Dresser, comum ou do tipo tirantes.
- Basicamente, cada bomba deve ser dotada de uma tubulação de sucção própria. Caso isto não seja possível por razões especiais, então a tubulação deverá ser dimensionada para velocidades uniformes até a última bomba, como mostra a figura 14.

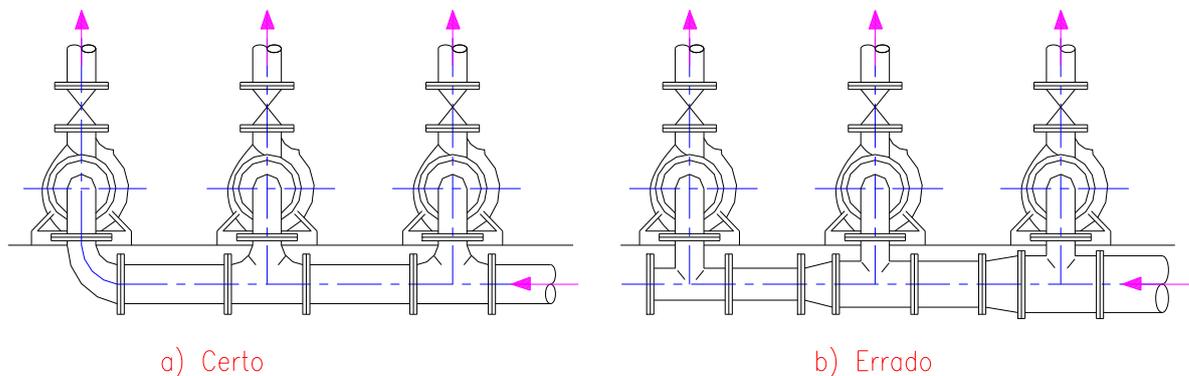


Fig. 14 – Ligação de Diversas Bombas à mesma Tubulação de Aspiração

- Deverá possuir mano-vacuômetro para regular e controlar o ponto de operação da bomba.
- Nos casos de sucção positiva, as tubulações e o tanque de sucção devem ser submetidos a uma criteriosa lavagem antes da instalação ser posta pela primeira vez em funcionamento. Ocorre, entretanto, que pingos de solda, carepas e outras impurezas desprendam-se, muitas vezes, somente após algum tempo, principalmente quando do bombeamento de líquidos quentes.

2.7.2 – Tubulação de Recalque - Recomendações

Algumas considerações devem ser obedecidas:

- Somente após a cura da argamassa de enchimento da base, do trilho ou da sapata de fundação é que a tubulação deve ser conectada ao flange da bomba.
- Deverá possuir dispositivos para o controle do golpe de ariete, sempre que os valores das sobrepressões, provenientes do retorno

do líquido em tubulações longas, ultrapassar os limites recomendados para a tubulação e a bomba.

- A ligação de tubulação de recalque ao flange da bomba deverá ser executada com uma redução concêntrica, quando seus diâmetros forem diferentes.
- Nos pontos onde houver necessidade de expurgar o ar deverão ser previstas válvulas ventosas.
- Prever válvula, instalada preferencialmente logo após a boca de recalque da bomba, de modo a possibilitar a regulação da vazão e pressão do bombeamento, ou prevenir sobrecarga do acionador.
- A válvula de retenção, quando instalada, deve ser entre a bomba e a válvula de saída, prevalecendo este posicionamento em relação ao item anterior.
- Curvas e acessórios, quando necessários, deverão ser projetadas e instaladas de modo a propiciar menores perdas de cargas. Ex: Prefira curva de raio longo ou médio.
- Flange da tubulação deve justapor-se ao de sucção da bomba, totalmente livre de tensões, sem transmitir quaisquer esforços à sua carcaça. A bomba nunca deve ser ponto de apoio para a tubulação. Se isto não for observado poderá ocorrer: desalinhamentos e suas conseqüências, trincas de peças e outras graves avarias.
- Deve-se prever juntas de montagem tirantadas, para absorver os esforços de reação do sistema, provenientes das cargas aplicadas.

- Deverá possuir manômetro para regular e controlar o ponto de operação da bomba.

3 – OPERAÇÃO

Depois da instalação correta da bomba e as precauções devidamente tomadas para o alinhamento do acionador, deve-se fazer um “check list” para as providências da primeira partida.

A presença do fornecedor ou fornecedores do conjunto motor-bomba é fundamental para o primeiro funcionamento.

3.1 – Providências para a Primeira Partida

- Fixação da bomba e do seu acionador firmemente na base.
- Fixação da tubulação de sucção e de recalque.
- Conectar e colocar em funcionamento as tubulações e conexões auxiliares (quando houver). Atenção para: tubulações de entrada e saída de líquido de fonte externa; para as tubulações de equilíbrio do empuxo axial; bombas equipadas com selo (seguir o plano de ligação); refrigeração dos mancais.
- Examinar o mancal quanto a limpeza e penetração de umidade. Mancais axiais das bombas submersas são lubrificados com a água de preenchimento do motor, portanto, encher o motor conforme instruções do manual de serviço. Bombas horizontais, mancais de escora de bombas verticais, quando lubrificados à graxa já saem da fábrica com carga de graxa.

Todas as bombas lubrificadas à óleo devem receber a carga de óleo, haja visto sair da fábrica sem óleo. Os mancais radiais de bombas, lubrificadas seja à graxa, óleo ou água devem ser previamente lubrificadas antes da partida da bomba, portanto, encher as tubulações de lubrificação com graxa, ligar a bomba de graxa, instalar o reservatório de óleo, ou ligar o distribuidor de água.

- Fazer as ligações elétricas, certificando-se de que todos os sistemas de proteção do motor encontram-se devidamente ajustados e funcionando. Para bombas submersas e turbos fazer as emendas dos cabos conforme instruções do manual de serviço.
- O lubrificante deverá ser colocado na medida exata recomendada pelo manual.
- Verificação no sentido de rotação do acionador, fazendo-a com a bomba desacoplada (para evitar operação à seco ou soltar o acoplamento rosqueado). Para bombas submersas, o sentido de rotação é testado já com a bomba dentro do poço. A maior pressão ou maior vazão (quando descarga livre) indicará o sentido correto de rotação.
- Certificar-se manualmente de que o conjunto girante roda livremente. Se o rotor estiver preso ou raspando não se deverá operar a bomba até que se localize a causa do defeito e o mesmo seja corrigido.
- Montar o protetor de acoplamento (se houver), certificando-se de que o mesmo não está em contato com as partes girantes.
- Escovar a bomba, isto é, encher a bomba e a tubulação de sucção com água ou com líquido a ser bombeado, eliminando-se simultaneamente o ar dos interiores.

- Certificar-se de que as porcas do aperta gaxeta estão apenas encostadas.
- Abrir, totalmente a válvula de sucção (quando houver). Quanto ao posicionamento da válvula de recalque, seguir estas instruções:
 - Bombas centrífugas: partir com a válvula fechada;
 - Bombas Axiais: partir com a válvula totalmente aberta.
- Abra a válvula do selo hidráulico, caso exista.

Verificados com cuidado e critério os pontos acima, dar partida na máquina acionadora e desligar imediatamente, observando a parada do conjunto a qual deve ser gradativa e suave. Constatada a normalidade, dar a partida definitiva.

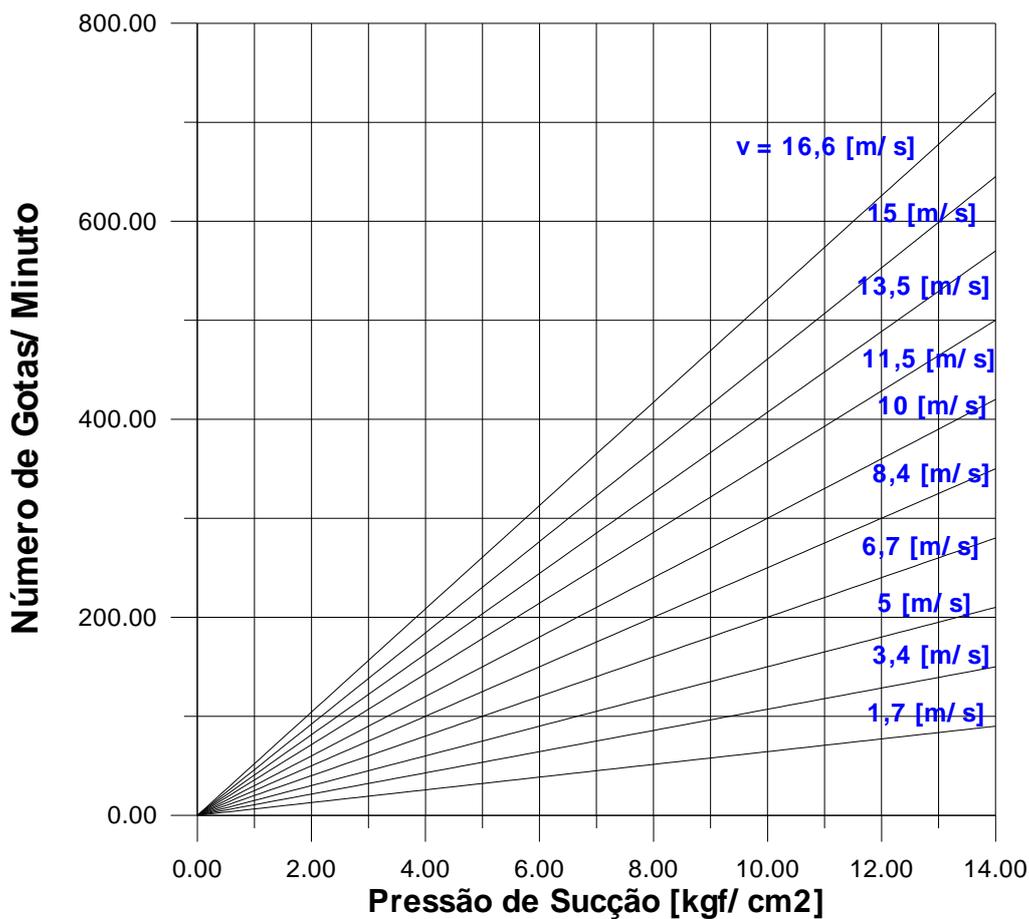
3.2 – Providências Imediatas Após Partida

Tendo sido efetuada a partida e estando a bomba em funcionamento, observar os tópicos abaixo:

- Ajustar a bomba para o ponto de operação (pressão e vazão), abrindo-se lentamente a válvula de recalque logo após o acionamento ter atingido sua rotação nominal. Para bombas com rotores axiais pode-se necessitar fechar a válvula para ajustar o ponto de operação.
- Controlar a corrente consumida (amperagem) pelo motor elétrico. O valor da corrente nominal encontra-se na plaqueta do motor. Pode-se acompanhar o valor da corrente através de amperímetro no painel ou alicate amperímetro colocado diretamente no cabo de alimentação. Controlar ainda a tensão da rede.

- Certificar-se de que o valor da pressão de sucção é o previsto no projeto.
- Certificar-se de que a bomba opera livre de vibrações e ruídos anormais.
- Controlar a temperatura do mancal. A estabilização da mesma acontece após mais ou menos 2 horas de operação. Esta poderá atingir até 50 [°C] acima da temperatura ambiente, não devendo, porém, a soma exceder a 90 [°C].
- Ajustar o engaxetamento apertando-se as porcas do aperta gaxeta cerca de 1/6 de volta. Como todo engaxetamento recém-executado requer certo período de acomodação, o mesmo deve ser observado nas primeiras 5 e 8 horas de funcionamento, em caso de vazamento excessivo apertar as porcas do aperta gaxeta cerca de 1/6 de volta.

Durante o funcionamento, todo engaxetamento deve gotejar (para número de gotas aproximado, apresentado na figura 15. Tendo as gaxetas atingido o



estágio de acomodação bastará um controle semanal.

Figura 11 – Números de Gotas Aproximado

Na figura 15, v corresponde à velocidade periférica, em [m/s], calculada pela fórmula:

$$V = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{60}$$

onde:

d – diâmetro externo da luva protetora do eixo, em [m];

n – rotação por minuto com a qual a bomba está trabalhando, em [rpm].

Os itens acima deverão ser controlados a cada 15 minutos durante as 2 primeiras horas de operação. Estando tudo normal, novos controles deverão ser feitos de hora em hora até as primeiras 5 a 8 horas iniciais.

3.3 – Supervisão Durante Operação

Durante o funcionamento da bomba deve-se prever um acompanhamento sistemático dos parâmetros de operação no intuito de monitorar as suas variações. Esses parâmetros dependem do tipo da instalação mas, de um modo geral, alguns são comuns a todas as instalações. As instruções seguintes devem ser seguidas para esse acompanhamento.

É preciso inspecionar periodicamente as leituras dos manômetros e vacuômetros para verificar se permanecem nos limites desejados. Examinar freqüentemente os indicadores de funcionamento dos motores elétricos para controlar a potência que está sendo solicitada pela bomba.

Outra medida necessária é verificar se aparecem vibrações e ruídos estranhos, que são indicadores de mau funcionamento. Em caso afirmativo, parar imediatamente a bomba e eliminar a causa. Também deve-se ter o cuidado de não deixar a bomba trabalhar sem escorva ou com a válvula de recalque fechada, a não ser na partida de bombas centrífugas.

3.4 – Providências para Parada da Bomba

Na parada da bomba, observar as seguintes providências em sequência:

- Fechar o registro de recalque, exceto bombas com rotores axiais;
- Desligar a máquina acionadora e observar a parada gradativa e suave do conjunto;
- Fechar o registro de sucção (se houver);
- Fechar as tubulações e conexões auxiliares desde que não haja contra-indicação

4 – MANUTENÇÃO

4.1 – Introdução

Se uma bomba foi bem comprada (especificada, inspecionada, testada), bem instalada e se é bem operada, a manutenção da mesma torna-se mais fácil.

Entretanto, sendo um equipamento rotativo, dinâmico, sofre desgastes inevitáveis. Além disso, está sujeita às intempéries, eventuais corrosões, falhas do sistema, etc...

Assim sendo, é de importância fundamental que quaisquer conjuntos de recalque, principalmente de abastecimentos de água para cidades e outros serviços públicos, estejam sujeitos a uma manutenção realmente eficiente.

4.2 – Definição de Manutenção

Manutenção é o conhecimento teórico e prático que se aplica metodicamente visando manter e prolongar a vida dos equipamentos a mínimo custo.

4.3 – Tipos de Manutenção

Manutenção Preditiva, Manutenção Preventiva e Manutenção Corretiva. Em termos de importância, cada tipo tem seu valor e todos dependem de outros parâmetros envolvidos.

A - Manutenção Preditiva:

- Definição:

Denomina-se “Manutenção Preditiva”, o controle do estado de funcionamento das máquinas em operação ou instalações em serviço, efetuado com instrumentos de medição, para prever falhas ou detectar mudanças nas condições físicas que requeiram manutenção.

- Objetivos:

- Determinar, quando for necessário, um serviço de manutenção em alguma peça específica de um equipamento em operação;
- Realizar inspeções externas eliminando desmontagens desnecessárias;
- Aumentar o tempo disponível dos equipamentos;
- Minimizar os serviços de emergência ou não planejados;
- Impedir a extensão dos prejuízos;
- Aumentar a confiabilidade de um equipamento ou de uma linha de produção;
- Determinar, com antecedência em relação a uma “parada” programada, quais os equipamentos que requerem revisão.

- Aspectos Gerais:

A manutenção preditiva é feita através da medida das vibrações com aparelhos especiais portáteis. A vibração é caracterizada pelos seus parâmetros, quais sejam, aceleração, amplitude e velocidade e sendo os dois últimos de maior significado para análises mais profundas.

Os valores de medição são comparados com os valores de normas, sendo as mais aplicadas: VDI 2056, Hidraulic Institute, API 610, ISO 2372 e ISO 5174.

Existem vários defeitos que podem gerar vibrações:

- Desbalanceamento do rotor;
- Desalinhamento de acoplamento ou mancal;
- Empenamento do eixo;
- Rolamentos danificados;
- Peças frouxas;
- Fricção entre as partes rotativas e fixas;
- Forças hidráulicas;
- Ressonância.

A implantação da manutenção preditiva requer instrumentos e pessoal qualificados que conheçam a disposição de cada máquina na planta, pontos onde devem ser feitas as leituras e anotações dos dados obtidos. O custo inicial para a implantação é relativamente alto, porém, o retorno existe.

De um modo geral, pode-se obter a médio e longo prazo reduções de 2/3 nos prejuízos causados por paradas de produção e 1/3 nos gastos com manutenção.

Em alguns casos onde este programa não é aplicado, as falhas podem ser tão desastrosas que se torna necessário substituir toda a bomba.

B - Manutenção Preventiva:

- Definição:

É aquela em que se despendem todos os esforços para se evitar que um equipamento sofra uma parada imprevista, ocasionando sérios transtornos à produção.

- Aspectos Gerais:

Esse tipo de manutenção é de vital importância dentro de uma empresa, contudo, deve-se levar em consideração certos aspectos relatados a seguir, na implantação de um programa preventivo:

- Analisar a importância da bomba na produção, pois isto as vezes impossibilita sua parada para manutenção preventiva;
- Providenciar a disponibilidade de peças sobressalentes segundo as recomendações do fabricante e a experiência própria;
- Providenciar um controle burocrático do programa de manutenção. Havendo um controle facilita-se a execução, cresce a eficiência e obtém-se dados para outras análises, tais como: custo, eficiência individual, etc.
- Providenciar equipe especializada para cumprimento destas tarefas. Preferencialmente o pessoal deve ser treinado através dos fabricantes dos equipamentos.

C - Manutenção Corretiva:

- Definição:

É a manutenção que corrige os defeitos e falhas já ocorridos procurando sempre evitar que os mesmos se repitam. O serviço pode ser uma emergência ou não.

- Aspectos Gerais:

Para se definir a necessidade da revisão de uma bomba, certos critérios de inspeção devem ser adotados para que se possa justificar a parada da bomba. Portanto, parar a bomba sempre que houver:

- Alterações das características hidráulicas (baixo rendimento) prejudicando o sistema de bombeamento;
- Altas temperaturas nos mancais;
- Ruídos excessivos;

- Corrente de motor elevada;
- Vibrações excessivas;

Como sugestão, todas as bombas devem possuir um registro individual onde haja espaço para o maior número possível de dados.

Este registro ou folha individual, deve conter no mínimo os seguintes dados:

- Marca da bomba;
- Tipo ou modelo;
- Número de série ou da ordem de produção (OP);
- Ano de fabricação;
- Características principais como: rotação; vazão; pressão. Etc;
- Dados do motor;
- Data inicial da operação;
- Ficha de supervisão de montagem (anexa ao equipamento);
- Comprovante do alinhamento;
- Tipo de lubrificante / intervalo de lubrificação;
- Operadores autorizados;
- Lubrificadores autorizados;
- Se existe Manual de Serviço da Bomba e com quem se encontra;
- Peças sobressalentes recomendadas.

4.4 – Manual de Instrução

Esse manual traz informações específicas e próprias para cada tipo de bomba, que devem ser seguidas criteriosamente. Neste aspecto, são fornecidos dados sobre:

- Manutenção de mancais lubrificados a óleo, graxa ou por líquido limpo de fonte externa.
- Manutenção de selo mecânico.
- Manutenção de engaxetamento.
- Troca de peças.

5 – CAUSAS DE DESARRANJOS E ELIMINAÇÃO DOS MESMOS

VAZÃO INSUFICIENTE DA BOMBA	
CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Contrapressão muito alta	Aumentar a rotação. Se isso não é possível, em caso de acoplamento a motor elétrico, então é necessário colocar um rotor de diâmetro maior ou escolher uma bomba maior.
A bomba não é bem escorvada	Escorvar novamente a bomba e a tubulação e deixar o ar sair completamente.
Entupimento do tubo de entrada ou do rotor	Limpar o tubo de entrada, eventualmente desmontar o rotor.
Formação de bolsas de ar nas tubulações	Sendo sucção positiva, deve ser verificado se a tubulação de sucção está com a cota no sentido da bomba. Quando for sucção negativa, deve ser verificado o declive da tubulação em relação a bomba. Também se a redução, na boca de sucção, é do tipo excêntrica e com sua parte horizontal no plano superior.
Pressão de entrada insuficiente (no caso de bomba afogada)	Verificar o nível de água no reservatório de sucção; verificar se as perdas de carga na tubulação não são excessivas; verificar se a válvula na sucção está completamente aberta.
Altura de sucção muito grande (no caso de bomba não afogada)	Limpar a válvula de pé e a tubulação de sucção, eventualmente aumentar o diâmetro da tubulação de sucção. Verificar se a válvula de pé abre bem. Deve ser calculado o NPSH disponível da instalação e comparado com o NPSH requerido da bomba. Se necessário, diminua a altura geométrica de sucção.
Entrada de ar na tubulação de sucção	Deve ser verificado o alinhamento da tubulação e o estado das conexões quanto à entrada de ar.
Entrada de ar na bomba, através da caixa de gaxetas	Deve ser ajustado o aperta-gaxeta até fluir o líquido bombeado. Deve ser trocada a gaxeta, se necessário. Deve verificar as tubulações auxiliares e a posição do anel cadeado.
Válvula de pé subdimensionada	Deve ser verificado o estado da válvula quanto a entupimento. A área útil de passagem deverá ser de uma e meia vezes a área do tubo. Usando-se filtro ou crivo, a área útil de passagem deverá ser de três

	a quatro vezes a área do tubo de sucção.
Insuficiente submersão na tubulação de sucção	Se o tubo de sucção não puder ser rebaixado ou se houver redemoinho na zona de aspiração causando a entrada de ar, deve ser feita uma proteção com uma prancha de madeira. Isto elimina o turbilhamento.
Rotação muito baixa	Se a bomba a plena rotação não fornece a vazão exigida, bastará eventualmente colocar um rotor de diâmetro maior. Caso contrário, a bomba terá que ser substituída por uma maior. Quando o acionamento for por motor de explosão, a rotação do mesmo pode ser regulada em certos limites pela entrada do combustível. No acionamento por correia, a rotação insuficiente pode ser ocasionada pelo escorregamento da correia. Neste caso, esticar a correia. Eventualmente escolher outras polias.
Forte desgaste das peças internas	Abrir a bomba e verificar as folgas das peças sujeitas ao desgaste (anéis de vedação e o rotor). Eventualmente colocar peças novas.

PRESSÃO EXCESSIVA DA BOMBA

CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Rotação muito alta	Verificar exatamente a rotação. Se a redução da mesma for impossível, o rotor deverá ser torneado mediante consulta.

PRESSÃO INSUFICIENTE DA BOMBA	
CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Rotação muito baixa	Deve ser verificada se o motor está devidamente ligado à linha e recebendo plena voltagem. O motor pode estar com uma fase aberta ou a frequência da rede demasiadamente baixa.
Sentido de rotação errado	Deve ser comparado o sentido de rotação da seta localizada na bomba. Se errada, inverta duas fases do motor com a linha.
Anéis de desgastes gastos	Devem ser substituídos os anéis e verificado o estado do rotor.
Rotor danificado	Deve ser reparado ou substituído o rotor, assim como verificado e corrigida a causa da avaria.
Junta do corpo da bomba defeituosa, permitindo vazamento	Deve ser substituída a junta de acordo com a especificada pelo fabricante.

BOMBA PERDE ESCORVAMENTO DEPOIS DA PARTIDA	
CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Altura de sucção positiva muito elevada	Devem ser verificadas as perdas de carga na tubulação de sucção. Deve ser calculado o NPSH disponível da instalação e comparado com o NPSH requerido pela bomba. Se necessário diminua a altura de sucção.
Bolsa de ar na tubulação de sucção	Sendo sucção positiva, deve ser verificado se a tubulação de sucção está com a cota no sentido da bomba. Quando for sucção negativa, deve ser verificado o declive da tubulação em relação a bomba. Também se a redução, na boca de sucção é do tipo excêntrica e com sua parte horizontal no plano superior.
Entrada de ar na tubulação de sucção	Deve ser verificado o alinhamento da tubulação e o estado das conexões quanto à entrada de ar.

Entrada de ar na bomba, através da caixa de gaxetas	Deve ser ajustado o aperta-gaxeta até fluir o líquido bombeado. Deve ser trocada a gaxeta, se necessário. Deve verificar as tubulações auxiliares e a posição do anel cadeado.
Insuficiente submersão da tubulação de sucção	Se o tubo de sucção não puder ser rebaixado ou se houver redemoinho na zona de aspiração, causando a entrada de ar, deve ser feita uma proteção com prancha de madeira. Isto elimina o turbilhamento.

BOMBA SOBRECARREGA O MOTOR	
CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Rotação muito alta	Deve ser verificado se a rotação do motor com a do sistema (a potência requerida por uma bomba centrífuga varia com o cubo da rotação).
Altura manométrica do sistema menor do que aquela a qual a bomba foi fornecida	Deve ser reduzido o diâmetro do rotor à medida devidamente calculada ou de acordo com indicações da curva característica da bomba. Pode-se ajustar a vazão através da válvula de recalque.
Peso específico do líquido diferente daquele para o qual a bomba foi fornecida	Deve ser substituído o motor de acordo com a nova carga hidráulica.
Viscosidade do líquido diferente para a qual a bomba foi fornecida	Deve ser substituído o motor de acordo com a nova carga hidráulica.
Corpos estranhos no rotor	A bomba deve ser desmontada e o rotor totalmente limpo.
Desalinhamento	Deve ser verificado e corrigido o alinhamento da bomba e do motor.
Eixo empenado	Deve ser corrigido e substituído o eixo.
Rotor raspando na carcaça	A carcaça pode ter sido deformada pelo peso da tubulação indevidamente apoiada. Eixo empenado poderá ser a causa. Corrija ou substitua a parte danificada e corrija as causas.

Anéis de desgastes gastos	Devem ser substituídos os anéis, verificando o estado do rotor.
Engaxetamento erroneamente instalado	Verifique o estado das gaxetas. Deve ser feito o engaxetamento corretamente e/ou recolocado adequadamente em relação ao anel cadeado.
Aperta-gaxeta muito apertado, impedindo a lubrificação do engaxetamento	Deve ser ajustado o aperta-gaxeta, o necessário para fazer a água de lubrificação fluir (pingar) nas gaxetas.

VAZAMENTO EXCESSIVO PELA CAIXA DE GAXETAS	
CAUSAS POSSÍVEIS	ELIMINAÇÃO
Excesso de pressão na câmara de gaxeta	Deve ser verificada a pressão na câmara de gaxeta.
Anel cadeado posicionado erradamente na caixa de gaxetas	Deve ser reposicionado o anel corretamente.
Ligação do líquido de selagem/lubrificação das gaxetas ou sem passagem de líquido	Deve ser verificado e limpo o tubo ou deve ser regulada a válvula de controle deste fluxo.
Eixo empenado	Deve ser corrigido e substituído, de acordo com a deformação.