

# Princípios de operação

# Inspeção e resolução de problemas

Form No.	Section	Issue Date	Rev. Date
F-1031	1000	09/19/94	02/07/07

## Índice

<b>Princípios de operação</b> .....	1
<b>Bombas multiestágio</b> .....	2
<b>Cavitação</b> .....	2
Sinais de cavitação .....	2
<b>Superaquecimento</b> .....	2
<b>Operação paralela (Volume)</b> .....	3
<b>Operação em série (Pressão)</b> .....	4
<b>Testes de inspeção</b> .....	5
<b>Testes mensais</b> .....	5
Teste a vácuo .....	5
Teste de pressão (hidrostática) .....	5
Execução de teste .....	5
<b>Testes anuais</b> .....	5
<b>Resolução de problemas</b> .....	6

## Ilustrações

1. Caminho da água .....	1
2. Operação paralela (Volume) .....	3
3. Operação em série (Pressão) .....	4



## Princípios de operação

As duas peças principais das bombas centrífugas são o(s) propulsor(es) e a(s) voluta(s). O propulsor é ligado para girar na voluta, criando uma força centrífuga que lança a água do olhal para fora, através do propulsor. A voluta é uma passagem de fluxo em forma de espiral em volta do propulsor, que coleta a água do propulsor e a guia para descarga da bomba. Em operação, atmosférica ou outra pressão força continuamente a água através

das passagens de influxo da bomba no olhal e o propulsor giratório a força para fora na voluta e na descarga da bomba. A figura 1 mostra o caminho que uma simples gota d'água percorre até uma bomba centrífuga. A pressão e a capacidade de descarga de bomba pode ser regulada ajustando-se a velocidade da bomba, a configuração da válvula de transferência, a abertura da válvula de descarga e o tamanho do esguicho.

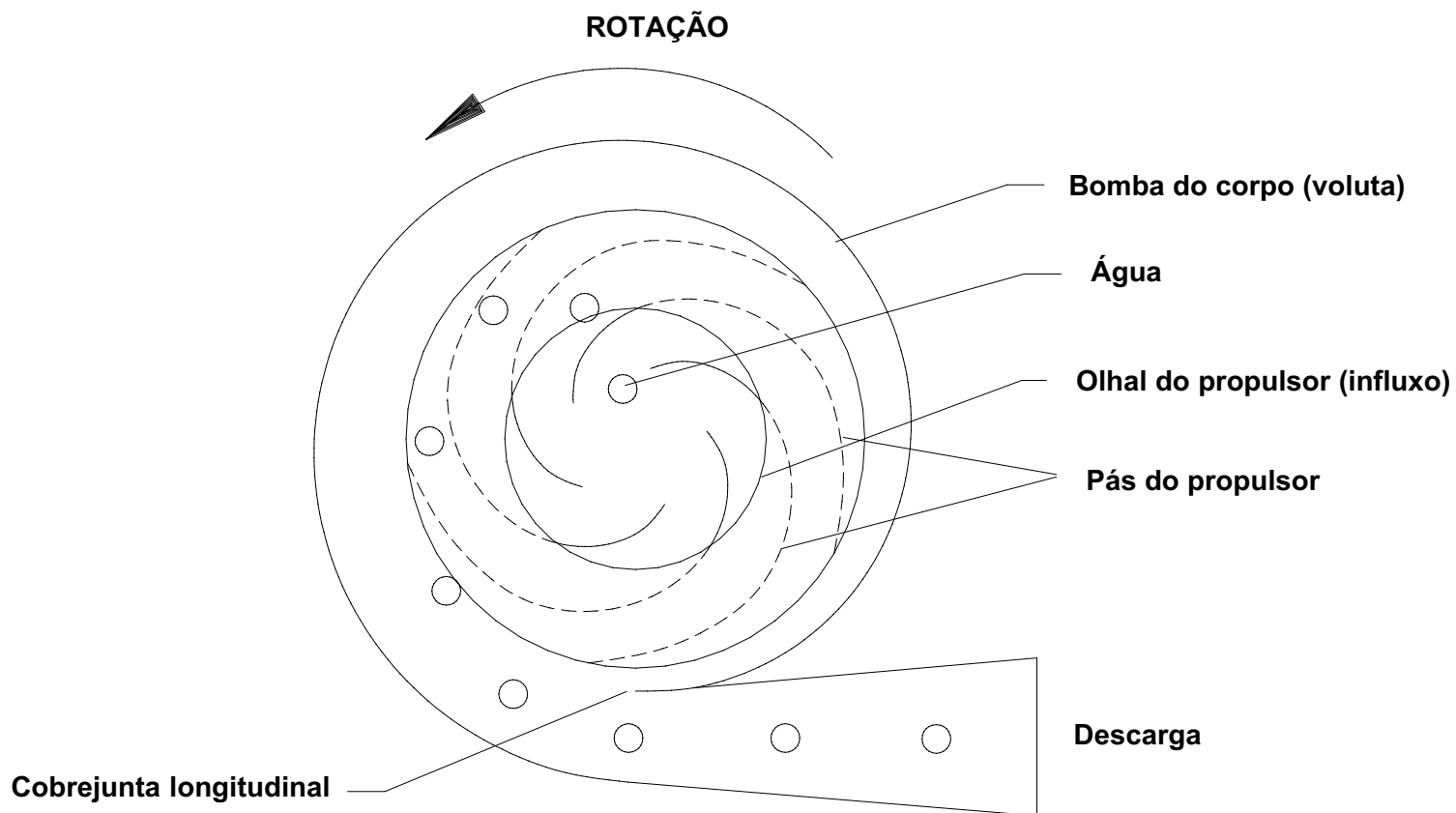


Figura 1

A água atravessa o corpo da bomba e sai pela passagem de descarga.

□□□□

## Bombas multiestágio

Quando são necessárias variações em capacidade e pressão além da que pode ser convenientemente obtida de um único propulsor, são usadas as bombas multiestágio em série/paralelas. Estas bombas têm dois ou mais propulsores, cada um deles em sua própria voluta, que normalmente faz parte de um corpo comum. A válvula de transferência na saída da volume de primeiro estágio dirige a água para a descarga da bomba ou para o influxo de segundo estágio, dependendo da forma de utilização da bomba.

Quando a válvula de transferência está na posição VOLUME (paralela), a água entra em cada olhal de propulsor partindo de um influxo comum e sai através de uma descarga de bomba comum. Ver a figura 2. Se a válvula de transferência for colocada na posição PRESSURE (série), o primeiro estágio bombeia todo o volume e pressão diretamente no influxo de segundo estágio, em vez da descarga da bomba. O segundo estágio, então, bombeia este mesmo volume de água na descarga da bomba, mas com duas vezes a pressão do primeiro estágio. Com a válvula de transferência nesta posição, a pressão do primeiro estágio também fecha as chapeletas nas passagens do influxo que impedem a passagem da água de volta para o influxo de primeiro estágio. Ver a figura 3.

## Cavitação

Qualquer líquido, em qualquer temperatura, forma vapor sobre sua superfície, que produz um certo volume de pressão. Esta "pressão de vapor" aumenta à medida em que a temperatura do líquido se eleva. Quando a pressão de vapor é igual ou maior que a pressão que circunda o líquido, o líquido ferve. A pressão de vapor é importante por causa da forma como afeta a operação da bomba.

Cada bomba é projetada para operar dentro de uma dada faixa de velocidade, e sob um conjunto específico de condições de influxo. Operar uma bomba a velocidade excessiva, muito alta e elevação do influxo, restringindo o influxo, ou qualquer outro fator que faça com que a pressão no líquido caia abaixo de sua pressão de vapor, produz uma condição chamada "cavitação". Na presença desta condição, o vapor de líquido liberado nas regiões de baixa pressão da bomba forma bolhas. Estas bolhas são transportadas para as seções de alta pressão do propulsor (embaixo de cada pá), onde colapsam com força considerável. Isto pode causar a formação de sulcos próximo às extremidades das pás do propulsor.

## Sinais de cavitação

1. Pressão repentina ou perda de capacidade
2. Aumentando a velocidade da bomba sem o aumento correspondente do volume ou pressão.
3. Vibração excessiva da bomba.
4. Som de chocalho parecendo cascalho atravessando a bomba.

A cavitação será, normalmente, eliminada reduzindo-se a velocidade da bomba ou melhorando-se as condições de influxo.

## Superaquecimento

Se a bomba funcionar equilibradamente por alguns minutos completamente fechada, pode aquecer a água o suficiente para queimar alguém na abertura da válvula. Quando operar a bomba, pelo menos a válvula de descarga deve ser aberta ligeiramente para impedir que a bomba superaqueça. O superaquecimento pode danificar o engaxetamento, os selos e outras partes da bomba. Se o fabricante do aparelho tiver instalado um sistema de desvio ou outra provisão projetada para evitar superaquecimento, poderá ser desnecessário abrir a válvula de descarga.

# OPERAÇÃO PARALELA (VOLUME)

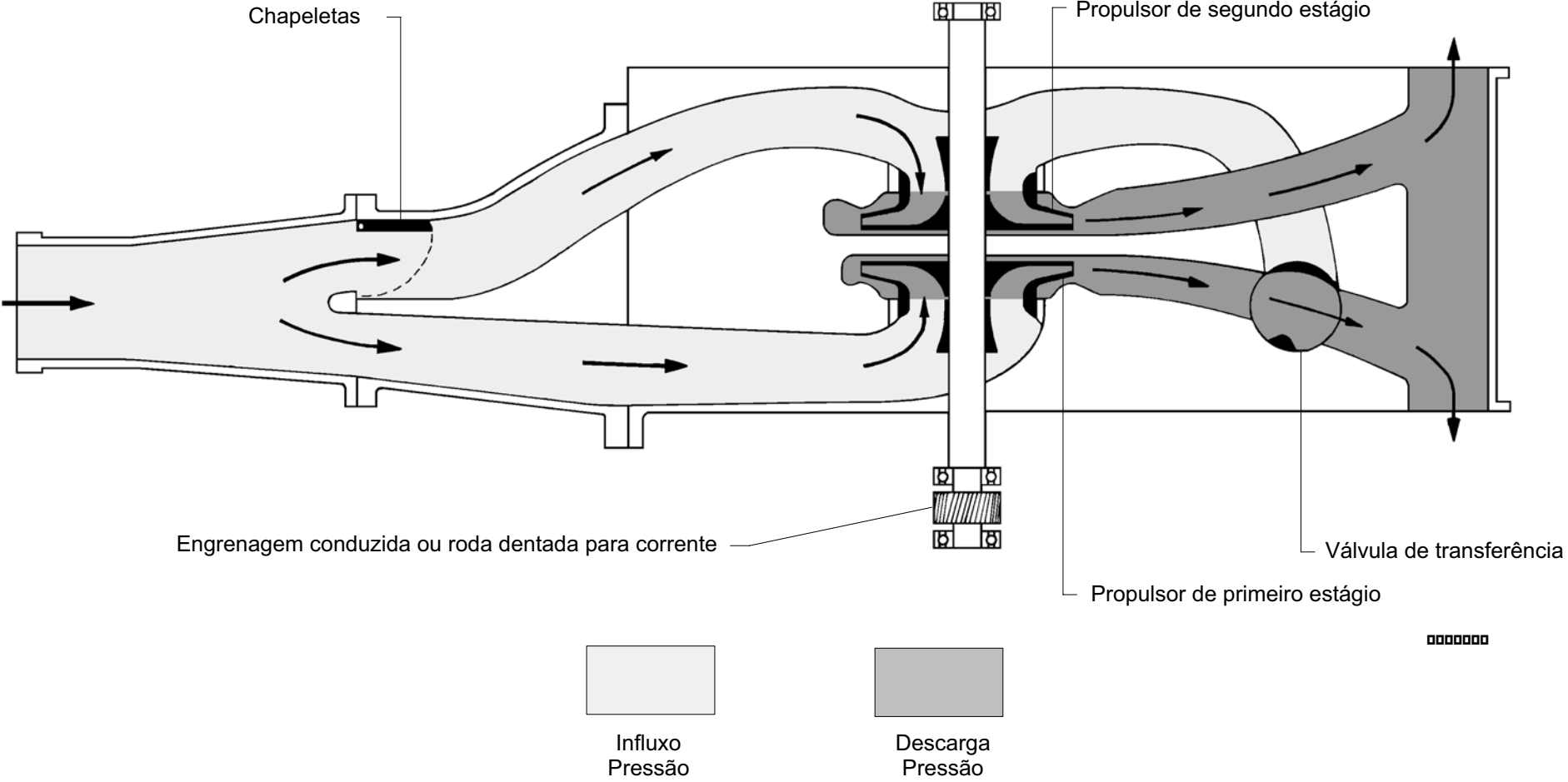


Figura 2

Cada propulsor bombeia metade do volume total que está sendo distribuído, a plena pressão de descarga.  
A válvula de transferência encaminha a água do propulsor de primeiro estágio diretamente para a descarga da bomba.

# OPERAÇÃO EM SÉRIE (PRESSÃO)

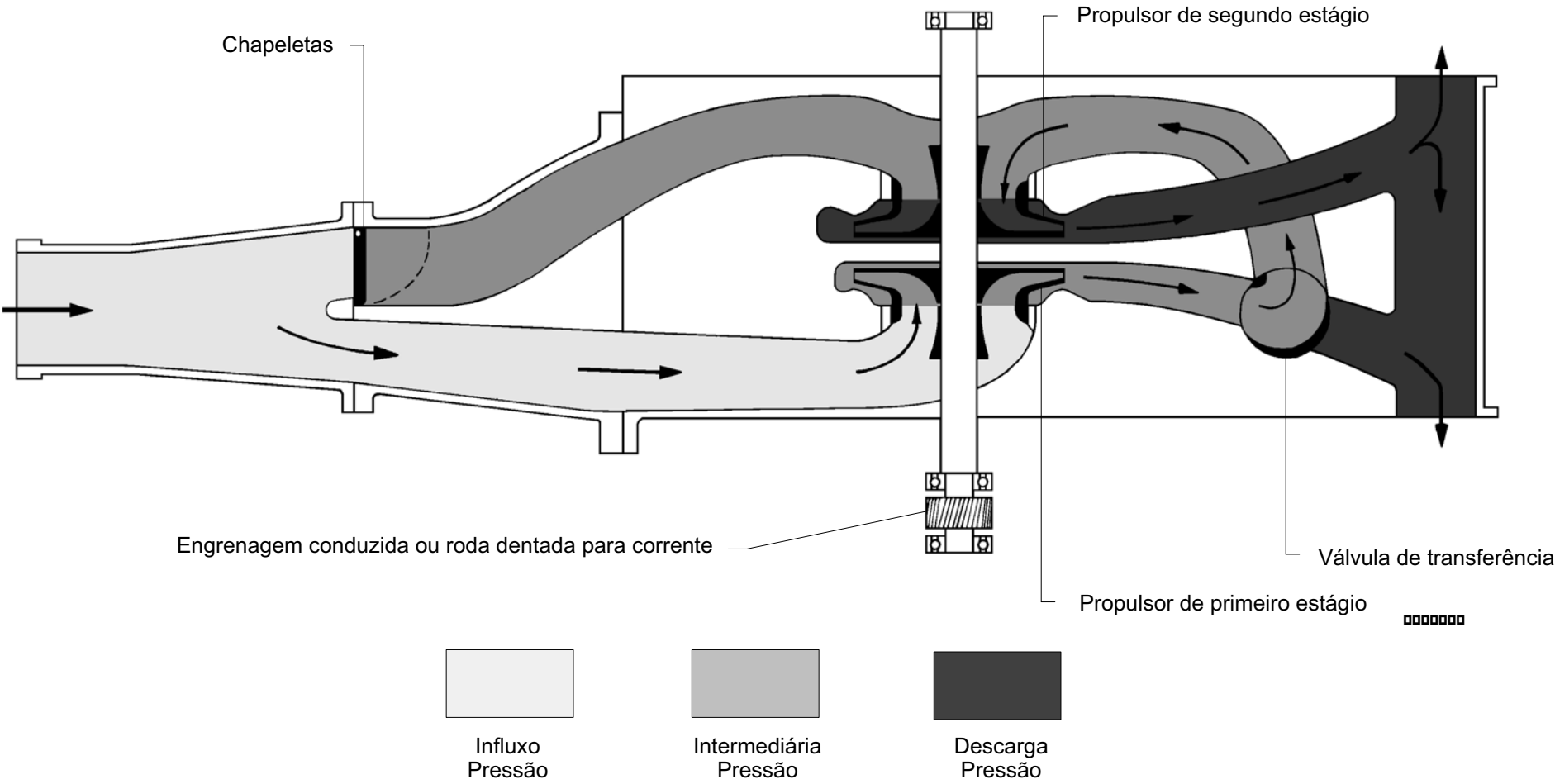


Figura 3

Cada propulsor bobeia todo o volume que está sendo distribuído. Cada propulsor desenvolve metade da pressão total de bomba. As válvulas de transferência direcionam a água do propulsor de primeiro estágio para o influxo de segundo estágio. A pressão de primeiro estágio também fecha a chapeleta.

# Testes de inspeção

Um programa regular de testes oferece o melhor meio de determinar a real condição de uma bomba e de seus acessórios, e permite localizar problemas antes que causem transtornos. Em caso de incêndio, normalmente é difícil para o operador da bomba observá-la de perto o suficiente para determinar sua real condição.

Realize estes testes mensal ou anualmente, conforme descrito abaixo:

## Testes mensais

### I. Teste a vácuo

Remova todas as tampas, exceto aberturas sem válvulas. Feche todas as válvulas de descarga, influxo e dreno e outras aberturas similares. Opere o dispositivo de escorvamento para criar um vácuo de cerca de 22 pol. Hg/0,735 atmosferas na bomba, em seguida pare o escorvador e o motor.

Observe o calibrador de pressão, se o vácuo cair abaixo de 10 pol. Hg/0,334 atmosferas em 5 minutos, tente ouvir vazamentos de ar em volta de cilindros de engaxetamento, gaxetas, válvulas, etc. Substitua gaxetas, reengaxete ou, ainda, repare a fonte de problema.

### II. Teste de pressão (hidrostática)

Conecte a bomba a um hidrante ou outra fonte de água pressurizada. Remova todas as tampas, exceto aberturas sem válvulas. Feche todas as válvulas de descarga, influxo e dreno e outras aberturas similares. Ligue a válvula de admissão e “estale” a válvula de descarga mais alta na bomba para expelir ar da bomba. Feche a válvula de descarga. Examine cuidadosamente a bomba e os acessórios para ver se há vazamentos. Substitua gaxetas, juntas apertadas, válvulas de reparo ou reengaxete, conforme necessário, para eliminar vazamentos. (Veja “embalagem” sob os testes de execução abaixo.)

### III. Execução de teste

Colocar a bomba para funcionar por pelo menos 15 minutos desde a tiragem, se possível. Da tiragem é melhor porque a bomba fica, então, mais sensível a defeitos do que quando está conectada a uma fonte de água pressurizada. Verifique o seguinte:

1. Capacidade de escorvamento - se a bomba não começar a escorvar [(30 segundos para 1250 GPM (4731 l/min)) ou menos e 45 segundos para bombas de 1500 a 2000 GPM (5678 a 7570 l/min)]. (Podem ser necessários mais 15 minutos se a bomba for equipada com um influxo anterior ou posterior de 4 pol. ou mais).

2. Selo da haste

**Gaxetamento - o gaxetamento deve vazar uma pequena quantidade para mantê-lo frio e lubrificado. Consulte as INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO da bomba em particular, e veja a taxa específica de vazamento e o ajuste de engaxetamento.**

**Selos mecânicos - os selos mecânicos não devem vazar. Consulte as INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO da bomba em particular e veja a manutenção do selo mecânico.**

3. Válvula de transferência (somente bombas em série/paralelas) – com a bomba funcionando na velocidade lenta, alterne a válvula de uma posição para outra várias vezes para verificar se funciona adequadamente. Se a válvula de transferência for equipada com uma graxeira, lubrifique-a de acordo com as INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO da respectiva bomba.
4. Desvio - verifique o mecanismo de desvio para certificar-se de que está funcionando adequadamente.
5. Desempenho - verifique a velocidade da bomba com pressão e capacidade calculada..
6. Acessórios - operar todas as válvulas de descarga e influxo, válvula de alívio, válvula de dreno e acessórios similares para certificar-se de que todas estão funcionando corretamente. Se os acessórios de acionamento forem instalados, certifique-se de operar os excessos (se conectados) para garantir a operação adequada.
7. Luzes indicadoras - verifique para ter certeza de que estão funcionando adequadamente.

## Testes anuais

1. Pelo menos uma vez por ano, teste o bombeador para determinar se é capaz de atender os requisitos descritos no NFPA 1911, Testes de Bombas em Aparelhos F.D. Compare as velocidades da bomba e do motor observadas nestes testes com os testes de aceitação e outros testes anteriores. Se a velocidade observada nos últimos testes for muito superior é a bomba provavelmente necessita de reparos.
2. Tank to Pump Check Valve - Remove the tank to pump valve and associated piping and inspect check valve for excessive wear and replace if necessary.

### ADVERTÊNCIA

**Danos ao equipamento. Podem causar sérias lesões às mãos e aos braços.**

Verifique se todo o equipamento está desligado antes de penetrar no encaixe de influxo para inspecionar a chapeleta do adaptador de influxo.

3. Chapeleta do adaptador de influxo (somente influxos laterais) – penetre no encaixe de influxo e verifique o movimento da chapeleta. As chapeletas devem assentar com segurança na abertura fabricada do encaixe, abrindo e fechando suavemente.

## Resolução de problemas

CONDIÇÕES	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO SUGERIDA
A bomba falha em escorvar ou perde a escorva	Ar vaza	<p>Limpar e apertar todas as conexões de influxo. Verificar se as mangueiras e gaxetas de influxo estão em boas condições.</p> <p>Usar o procedimento a seguir para localizar vazamentos de ar:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Conecte a mangueira de influxo na bomba e acople a tampa de influxo ao final da mangueira.</li> <li>2. Feche todas as aberturas da bomba.</li> <li>3. Opere o escorvador até que o medidor de vácuo indique 22 pol. Hg/0,735 atmosferas. (Se o escorvador falhar na retirada do vácuo especificado, pode estar com defeito, ou os vazamentos são muito grandes para que o escorvador dê conta).</li> <li>4. Fechar o escorvador. Se o vácuo cair mais de 10 pol. Hg/0,334 atmosferas em cinco minutos, provavelmente há sérios vazamentos de ar. Com o motor parado, é possível ouvir os vazamentos de ar. Se não for possível ouvir os vazamentos, aplique óleo de motor nos pontos suspeitos e observe a quebra de filme ou a entrada de óleo na bomba.</li> </ol> <p>Encha o tanque de água completamente (se estiver equipado). Conecte a mangueira de influxo ao hidrante ou à bomba auxiliar. Abra uma válvula de descarta e deixe correr água até que a bomba esteja completamente cheia e todo o ar seja expelido. Feche a válvula de descarga, aplique pressão ao sistema e observa vazamentos ou sobrefluxo no tanque de água. Uma pressão de 100 psi é suficiente. NÃO ULTRAPASSE A PRESSÃO RECOMENDADA.</p> <p>Se a bomba tiver permanecido fora de operação por várias semanas, o engaxetamento tem que ser seco. Feche as válvulas de descarga e drene e tampe as aberturas de influxo. Opere o escorvador para construir um vácuo forte na bomba. Coloque a bomba em operação lenta e aplique óleo na haste do propulsor próximo à prensa-estopa de engaxetamento. Verifique se o engaxetamento está devidamente ajustado.</p>
	Sujeira no filtro de influxo	<p>Remova toda as folhas, sujeitas e outros materiais estranhos do filtro de influxo.</p> <p>Durante a tiragem da fonte superficial de água com lodo, areia ou cascalho no fundo, proteja o filtro de influxo com uma das seguintes maneira:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Suspenda o filtro de influxo com uma tora ou outro objeto flutuante para mantê-lo fora do fundo. Ancore a bóia para evitar que derive na água superficial.</li> <li>2. Remova o topo de um barril limpo. Mergulhe o barril de forma que a abertura fique abaixo da água superficial. Coloque o filtro de influxo no barril.</li> <li>3. Faça uma caixa de influxo, usando tela de malha fina. Suspenda o filtro de influxo dentro da caixa.</li> </ol>
	Não coloque lubrificante no tanque de escorvamento	Com alguns escorvadores giratórios, é necessário o lubrificante para manter um selo de rotor apertado. Verifique o suprimento de óleo tanque de escorvamento e reabasteça, se necessário.
	Tubulação de lubrificante/válvula de verificação	Se houver lubrificante no tanque, mas o lubrificante não entrar (sair) do escorvador, a válvula de verificação pode estar emperrada (substituir) ou instalada na direção contrária (seta apontando na direção do escorvador) ou a tubulação pode estar obstruída, especialmente se estiver usando um lubrificante biodegradável e o escorvador não for operado em bases regulares. Desobstruir ou substituir a tubulação conforme Instruções de instalação do sistema de escorvamento.
	Válvula de escorvamento defeituosa	Uma válvula gasta ou danificada pode vaziar e fazer com que a bomba perca o escorvador. Consulte nas instruções do escorvador como reparar a válvula de escorvamento.
	Limpeza imprópria na engrenagem giratória ou no escorvador da pá	Após um funcionamento prolongado, o desgaste pode aumentar a folga do escorvador e reduzir a eficiência. Consulte as respectivas instruções para ajustar a folga do escorvador.
	Velocidade do motor muito baixa	Consulte as instruções fornecidas com o escorvador para utilizar as velocidades corretas de escorvamento. Velocidade mais altas que as recomendadas não aceleram o escorvamento e podem, na verdade, danificar a bomba de escorvamento.
	Linha de passagem auxiliar aberta	Se uma linha de passagem auxiliar for instalada entre a descarga de bomba e o tanque de água para impedir que a bomba superaqueça com todas as válvulas de descarga fechadas, procurar uma válvula de verificação na linha. Se a válvula estiver emperrada, abra, limpe-a, substitua-a ou bloqueie temporariamente a linha até obter uma nova válvula.
	Levantar muito	Não tente levantar a altura superior a 22 pés (6,7 m), a não ser em baixas altitudes e com o equipamento na condição de novo.
	Extremidade da mangueira de influxo não suficientemente submersa	Embora a mangueira de influxo tenha que estar imersa o suficiente para o escorvamento, bombear grandes volumes de água pode produzir redemoinhos, o que provocará a entrada de ar na mangueira de influxo. Sempre que possível, coloque a extremidade da mangueira de influxo pelo menos dois pés abaixo da fonte de água.
	Ponto alto na linha de influxo	Se possível, evite colocar qualquer parte da mangueira de influxo acima da entrada da bomba. Se não for possível evitar o ponto alto, feche a válvula de descarga assim que a pressão cair e escorve novamente. Este procedimento normalmente eliminará bolsões de ar na linha de influxo, mas precisa ser repetido várias vezes.
	Escorvador fora de operação por tempo suficiente	Consulte as instruções de operação fornecidas com o escorvador para saber o tempo de escorvamento necessário
Capacidade insuficiente	O motor requer manutenção. Verifique o motor seguindo as instruções do fabricante, fornecidas com o truque.	
A. A. Velocidade de motor e bomba muito baixa com o regulador de pressão no máximo	<p>Força insuficiente do motor</p> <p>Motor operador a grandes altitudes e/ou temperaturas altas de ar A força do motor diminui com um aumento na altitude ou temperatura de ar, salvo os motores turbo carregados. Ajustar o carburador ou mudar os bocais de carburador (ou esguichos de injetor) podem melhorar o desempenho do motor. Consulte o fabricante do motor.</p> <p>Válvula de alívio de descarga ajustada incorretamente</p> <p>Se a válvula de alívio estiver ajustada abaixo da pressão operacional desejada, a água contornará e reduzirá a capacidade. Ajuste a válvula de alívio de acordo com as instruções fornecidas com a válvula.</p>	

CONDIÇÕES	CAUSA POSSÍVEL	SOLUÇÃO SUGERIDA
Capacidade insuficiente A. Velocidade de motor e bomba muito baixa com o regulador de pressão no máximo (continuação)	Transferência incorreta do conjunto de válvula (não se aplica a bombas de estágio simples).	Coloque a válvula de transferência na posição VOLUME (paralela) quando estiver bombeando a uma capacidade superior a dois terços. Quando deslocar a válvula de transferência, certifique-se de percorrer todo o caminho na nova posição. Se a válvula de transferência não for completamente deslocada para a nova posição a eficiência da bomba será seriamente prejudicada.
	Transmissão do truque em engrenagem muito alta	Consulte as instruções do veículo para corrigir a engrenagem da bomba. Normalmente, a bomba trabalha melhor com transmissão em propulsão direta. Se o truque estiver equipado com uma transmissão automática, certifique-se de que a transmissão esteja na engrenagem de bombeamento.
Capacidade insuficiente B. Velocidade do motor superior à especificada para a pressão e o volume desejados	Transferência incorreta do conjunto de válvula (não se aplica a bombas de estágio simples).	Coloque a válvula de transferência na posição VOLUME (paralela) quando estiver bombeando a uma capacidade superior a dois terços. Quando deslocar a válvula de transferência, certifique-se de percorrer todo o caminho na nova posição. Se a válvula de transferência não for completamente deslocada para a nova posição a eficiência da bomba será seriamente prejudicada.
	Impulsor(es) de bomba ou anéis de desgaste muito gastos	Instale anéis de desgaste de tamanho menor se o impulsor para limpeza de anel de desgaste estiver dentro dos limites indicados nas INSTRUÇÕES DE MANUTENÇÃO. Se não estiver, instale novo(s) impulsor(es) e anéis de desgaste.
	Filtro de influxo, telas de influxo ou pás de impulsor sujas com fragmentos	Remova o filtro e a mangueira de influxo e retire todos os fragmentos. Pressão contracorrente (preferentemente em paralelo ou na posição "volume") em geral desobstruirá as pás do impulsor quando a bomba estiver parada.
	Defeito na mangueira de influxo	Nas mangueiras de influxo antigas, o revestimento interno às vezes se torna tão enrijecido que a perda de fricção impede a capacidade de extração da bomba. Às vezes, o revestimento se separa da parede externa e colapsa durante a extração. Em geral é impossível detectar o colapso do revestimento, mesmo com uma lanterna. Tente extrair com uma nova mangueira de influxo; se a bomba produzir capacidade, é possível que a mangueira anterior estivesse com defeito.
	Mangueira de influxo muito pequena	Quando bombear a elevações superiores ao normal, ou em altitudes altas, use mangueiras de influxo maiores ou adicionais.
Capacidade insuficiente C. Velocidade do motor superior à especificada para a pressão e o volume desejados	Transmissão do truque em engrenagem muito baixa	Consulte as instruções do veículo para corrigir a engrenagem da bomba. Normalmente, a bomba trabalha melhor com transmissão em propulsão direta. (Marque a velocidade do motor e da bomba, se possível, para assegurar a transmissão "direta").
Pressão insuficiente	Velocidade da bomba muito baixa	Em geral, as causas e remédios acima para baixa capacidade da bomba também se aplicam à baixa pressão da bomba.
		Verifique a velocidade da bomba com um tacômetro. Se a velocidade da bomba estiver muito baixa, consulte nas instruções do fabricante do motor o método de ajuste do regulador da velocidade do motor.
Pressão insuficiente (continuação)	A capacidade da bomba limite a pressão da bomba	Não tente bombear grandes volumes de água a uma pressão que a bomba não foi projetada para lidar. Exceder a capacidade da bomba pode causar uma redução na pressão. Exceder a velocidade máxima recomendada produzirá cavitação e prejudicará seriamente a eficiência da bomba.
	Peça da chapeleta aberta	Quando a bomba está na posição PRESSÃO (série), a descarga será deslocada para o influxo de primeiro estágio. Operar a bomba a 75 psi/5,2 bar, e alternar rapidamente a válvula de transferência para frente e para trás entre as posições. Se não der certo, tente alcançar a válvula com uma vara ou fio e trabalhe livremente.
Defeito na válvula de alívio A. Pressão não aliviada quando as válvulas de descarga estão fechadas	Válvula piloto pegajosa	Desmonte e limpe. Substitua as partes evidentemente gastas.
	Linhas de tubo ligadas	Desconecte as linhas e inspecione.
Defeito na válvula de alívio B. A pressão não voltará ao ajuste original depois que as válvulas de descarga forem reabertas	Válvula piloto pegajosa	Desmonte e limpe. Substitua as partes evidentemente gastas.
	Válvula principal pegajosa	Desmonte e limpe. Substitua as partes evidentemente gastas.
	Instalação incorreta	Verifique todas as linhas para ter certeza de que as instruções de instalação foram seguidas.
Defeito na válvula de alívio C. Pressão flutuante	Válvula piloto pegajosa	Desmonte e limpe. Substitua as partes evidentemente gastas.
	Ondulação da água (válvula de alívio)	A flutuação da pressão pode resultar de uma combinação de condições de influxo e descarga envolvendo a bomba, a válvula de alívio e o motor. Quando a elasticidade do sistema de influxo e descarga e a frequência de resposta (tempo de reação) do motor, da válvula piloto e da válvula de alívio são tamanhos que o sistema nunca estabiliza, ocorre a flutuação. Com a combinação certa de circunstâncias, a flutuação pode ocorrer, independentemente da complexão ou do tipo de equipamento envolvido. Mudar um ou mais desses fatores o suficiente para romper este tempo pode eliminar a flutuação.
Defeito na válvula de alívio D. Resposta chave	Filtro ou linha ligados	Limpar linhas e filtro.