
MANUAL TÉCNICO

SUMÁRIO

1. Apresentação.....	3
2. Termos hidráulicos mais usados em bombeamento.....	4
3. Considerações gerais sobre bombas hidráulicas.....	5
4. Npsh e Cavitação.....	8
5. Potência absorvida e rendimento de bombas.....	11
6. Perdas de carga, n° de Reynolds, velocidade de escoamento, diâmetros dos tubos, Altura Manométrica Total.....	12
7. Curvas características de bombas centrífugas.....	14
8. Alterações nas curvas características de bombas.....	16
9. Acionamentos de bombas por polias e correias.....	18
10. Esquema típico de instalação de uma motobomba para sucção inferior a 8 metros.....	21
11. Método básico para seleção de uma bomba centrífuga Schneider (para sucção inferior a 8 metros).....	22
12. Instruções gerais para instalação e uso de bombas centrífugas.....	26
13. Esquema típico de instalação de uma motobomba para sucção superior a 8 metros.....	30
14. Método básico para seleção de uma motobomba centrífuga injetora Schneider (para sucção superior a 8 metros).....	29
15. Instruções gerais para instalação e uso de bombas injetoras.....	32
16. Tabela de perda de carga em tubulações.....	34
17. Tabela de perda de carga em acessórios.....	35
18. Tabela de bitolas de fios de cobre para ligação de motores.....	36
19. Tabela de estimativa de consumo diário por edificação.....	37
20. Tabela de defeitos mais comuns em instalações de bombas e motobombas, e suas causas mais prováveis.....	38
21. Resumo técnico das motobombas centrífugas Schneider.....	39

22. Identificação das famílias de motobombas Schneider.....	41
23. Tabela de conversão de unidades de medidas.....	43
<i>Apresentação das Famílias de Bombas (Lâmina/Curvas)</i>	

APRESENTAÇÃO

Fundada em 29 de Maio de 1946, a SCHNEIDER E CIA LTDA., como era chamada na época, iniciou suas atividades como oficina de conserto de máquinas e motores importados e anos mais tarde fabricou o 1º motor elétrico em Santa Catarina.

Hoje, voltadas ao mercado de **Bombas e Motobombas Centrífugas**, as **INDÚSTRIAS SCHNEIDER S/A**, compostas pela **SCHNEIDER FUNDIÇÃO e SCHNEIDER MOTOBOMBAS**, chegam aos 60 anos de atividade, plenamente consolidadas entre as mais importantes empresas nacionais do setor.

Buscando aliar-se às novas tecnologias, a empresa desenvolve produtos de simples e robusta construção, alta eficiência e fácil manutenção, afim de atender aos múltiplos segmentos do mercado, seja residencial e predial, industrial, agrícola, construção civil, saneamento, dentre outros.

Desta forma, oferecemos este Catálogo Geral de Bombas e Motobombas, como uma ferramenta técnica adicional a todos que atuam nos setores de compras e vendas, projetos, manutenção, dentre outros, com o intuito de buscar subsídios gerais e específicos sobre os nossos produtos, afim de encontrar soluções rápidas e seguras conforme sua necessidade de aplicação.

Paralelamente, colocamos à disposição os departamentos de Assistência Técnica, Projetos e Desenvolvimentos, para atendimento de quaisquer informações adicionais.

Joinville/SC, Março de 2006.

A Diretoria

TERMOS HIDRÁULICOS MAIS USADOS EM BOMBEAMENTO

1. ALTURA DE SUÇÃO (AS) - Desnível geométrico (altura em metros), entre o nível dinâmico da captação e o bocal de sucção da bomba.

OBS.: Em bombas centrífugas normais, instaladas ao nível do mar e com fluido bombeado a temperatura ambiente, esta altura não pode exceder 8 metros de coluna d'água (8 mca).

2. ALTURA DE RECALQUE (AR) - Desnível geométrico (altura em metros), entre o bocal de sucção da bomba e o ponto de maior elevação do fluido até o destino final da instalação (reservatório, etc.).

3. ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (AMT) - Altura total exigida pelo sistema, a qual a bomba deverá ceder energia suficiente ao fluido para vencê-la. Leva-se em consideração os desníveis geométricos de sucção e recalque e as perdas de carga por atrito em conexões e tubulações.

$$\text{AMT} = \text{Altura Sucção} + \text{Altura Recalque} + \text{Perdas de Carga Totais (*)}$$

(*) *Perdas em Tubulações/Conexões e Acessórios*

Unidades mais comuns: mca, Kgf/cm², Lb/Pol²

Onde: 1 Kgf/cm² = 10 mca = 14,22 Lb/Pol²

4. PERDA DE CARGA NAS TUBULAÇÕES - Atrito exercido na parede interna do tubo quando da passagem do fluido pelo seu interior. É mensurada obtendo-se, através de coeficientes, um valor percentual sobre o comprimento total da tubulação, em função do diâmetro interno da tubulação e da vazão desejada.

5. PERDA DE CARGA LOCALIZADA NAS CONEXÕES - Atrito exercido na parede interna das conexões, registros, válvulas, dentre outros, quando da passagem do fluido. É mensurada obtendo-se, através de coeficientes, um comprimento equivalente em metros de tubulação, definido em função do diâmetro nominal e do material da conexão.

6. COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO DE SUÇÃO - Extensão linear em metros de tubo utilizados na instalação, desde o injetor ou válvula de pé até o bocal de entrada da bomba.

7. COMPRIMENTO DA TUBULAÇÃO DE RECALQUE - Extensão linear em metros de tubo utilizados na instalação, desde a saída da bomba até o ponto final da instalação.

8. GOLPE DE ARÍETE - Impacto sobre todo o sistema hidráulico causado pelo retorno da água existente na tubulação de recalque, quando da parada da bomba. Este impacto, quando não amortecido por válvula(s) de retenção, danifica tubos, conexões e os componentes da bomba.

9. NÍVEL ESTÁTICO - Distância vertical em metros, entre a borda do reservatório de sucção e o nível (lâmina) da água, antes do início do bombeamento.

10. NÍVEL DINÂMICO - Distância vertical em metros, entre a borda do reservatório de sucção e o nível (lâmina) mínimo da água, durante o bombeamento da vazão desejada.

11. SUBMERGÊNCIA - Distância vertical em metros, entre o nível dinâmico e o injetor (Bombas Injetoras), a válvula de pé (Bombas Centrífugas Normais), ou filtro da sucção (Bombas Submersas).

12. ESCORVA DA BOMBA - Eliminação do ar existente no interior da bomba e da tubulação de sucção. Esta operação consiste em preencher com o fluido a ser bombeado todo o interior da bomba e da tubulação de sucção, antes do acionamento da mesma. Nas bombas autoaspirantes basta eliminar o ar do interior da mesma pois, até 8 mca de sucção, a bomba eliminará o ar da tubulação automaticamente.

13. AUTOASPIRANTE - O mesmo que Autoescorvante, isto é, bomba centrífuga que elimina o

ar da tubulação de sucção, não sendo necessário o uso de válvula de pé na sucção da mesma, desde que, a altura de sucção não exceda 8 mca.

14.CAVITAÇÃO - Fenômeno físico que ocorre em bombas centrífugas no momento em que o fluido succionado pela mesma tem sua pressão reduzida, atingindo valores iguais ou inferiores a sua pressão de vapor (líquido \leftrightarrow vapor). Com isso, formam-se bolhas que são conduzidas pelo deslocamento do fluido até o rotor onde implodem ao atingirem novamente pressões elevadas (vapor \leftrightarrow líquido).

Este fenômeno ocorre no interior da bomba quando o $NPSH_d$ (sistema), é menor que o $NPSH_r$ (bomba). A cavitação causa ruídos, danos e queda no desempenho hidráulico das bombas.

15.NPSH - Sigla da expressão inglesa - Net Positive Suction Head a qual divide-se em:

♦ **NPSH disponível** - Pressão absoluta por unidade de peso existente na sucção da bomba (entrada do rotor), a qual deve ser superior a pressão de vapor do fluido bombeado, e cujo valor depende das características do sistema e do fluido;

♦ **NPSH requerido** - Pressão absoluta mínima por unidade de peso, a qual deverá ser superior a pressão de vapor do fluido bombeado na sucção da bomba (entrada de rotor) para que não haja cavitação. Este valor depende das características da bomba e deve ser fornecido pelo fabricante da mesma;

O $NPSH_{disp}$ deve ser sempre maior que o $NPSH_{req}$ ($NPSH_d > NPSH_r + 0,6$)

16.VÁLVULA DE PÉ OU DE FUNDO DE POÇO — Válvula de retenção colocada na extremidade inferior da tubulação de sucção para impedir que a água succionada retorne à fonte quando da parada do funcionamento da bomba, evitando que esta trabalhe a seco (perda da escorva).

17.CRIVO - Grade ou filtro de sucção, normalmente acoplado a válvula de pé, que impede a entrada de partículas de diâmetro superior ao seu espaçamento.

18.VÁLVULA DE RETENÇÃO - Válvula de sentido único colocada na tubulação de recalque para evitar o golpe de aríete. Utilizar uma válvula de retenção a cada 20 mca de AMT.

19.PRESSÃO ATMOSFÉRICA - Peso da massa de ar que envolve a superfície da Terra até uma altura de ± 80 Km e que age sobre todos os corpos. Ao nível do mar, a pressão atmosférica é de 10,33 mca ou 1,033 Kg/cm² (760 mm/Hg).

20.REGISTRO - Dispositivo para controle da vazão de um sistema hidráulico.

21.MANÔMETRO - Instrumento que mede a pressão relativa positiva do sistema.

22.VAZÃO – Quantidade de fluido que a bomba deverá fornecer ao sistema.

Unidades mais comuns: m³/h, l/h, l/min, l/s

Onde: 1 m³/h = 1000 l/h = 16.67 l/min = 0.278 l/s

CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE BOMBAS HIDRÁULICAS

1. DEFINIÇÃO: São Máquinas Hidráulicas Operatrizes, isto é, máquinas que recebem energia potencial (força motriz de um motor ou turbina), e transformam parte desta potência em energia cinética (movimento) e energia de pressão (força), cedendo estas duas energias ao fluido bombeado, de forma a recirculá-lo ou transportá-lo de um ponto a outro.

Portanto, o uso de bombas hidráulicas ocorre sempre que há a necessidade de aumentar-se a pressão de trabalho de uma substância líquida contida em um sistema, a velocidade de escoamento, ou ambas.

2. CLASSIFICAÇÃO: Devido a grande diversidade das bombas existentes, adotaremos uma classificação resumida, dividindo-as em dois grandes grupos:

- A. Bombas Centrífugas ou Turbo-Bombas, também conhecidas como Hidro ou Rotodinâmicas;
- B. Bombas Volumétricas, também conhecidas como de Deslocamento Positivo.

3. DIFERENÇAS BÁSICAS:

A. Nas **Bombas Centrífugas**, ou **Turbo-Bombas**, a movimentação do fluido ocorre pela ação de forças que se desenvolvem na massa do mesmo, em consequência da rotação de um eixo no qual é acoplado um disco (rotor, impulsor) dotado de pás (palhetas, hélice), o qual recebe o fluido pelo seu centro e o expulsa pela periferia, pela ação da força centrífuga, daí o seu nome mais usual.

Em função da direção do movimento do fluido dentro do rotor, estas bombas dividem-se em:

A.1. Centrífugas Radiais (puras): A movimentação do fluido dá-se do centro para a periferia do rotor, no sentido perpendicular ao eixo de rotação;

OBS.: Este tipo de bomba hidráulica é o mais usado no mundo, principalmente para o transporte de água, e é o único tipo de bomba fabricada pela **SCHNEIDER**, cujos diferentes modelos e aplicações estão apresentados neste catálogo.

A.2. Centrífugas de Fluxo Misto (hélico-centrífugas): O movimento do fluido ocorre na direção inclinada (diagonal) ao eixo de rotação;

A.3. Centrífugas de Fluxo Axial (helicoidais): O movimento do fluido ocorre paralelo ao eixo de rotação;

B. Nas **Bombas Volumétricas**, ou de **Deslocamento Positivo**, a movimentação do fluido é causada diretamente pela ação do órgão de impulsão da bomba que obriga o fluido a executar o mesmo movimento a que está sujeito este impulsor (êmbolo, engrenagens, lóbulos, palhetas). Dá-se o nome de volumétrica porque o fluido, de forma sucessiva, ocupa e desocupa espaços no interior da bomba, com volumes conhecidos, sendo que o movimento geral deste fluido dá-se na mesma direção das forças a ele transmitidas, por isso a chamamos de deslocamento positivo. As Bombas Volumétricas dividem-se em:

B.1. Êmbolo ou Alternativas (pistão, diafragma, membrana);

B.2. Rotativas (engrenagens, lóbulos, palhetas, helicoidais, fusos, parafusos, peristálticas).

4. FUNCIONAMENTO: Por ser o produto fabricado pela **SCHNEIDER** e, conseqüentemente, objeto deste catálogo, abordaremos apenas os aspectos do funcionamento das Bombas Centrífugas Radiais. Segue:

A Bomba Centrífuga tem como base de funcionamento a criação de duas zonas de pressão diferenciadas, uma de baixa pressão (sucção) e outra de alta pressão (recalque).

Para que ocorra a formação destas duas zonas distintas de pressão, é necessário existir no interior da bomba a transformação da energia mecânica (de potência), que é fornecida pelo máquina motriz (motor ou turbina), primeiramente em energia cinética, a qual irá deslocar o fluido, e posteriormente, em maior escala, em energia de pressão, a qual irá adicionar "carga" ao fluido para que ele vença as alturas de deslocamento.

Para expressar este funcionamento, existem três partes fundamentais na bomba (figura 1):

- ♦ corpo (carcaça), que envolve o rotor, acondiciona o fluido, e direciona o mesmo para a tubulação de recalque (figuras 1, 2 e 3);
- ♦ rotor (impelidor), constitui-se de um disco provido de pás (palhetas) que impulsionam o fluido (figuras 4, 5 e 6);
- ♦ eixo de acionamento (Figura 1), que transmite a força motriz ao qual está acoplado o rotor, causando o movimento rotativo do mesmo.

Antes do funcionamento, é necessário que a carcaça da bomba e a tubulação de sucção (*), estejam totalmente preenchidas com o fluido a ser bombeado.

Ao iniciar-se o processo de rotação, o rotor cede energia cinética à massa do fluido, deslocando suas partículas para a extremidade periférica do rotor. Isto ocorre pela ação da força centrífuga.

Com isso, inicia-se a formação das duas zonas de pressão (baixa e alta) necessárias para desenvolver o processo:

A. Com o deslocamento da massa inicial do fluido do centro do rotor (figura 1) para sua extremidade, formar-se-á um vazio (vácuo), sendo este, o ponto de menor pressão da bomba. Obviamente, novas e sucessivas massas do fluido provenientes da captação ocuparão este espaço, pela ação da pressão atmosférica ou outra força qualquer;

B. Paralelamente, a massa do fluido que é arrastada para a periferia do rotor, agora comprimida entre as pás e as faces internas do mesmo, recebe uma crescente energia de pressão, derivada da energia potencial e da energia cinética, anteriormente fornecidas ao sistema. O crescente alargamento da área de escoamento (Teorema de Bernoulli), assim como as características construtivas do interior da carcaça da bomba (voluta ou difusores) (figuras 2 e 3) ocasionam a alta pressão na descarga da bomba, elevando o fluido a altura desejada.

NOTA: Convém salientar, que somente um estudo mais aprofundado sobre as diversas equações e teoremas que determinam o funcionamento de uma bomba hidráulica irá justificar como estes processos desenvolvem-se em suas inúmeras variáveis, não sendo este o objetivo deste catálogo.

(*) Nas bombas autoaspirantes, é necessário preencher apenas o caracol (corpo) da mesma.

No entanto, resumidamente, podemos dizer que o funcionamento de uma bomba centrífuga contempla o princípio universal da conservação de energia, que diz: “A energia potencial transforma-se em energia cinética, e vice-versa”. Parte da energia potencial transmitida à bomba não é aproveitada pela mesma pois, devido ao atrito, acaba transformando-se em calor. Em vista disto, o rendimento hidráulico das bombas pode variar em seu melhor ponto de trabalho (ponto ótimo) de 20% a 90%, dependendo do tipo de bomba, do acabamento interno e do fluido bombeado pela mesma.

Figura 1: Vista lateral do caracol e rotor em corte de uma bomba centrífuga;

Figura 2: Vista frontal do caracol e rotor em corte de uma bomba centrífuga;

Figura 3: Caracol de descarga centralizada com difusor fixo;

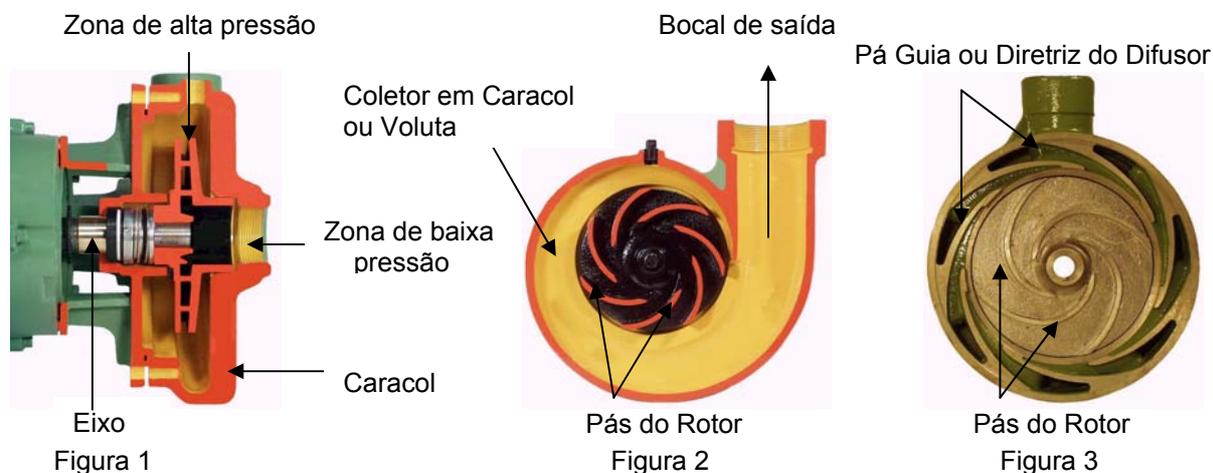




Figura 4 – Rotor fechado



Figura 5 – Rotor semi-aberto



Figura 6 – Rotor aberto

N P S H E CAVITAÇÃO

1. DEFINIÇÃO: A sigla NPSH, vem da expressão Net Positive Suction Head, a qual sua tradução literal para o Português não expressa clara e tecnicamente o que significa na prática. No entanto, é de vital importância para fabricantes e usuários de bombas o conhecimento do comportamento desta variável, para que a bomba tenha um desempenho satisfatório, principalmente em sistemas onde coexistam as duas situações descritas abaixo:

- ◆ **Bomba trabalhando no início da faixa, com baixa pressão e alta vazão;**
- ◆ **Existência de altura negativa de sucção;**

Quanto maior for a vazão da bomba e a altura de sucção negativa, maior será a possibilidade da bomba cavar em função do NPSH.

Em termos técnicos, o NPSH define-se como a altura total de sucção referida a pressão atmosférica local existente no centro da conexão de sucção, menos a pressão de vapor do líquido.

$$\text{NPSH} = (\text{H}_o - h - \text{h}_s - \text{R}) - \text{H}_v$$

Onde: **H_o** = Pressão atmosférica local, em mca (tabela 1);

h = Altura de sucção, em metros (dado da instalação);

h_s = Perdas de carga no escoamento pela tubulação de sucção, em metros;

R = Perdas de carga no escoamento interno da bomba, em metros (dados do fabricante);

H_v = Pressão de vapor do fluido escoado, em metros (tabela 2);

Para que o NPSH proporcione uma sucção satisfatória à bomba, é necessário que a pressão em qualquer ponto da linha nunca venha reduzir-se à pressão de vapor do fluido bombeado. Isto é evitado tomando-se providências na instalação de sucção para que a pressão realmente útil para a movimentação do fluido, seja sempre maior que a soma das perdas de carga na tubulação com a altura de sucção, mais as perdas internas na bomba, portanto:

$$\text{H}_o - \text{H}_v > \text{h}_s + h + \text{R}$$

2. NPSH DA BOMBA E NPSH DA INSTALAÇÃO: Para que se possa estabelecer, comparar e alterar os dados da instalação, se necessário, é usual desmembrar-se os termos da fórmula anterior, a fim de obter-se os dois valores característicos (instalação e bomba), sendo:

H_o - H_v - h - h_s = NPSH_d (disponível), que é uma característica da instalação hidráulica. É a energia que o fluido possui, num ponto imediatamente anterior ao flange de sucção da bomba, acima da sua pressão de vapor. Esta variável deve ser calculada por quem dimensionar o sistema, utilizando-se de coeficientes tabelados e dados da instalação;

R = NPSH_r (requerido), é uma característica da bomba, determinada em seu projeto de fábrica, através de cálculos e ensaios de laboratório. Tecnicamente, é a energia necessária para vencer as perdas de carga entre a conexão de sucção da bomba e as pás do rotor, bem como criar a velocidade desejada no fluido nestas pás. Este dado deve ser obrigatoriamente fornecido pelo

fabricante através das curvas características das bombas (curva de NPSH);

Assim, para uma boa performance da bomba, deve-se sempre garantir a seguinte situação:

$$\text{NPSHd} > \text{NPSHr} + 0,6$$

TABELA 1

DADOS DE PRESSÃO ATMOSFÉRICA PARA DETERMINADAS ALTITUDES LOCAIS										
Altitude em Relação ao Mar (metros)	0	150	300	450	600	750	1.000	1.250	1.500	2.000
Pressão Atmosférica (mca)	10,33	10,16	9,98	9,79	9,58	9,35	9,12	8,83	8,64	8,08

TABELA 2

PRESSÃO DE VAPOR DA ÁGUA PARA DETERMINADAS TEMPERATURAS										
Temperatura da água (°C)	0	4	10	20	30	40	50	60	80	100
Pressão de Vapor da água (mca)	0,062	0,083	0,125	0,239	0,433	0,753	1,258	2,033	4,831	10,33

3. EXEMPLO: Suponhamos que uma bomba de modelo hipotético Ex.1 seja colocada para operar com 35 mca de AMT, vazão de 32,5 m³/h, altura de sucção de 2,0 metros e perda por atrito na sucção de 1,5 mca. A altura em relação ao nível do mar onde a mesma será instalada é de aproximadamente 600 metros, e a temperatura da água é de 30°C.

A. VERIFICAÇÃO DO NPSHr:

Conforme curva característica do exemplo citado, para os dados de altura (mca) e vazão (m³/h) indicados, o NPSHr da bomba é 4,95 mca, confira.

B. CÁLCULO DO NPSHd:

Sabendo-se que:

$$\text{NPSHd} = H_o - H_v - h - h_s$$

Onde:

H_o = 9,58 (Pressão atmosférica local - tabela 1)

H_v = 0,433 (Pressão de vapor d'água - tabela 2)

h = 2,0 metros (Altura sucção)

h_s = 1,50 metros (Perda calculada para o atrito na sucção)

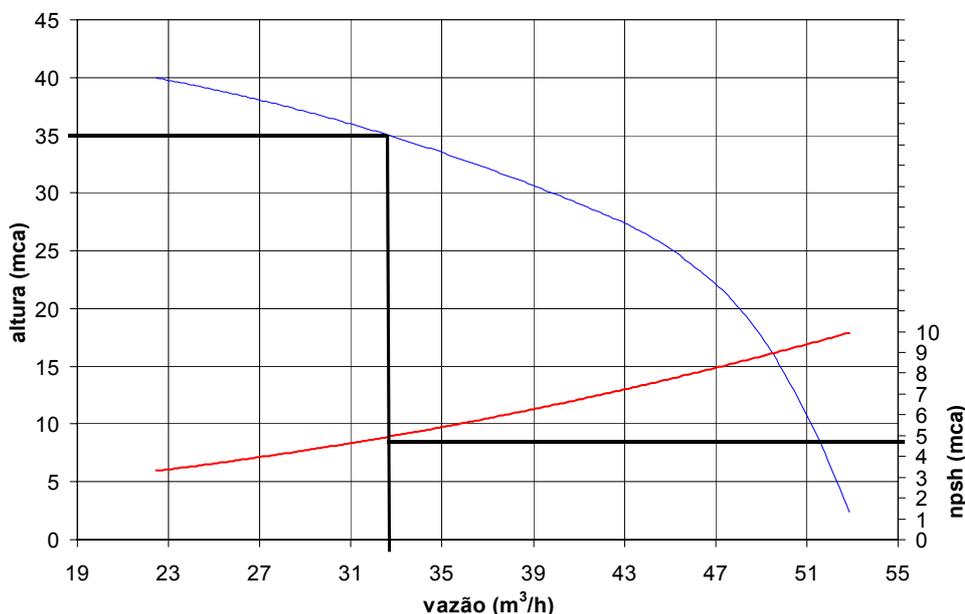
Temos que:

$$\text{NPSHd} = 9,58 - 0,433 - 2,0 - 1,50$$

$$\text{NPSHd} = 5,64 \text{ mca}$$

Analisando-se a curva característica abaixo, temos um NPSHr de 4,95 mca.

CURVA DE VAZÃO & ALTURA & NPSH



Curva Característica – Ex.1

Portanto: $5,64 > 5,55$

Então $NPSH_d > NPSH_r + 0,6$

A bomba nestas condições funcionará normalmente, porém, deve-se evitar:

- ◆ Aumento da vazão;
- ◆ Aumento do nível dinâmico da captação;
- ◆ Aumento da temperatura da água.

Havendo alteração destas variáveis, o $NPSH_d$ poderá igualar-se ou adquirir valores inferiores ao $NPSH_r$, ocorrendo assim a cavitação.

4. CAVITAÇÃO: Quando a condição $NPSH_d > NPSH_r + 0,6$ não é garantida pelo sistema, ocorre o fenômeno denominado cavitação. Este fenômeno dá-se quando a pressão do fluido na linha de sucção adquire valores inferiores ao da pressão de vapor do mesmo, formando-se bolhas de ar, isto é, a rarefação do fluido (quebra da coluna de água) causada pelo deslocamento das pás do rotor, natureza do escoamento e/ou pelo próprio movimento de impulsão do fluido.

Estas bolhas de ar são arrastadas pelo fluxo e condensam-se voltando ao estado líquido bruscamente quando passam pelo interior do rotor e alcançam zonas de alta pressão. No momento desta troca de estado, o fluido já está em alta velocidade dentro do rotor, o que provoca ondas de pressão de tal intensidade que superam a resistência à tração do material do rotor, podendo arrancar partículas do corpo, das pás e das paredes da bomba, inutilizando-a com pouco tempo de uso, por conseqüente queda de rendimento da mesma. O ruído de uma bomba cavitando é diferente do ruído de operação normal da mesma, pois dá a impressão de que ela está bombeando areia, pedregulhos ou outro material que cause impacto. Na verdade, são as bolhas de ar “implodindo” dentro do rotor. Para evitar-se a cavitação de uma bomba, dependendo da situação, deve-se adotar as seguintes providências:

- A. Reduzir-se a altura de sucção e o comprimento desta tubulação, aproximando-se ao máximo a bomba da captação;
- B. Reduzir-se as perdas de carga na sucção, com o aumento do diâmetro dos tubos e conexões;

- C. Refazer todo o cálculo do sistema e a verificação do modelo da bomba;
- D. Quando possível, sem prejudicar a vazão e/ou a pressão final requeridas no sistema, pode-se eliminar a cavitação trabalhando-se com registro na saída da bomba "estrangulado", ou, alterando-se o(s) diâmetro(s) do(s) rotor(es) da bomba. Estas porém são providências que só devem ser adotadas em último caso, pois podem alterar substancialmente o rendimento hidráulico do conjunto.

CONCLUSÃO: A Pressão Atmosférica é a responsável pela entrada do fluido na sucção da bomba. Quando a altura de sucção for superior a 8 metros (ao nível do mar), a Pressão Atmosférica deixa de fazer efeito sobre a lâmina d'água restando tecnicamente, nestes casos, o uso de outro tipo de bomba centrífuga, as Injetoras, como veremos nos exemplos seguintes.

POTÊNCIA ABSORVIDA (BHP) E RENDIMENTO (η) DAS BOMBAS

1. DEFINIÇÃO: A Potência Absorvida (BHP) de uma bomba é a energia que ela consome para transportar o fluido na vazão desejada, altura estabelecida, com o rendimento esperado. No entanto, o **BHP (Brake Horse Power)**, denominado "Consumo de Energia da Bomba", é função de duas outras potências também envolvidas no funcionamento de uma bomba. São elas:

- A. Potência hidráulica ou de elevação (WHP);
B. Potência útil (PU).

Porém, na prática, apenas a potência motriz faz-se necessária para se chegar ao motor de acionamento da bomba, cuja expressão matemática é expressa por:

$$\text{BHP ou PM} = \frac{Q \times H \times 0,37}{\eta}$$

Onde: **BHP ou PM** = Potência motriz absorvida pela bomba (requerida para a realização do trabalho desejado);

Q = Vazão desejada, em m³/h;

H = Altura de elevação pretendida, em mca;

0,37 = Constante para adequação das unidades;

η = Rendimento esperado da bomba, ou fornecido através da curva característica da mesma, em percentual (%).

2. RENDIMENTO (η): O rendimento de uma bomba é a relação entre a energia oferecida pela máquina motriz (motor) e a absorvida pela máquina operatriz (bomba). Isto é evidenciado uma vez que o motor não transmite para o eixo toda a potência que gera, assim como a bomba, que necessita uma energia maior do que consome, devido as suas perdas passivas na parte interna.

O rendimento global de uma bomba divide-se em:

A. Rendimento Hidráulico (H): Leva em consideração o acabamento interno superficial do rotor e da carcaça da bomba. Varia também de acordo com o tamanho da bomba, de 20 a 90%;

B. Rendimento Volumétrico (V): Leva em consideração os vazamentos externos pelas vedações (gaxetas) e a recirculação interna da bomba. Bombas autoaspirantes, injetoras e de alta pressão possuem rendimento volumétrico e global inferior às convencionais;

C. Rendimento Mecânico(M): Leva em consideração que apenas uma parte da potência necessária ao acionamento de uma bomba é usada para bombear. O restante, perde-se por atrito;

Portanto, o rendimento global será:

$$\eta = \frac{Q \times H \times 0,37}{\text{BHP}}$$

Ou seja: a relação entre a potência hidráulica e a potência absorvida pela bomba.

3. EXEMPLO: Uma bomba operando com 42 m³/h em 100 mca, que apresenta na curva

característica um rendimento de 57%. Qual a potência necessária para acioná-la? Qual o rendimento da bomba?

3.1. Cálculo da Potência

$$PM = \frac{Q \times H \times 0,37}{\eta} \rightarrow PM = \frac{42 \times 100 \times 0,37}{57} \rightarrow PM = 27,26 \cong \underline{30 \text{ cv}} (*)$$

(*) Comercialmente, para uma potência requerida de 27,26 cv, teríamos que acoplar à bomba um motor de 30 cv.

3.2. Cálculo do Rendimento

$$\eta = \frac{42 \times 100 \times 0,37}{27,26}$$
$$\eta = 57\%$$

Pelo exposto neste tópico, concluímos que potência absorvida e rendimento de uma bomba são variáveis interligadas, ficando claro que, quanto maior a potência necessária para acionar uma bomba, menor é o seu rendimento (η), e vice-versa. Isto se prova valendo-se do exemplo acima, se caso a bomba precisasse dos 30 cv do motor para realizar o trabalho desejado, o rendimento seria:

$$\eta = \frac{42 \times 100 \times 0,37}{30}$$
$$\eta = 51,8\%$$

PERDAS DE CARGA(hf), N° DE REYNOLDS(Re), VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V), DIÂMETROS DOS TUBOS, E ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (AMT)

1. PERDAS DE CARGA (hf): Denomina-se perda de carga de um sistema, o atrito causado pela resistência da parede interna do tubo quando da passagem do fluido pela mesma. As perdas de carga classificam-se em:

CONTÍNUAS: Causadas pelo movimento da água ao longo da tubulação. É uniforme em qualquer trecho da tubulação (desde que de mesmo diâmetro), independente da posição do mesmo. (Tabelas 6 e 8);

LOCALIZADAS: Causadas pelo movimento da água nas paredes internas e emendas das conexões e acessórios da instalação, sendo maiores quando localizadas nos pontos de mudança de direção do fluxo. Estas perdas não são uniformes, mesmo que as conexões e acessórios possuam o mesmo diâmetro. (Tabelas 7 e 9);

1.1 FATORES QUE INFLUENCIAM NAS PERDAS DE CARGA:

A. Natureza do fluido escoado (peso específico, viscosidade): Como as bombas **Schneider** são fabricadas basicamente para o bombeamento de água, cujo peso específico é de 1.000 Kgf/m³, não há necessidade de agregar-se fatores ao cálculo de perdas de carga, em se tratando desta aplicação;

B. Material empregado na fabricação dos tubos e conexões (PVC, ferro) e tempo de uso: Comercialmente, os tubos e conexões mais utilizados são os de PVC e Ferro Galvanizado, cujas diferenças de fabricação e acabamento interno (rugosidade e área livre) são bem caracterizadas, razão pela qual apresentam coeficientes de perdas diferentes, conforme as Tabelas 6, 7, 8 e 9;

C. Diâmetro da tubulação: O diâmetro interno ou área livre de escoamento, é fundamental na escolha da canalização já que, quanto maior a vazão a ser bombeada, maior deverá ser o Ø interno da tubulação, afim de diminuir-se as velocidades e, conseqüentemente, as perdas de carga. São muitas as fórmulas utilizadas para definir-se qual o diâmetro mais indicado para a vazão desejada. Para facilitar os cálculos, todas as perdas já foram tabeladas pelos fabricantes de diferentes tipos de tubos e conexões. No entanto, para efeito de cálculos, a fórmula mais utilizada para chegar-se aos diâmetros de tubos é a Fórmula de Bresse, expressa por:

$$D = K \sqrt{Q}$$

Onde: **D** = Diâmetro interno do tubo, em metros;

K = 0,9 - Coeficiente de custo de investimento x custo operacional. Usualmente aplica-se um valor entre 0,8 e 1,0;

Q = Vazão, em m³/s;

A Fórmula de Bresse calcula o diâmetro da tubulação de recalque, sendo que, na prática, para a tubulação de sucção adota-se um diâmetro comercial imediatamente superior;

D. Comprimento dos tubos e quantidade de conexões e acessórios: Quanto maior o comprimento e o nº de conexões, maior será a perda de carga proporcional do sistema. Portanto, o uso em excesso de conexões e acessórios causará maiores perdas, principalmente em tubulações não muito extensas;

E. Regime de escoamento (laminar ou turbulento): O regime de escoamento do fluido é a forma como ele desloca-se no interior da tubulação do sistema, a qual determinará a sua velocidade, em função do atrito gerado. No regime de **escoamento laminar**, os filetes líquidos (moléculas do fluido agrupadas umas às outras) são paralelos entre si, sendo que suas velocidades são invariáveis em direção e grandeza, em todos os pontos (figura 7). O regime laminar é caracterizado quando o nº de Reynolds (Re), for inferior a 2.000.

No regime de **escoamento turbulento**, os filetes movem-se em todas as direções, de forma sinuosa, com velocidades variáveis em direção e grandeza, em pontos e instantes diferentes (figura 8). O regime turbulento é caracterizado quando o nº de Reynolds (Re), for superior a 4.000

Obviamente, o regime de escoamento mais apropriado para um sistema de bombeamento é o **laminar** pois, acarretará menores perdas de carga por atrito em função do baixo número de interferências existentes na linha.

Fig. 7 – Escoamento Laminar

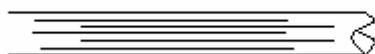


Fig. 8 – Escoamento Turbulento



2. **Nº DE REYNOLDS (Re):** É expresso por:

$$Re = \frac{V \times D}{\nu}$$

Onde: **Re** = Nº de Reynolds;

V = Velocidade média de escoamento, em m/s;

D = Diâmetro da Tubulação, em metros;

ν = Viscosidade cinemática do Líquido, em m²/s;

Para a água doce, ao nível do mar e a temperatura de 25°C, a viscosidade cinemática (ν) é igual a 0,000001007 m²/s;

O escoamento será: **Laminar : Re < 2.000**

Turbulento : Re > 4.000

Entre 2.000 e 4.000, o regime de escoamento é considerado crítico.

Na prática, o regime de escoamento da água em tubulações é sempre turbulento;

3. **VELOCIDADE DE ESCOAMENTO (V):** Derivada da equação da continuidade, a velocidade média de escoamento aplicada em condutos circulares é dado por:

$$V = \frac{4 \times Q}{\pi \times D^2}$$

onde: **V** = Velocidade de escoamento, em m/s;

Q = Vazão, em m³/s;

π (**Pi**) = 3,1416, (constante);

D = Diâmetro interno do tubo, em metros;

Para uso prático, as velocidades de escoamento mais econômicas são:

Velocidade de Sucção ≤ 1,5 m/s (limite 2,0 m/s)

Velocidade de Recalque ≤ 2,5 m/s (limite 3,0 m/s)

4. DIÂMETRO DOS TUBOS:

A. Tubulação de Recalque: Pelas Tabelas 6 e 8, podemos escolher o diâmetro mais adequado para os tubos de recalque, observando a linha grifada, em função da melhor relação custo benefício possível. (custo de investimento x custo operacional);

Custo de Investimento : Custo total dos tubos, bomba, conexões, acessórios, etc. Quanto menor o diâmetro dos tubos, menor o investimento inicial, e vice-versa;

Custo Operacional: Custo de manutenção do sistema. Quanto maior o diâmetro dos tubos, menor será a altura manométrica total (AMT), a potência do motor, o tamanho da bomba e o gasto de energia. Conseqüentemente, menor será o custo operacional, e vice-versa;

B. Tubulação de Sucção: Na prática, define-se esta tubulação usando-se o diâmetro comercial imediatamente superior ao definido anteriormente para recalque, analisando-se, sempre, o NPSH_d do sistema.

5. ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL (AMT): A determinação desta variável é de fundamental importância para a seleção da bomba hidráulica adequada ao sistema em questão. Pode ser definida como a quantidade de trabalho necessário para movimentar um fluido, desde uma determinada posição inicial, até a posição final, incluindo nesta “carga” o trabalho necessário para vencer o atrito existente nas tubulações por onde desloca-se o fluido. Matematicamente, é a soma da altura geométrica (diferença de cotas) entre os níveis de sucção e descarga do fluido, com as perdas de carga distribuídas e localizadas ao longo de todo o sistema (altura estática + altura dinâmica).

Portanto:

$$H_{man} = H_{geo} + h_f$$

A expressão utilizada para cálculo é:

$$AMT = AS + AR + \text{Perdas de Cargas Totais (} h_{fr} + h_{fs} \text{)}$$

NOTA: Para aplicações em sistemas onde existam na linha hidráulica, equipamentos e acessórios (irrigação, refrigeração, máquinas, etc.) que requeiram pressão adicional para funcionamento, deve-se acrescentar ao cálculo da AMT a pressão requerida para o funcionamento destes equipamentos.

CURVAS CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

1. DEFINIÇÃO: De forma simples e direta, podemos dizer que a curva característica de uma bomba é a expressão cartesiana de suas características de funcionamento, expressas por Vazão, em m³/h na abcissa e na ordenada Altura, em mca; rendimento (η), em %; perdas internas (NPSH_i), em mca; e potência absorvida (BHP), em cv.

1.1 CURVA CARACTERÍSTICA DA BOMBA: A curva característica é função particular do projeto e da aplicação requerida de cada bomba, dependendo do tipo e quantidade de rotores

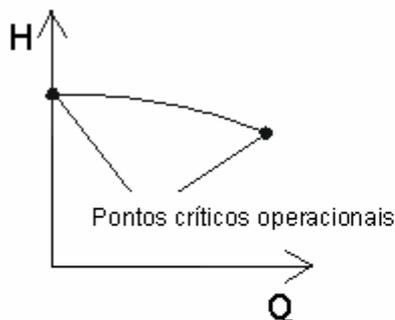
utilizados, tipo de caracol, sentido do fluxo, velocidade específica da bomba, potência fornecida, etc. Toda curva possui um ponto de trabalho característico, chamado de “ponto ótimo”, onde a bomba apresenta o seu melhor rendimento (η), sendo que, sempre que deslocar-se, tanto a direita como a esquerda deste ponto, o rendimento tende a cair. Este ponto é a intersecção da curva característica da bomba com a curva característica do sistema (curvas 3 e 4 - CCB x CCS).

É importante levantar-se a curva característica do sistema, para confrontá-la com uma curva característica de bomba que aproxime-se ao máximo do seu ponto ótimo de trabalho (meio da curva, melhor rendimento). Evita-se sempre optar-se por um determinado modelo de bomba cujo ponto de trabalho encontra-se próximo aos limites extremos da curva característica do equipamento (curva 2), pois, além do baixo rendimento, há a possibilidade de operação fora dos pontos limites da mesma que, sendo à esquerda poderá não alcançar o ponto final de uso pois estará operando no limite máximo de sua pressão e mínimo de vazão. Após este ponto a vazão se extingue, restando apenas a pressão máxima do equipamento denominada schut-off.

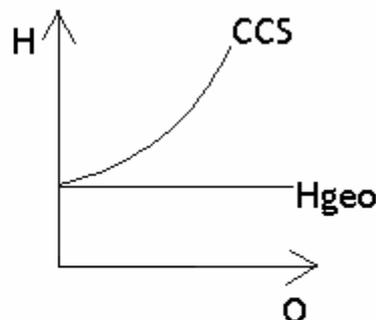
Ao passo que, operando-se à direita da curva, poderá causar sobrecarga no motor. Neste ponto a bomba estará operando com máximo de vazão e mínimo de pressão aumentando o BHP da mesma.

Esta última posição é a responsável direta pela sobrecarga e queima de inúmeros motores elétricos em situações não previstas pelos usuários em função do aumento da vazão, com conseqüente aumento de corrente do motor.

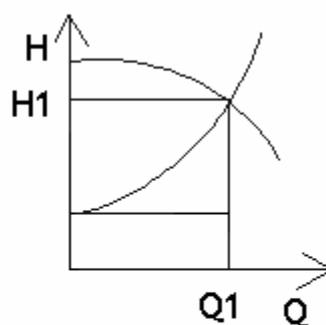
1.2 CURVA CARACTERÍSTICA DO SISTEMA: É obtida fixando-se a altura geométrica total do sistema (sucção e recalque) na coordenada Y (altura mca), e, a partir deste ponto, calcula-se as perdas de carga com valores intermediários de vazão, até a vazão total requerida, considerando-se o comprimento da tubulação, diâmetro e tipo de tubo, tempo de uso, acessórios e conexões (curvas 3 e 4).



Curva 2:
Vazão (Q) x Pressão (H)



Curva 3:
CCS a partir de Hgeo



Curva 4:

CCB ∩ CCS = Ponto de Trabalho

ALTERAÇÕES NAS CURVAS CARACTERÍSTICAS DE BOMBAS

1. CONCEITO: Como vimos anteriormente, as curvas características apresentam mudanças sensíveis de comportamento em função de alterações na bomba e no sistema, é importante saber quais os fatores que a influenciam, e quais suas conseqüências. Assim sendo, temos:

A. Alteração da rotação da bomba:

A.1 Vazão : Varia diretamente proporcional a variação da rotação :

$$Q_1 = Q_0 \times \frac{n_1}{n_0}$$

A.2 Pressão: Varia proporcional ao quadrado da variação da rotação:

$$H_1 = H_0 \times \left[\frac{n_1}{n_0} \right]^2$$

A.3 Potência: Varia proporcional ao cubo da variação da rotação:

$$N_1 = N_0 \times \left[\frac{n_1}{n_0} \right]^3$$

Onde: **Q₀** = Vazão inicial, em m³/h;
H₀ = Pressão inicial, em mca;
N₀ = Potência inicial, em cv;
n₀ = Rotação inicial, em rpm;

Q₁ = Vazão final, em m³/h;
H₁ = Pressão final, em mca;
N₁ = Potência final, em cv;
n₁ = Rotação final, em rpm;

TABELA 3:

COEFICIENTES DE VARIAÇÃO DA ROTAÇÃO DA BOMBA, DE 3.500 rpm PARA:										
1500	1600	1800	2000	2200	2300	2400	2500	2600	3000	3250
Q ₀ x 0,43	Q ₀ x 0,45	Q ₀ X 0,51	Q ₀ X 0,57	Q ₀ X 0,63	Q ₀ X 0,66	Q ₀ X 0,68	Q ₀ X 0,71	Q ₀ X 0,74	Q ₀ X 0,86	Q ₀ X 0,93
H ₀ X 0,18	H ₀ X 0,21	H ₀ X 0,26	H ₀ X 0,32	H ₀ X 0,39	H ₀ X 0,43	H ₀ X 0,47	H ₀ X 0,51	H ₀ X 0,55	H ₀ X 0,73	H ₀ X 0,86
N ₀ X 0,08	N ₀ X 0,095	N ₀ X 0,136	N ₀ X 0,186	N ₀ X 0,25	N ₀ X 0,28	N ₀ X 0,32	N ₀ X 0,36	N ₀ X 0,41	N ₀ X 0,63	N ₀ X 0,80

A.4 EXEMPLO: Uma bomba que funciona a **3.500 rpm**, fornecendo **Q₀ = 20m³/h**, **H₀ = 60 mca**, **N₀ = 15 cv**, precisará operar em 2.750 rpm, que resultados podemos esperar?

✓ Variação da rotação: $N_1 - N_0 = 3.500 - 2750 = 750$ rpm

$$\frac{750}{3500} \times 100 = 21,4\% \Rightarrow \text{Percentual de queda da rotação.}$$

✓ Variação da vazão: $Q_1 = Q_0 \times \frac{n_1}{n_0} = 20 \times \frac{2.750}{3.500} = 15,71$ m³/h

Portanto, a vazão variou: $20 - 15,71 = 4,29$ m³/h $\times 100 = 21,4\%$

É o mesmo percentual de variação da rotação pois são proporcionais.

✓ Variação da pressão: $H_1 = H_0 \times \left[\frac{n_1}{n_0} \right]^2 = 60 \times \left[\frac{2.750}{3.500} \right]^2 = 37,04$ mca

✓ Variação da potência do motor: $N_1 = N_0 \times \left[\frac{n_1}{n_0} \right]^3 = 15 \times \left[\frac{2.750}{3.500} \right]^3 = 7,27$ cv

3.500

Portanto, os valores corrigidos funcionando com 2.750 rpm, são:

$$Q_1 = 15,71 \text{ m}^3/\text{h}$$

$$H_1 = 37,04 \text{ mca}$$

$$N_1 = 7,27 \text{ cv}$$

B. Alteração do diâmetro do(s) rotor(es): Assim como a alteração da rotação, a alteração do diâmetro dos rotores condiciona a uma certa proporcionalidade com Q, H e N, cujas expressões são:

B.1 Vazão: Varia diretamente proporcional ao diâmetro do rotor : $Q_1 = Q_0 \times \frac{D_1}{D_0}$

B.2 Altura: Varia proporcional ao quadrado do diâmetro do rotor: $H_1 = H_0 \times \left[\frac{D_1}{D_0} \right]^2$

B.3 Potência: Varia proporcional ao cubo do diâmetro do rotor: $N_1 = N_0 \times \left[\frac{D_1}{D_0} \right]^3$

Onde: **Do = Diâmetro original do rotor e D1 = Diâmetro alterado**, ambos em mm. Deve-se considerar também, que há certos limites para diminuição dos diâmetros dos rotores, em função principalmente da brutal queda de rendimento que pode ocorrer nestes casos. De modo geral os cortes (usinagem) em rotores podem chegar a, no máximo, **20% do seu diâmetro original**.

C. Mudança do tipo de fluido bombeado: As bombas e motobombas **SCHNEIDER** são projetadas para trabalho com águas limpas isentas de sólidos, águas pluviais, águas servidas com partículas sólidas, chorume e determinados produtos químicos, conforme características construtivas específicas de cada equipamento.

Os modelos standard das linhas BCA-43, MSA, MBV e BCS admitem bombeamento de líquidos com peso específico máximo de 1,10 g/cm³ e concentração de sólidos de até 15%. Para a linha BCA, a concentração máxima de sólidos é de 1%.

Os modelos standard das linhas BC-30 e MCI-EF admitem bombeamento de algumas soluções químicas sob prévia consulta. Sendo vedada a utilização para bombeamento de produtos alimentícios e/ou medicinais, líquidos inflamáveis e aplicação em hemodiálise.

A fábrica não dispõe de testes com os chamados fluidos não newtonianos (não uniformes) tais como: pastas, lodos e similares viscosos. No entanto, convém salientar que, qualquer bomba centrífuga cuja aplicação básica seja para água, ao bombear fluidos viscosos apresenta um aumento da potência (PM), redução da AMT e da vazão indicadas originalmente nas curvas características.

D. Tempo de vida útil da bomba: Com o decorrer do uso, mesmo que em condições normais, é natural que ocorra um desgaste interno dos componentes da bomba, principalmente quando não existe um programa de manutenção preventiva para a mesma, ou este é deficiente. O desgaste de buchas, rotores, eixo e alojamento de selos mecânicos ou gaxetas faz aumentar as fugas internas do fluido, tornando o rendimento cada vez menor. Quanto menor a bomba, menor será o seu rendimento após algum tempo de uso sem manutenção, pois, a rugosidade, folgas e imperfeições que aparecem são relativamente maiores e mais danosas que para bombas de maior porte. Portanto, não se deve esperar o desempenho indicado nas curvas características do fabricante, sem antes certificar-se do estado de conservação de uma bomba que já possua um bom tempo de uso.

ACIONAMENTO DE BOMBAS POR POLIAS E CORREIAS

1. APLICAÇÕES: A maioria das bombas centrífugas são fornecidas pela fábrica dotadas de motor elétrico diretamente acoplado (monobloco). Porém, é muito comum o uso de outros motores, principalmente em zonas rurais, através de sistemas de acionamento por correias em “V”, onde então, a bomba é fornecida com mancal de rolamento ao invés de motor. Na ponta do eixo do mancal é introduzida uma polia (polia movida) a qual é tracionada por uma ou mais correias em “V” cuja extremidade oposta está assentada em outra polia (polia motriz) montada na ponta do eixo de um motor ou turbina. A relação entre os diâmetros externos destas duas polias é que ajusta a velocidade conveniente a bomba. Salvo aplicações especiais, a maioria dos usos de transmissão por correias em “V” para acionar bombas ocorre quando a velocidade máxima da máquina acionadora (motor elétrico, motor diesel, turbina, tomada de força de trator), em rpm, é menor que a velocidade mínima requerida para o funcionamento adequado da bomba.

EXEMPLO: Bombas de alta rotação (3.450 a 3.600 rpm) acionadas por:

- A. Motor Elétrico IV pólos - rotação nominal - 1.750 rpm
- B. Motor Diesel - rotação nominal - 2.300 rpm
- C. Tomada de força do trator - rotação nominal - 600 rpm

2. CÁLCULO DO DIÂMETRO DE POLIAS EM FUNÇÃO DA ROTAÇÃO:

O diâmetro das polias e correias adequadas para cada aplicação é definido através das seguintes expressões:

A. \varnothing da Polia do Motor = $\frac{\text{rpm da Bomba} \times \varnothing \text{ Polia da bomba}}{\text{rpm do Motor}}$

B. \varnothing da Polia da Bomba = $\frac{\text{rpm do Motor} \times \varnothing \text{ Polia do Motor}}{\text{rpm da Bomba}}$

OBS.: A velocidade linear das correias em “V” não deve ultrapassar a 1.500 metros por minuto pois, acima disto, o desgaste das correias e polias é muito acentuado. A velocidade linear deve ser sempre inferior a rpm máxima da bomba e motor, respectivamente.

Da mesma forma, não se deve usar diâmetros de polias muito pequenos, para evitar que estas patinem por falta de aderência, com conseqüente desgaste prematuro e perda de rendimento.

Deve-se atender os limites da Tabela 4 expressa a seguir:

TABELA 4:

CAPACIDADE MÁXIMA EM CV PARA TRANSMISSÃO POR CADA CORREIA EM "V"								
POLIA MOTORA Ø EXTERNO MÍNIMO	CORREIA EM "V"							
	PERFIL A		PERFIL B		PERFIL C		PERFIL D	
	rpm max.	cv	rpm max.	cv	rpm max.	Cv	rpm max.	Cv
75	7350	1,0						
105	5025	2,5						
115	4550	2,9						
130	4150	3,3	4250	2,2				
127,5	4060	3,4	4150	2,3				
135	3820	3,5	3900	3,2				
150	3410	3,5	3470	3,9				
160	3180	3,5	3240	4,4				
180	2800	3,5	2850	5,2				
200	2510	3,5	2550	5,5	2600	5,1		
220	2270	3,5	2300	5,5	2350	7,4		
262,5	1890	3,5	1820	5,5	1950	10,3		
285	1740	3,5	1750	5,5	1780	11,5		
320			1550	5,5	1565	13,0	1600	12,4
335			1480	5,5	1500	13,0	1525	13,6
450					1115	13,0	1110	24,2

TABELA 5:

ALTURA MÉDIA (hm) DE CORREIAS EM "V" EM FUNÇÃO DO PERFIL				
PERFIL	A	B	C	D
hm (mm)	10,0	12,5	16,5	22,0

A velocidade linear é expressa por:

$$\pi \times \varnothing N \times \text{rpm}$$

Onde: π (Pi) = 3.1416 (constante)

$\varnothing N$ = \varnothing nominal da polia motora, em metros $\Rightarrow \varnothing N = \varnothing$ Externo – hm

rpm = Velocidade Angular do Motor

EXEMPLO: Calcular as polias e correias necessárias para acionar uma bomba de **3.500 rpm** a partir de um motor de **2.300 rpm**, de **20cv**.

♦ **CÁLCULO DA POLIA DO MOTOR**

Rotação do motor = 2.300 rpm \Rightarrow Na **Tabela 4**, vemos que para esta rotação, o perfil de correia mais indicado é o **B**.

O diâmetro mínimo indicado é **130 mm**, e o máximo **220 mm**.

Considerando que haja disponibilidade de espaço para instalação e manutenção, adotaremos para esta polia um \varnothing externo intermediário, afim de trabalhar com uma velocidade linear menos crítica, assim:

$$\varnothing \text{ da Polia do motor} = \frac{130 + 220}{2} = 175 \text{ mm}$$

Temos, $\varnothing n$ da polia motora:

$$\varnothing N = \varnothing \text{ Ext} - h = 175 - 12,5 \text{ (Tabela 5, para perfil B)}$$

$$\varnothing N = 162,5 \text{ mm} = \mathbf{0,162 \text{ metros.}}$$

Velocidade Linear = $\pi \times \varnothing n(m) \times \text{rpm} = 3,1416 \times 0,162 \times 2.300$

Velocidade Linear = 1.170 m/min < 1.500 m/min \Rightarrow Ok

Nº de Correias = $\frac{\text{Pot. Do Motor}}{\text{cv/Correia}} = \frac{20}{5,5}$ (Tabela 4, para 2.300 rpm)

Nº de Correias = 3,63 \cong 4 correias

♦ **CÁLCULO DA POLIA DA BOMBA:**

\varnothing da Polia da Bomba = $\frac{\text{rpm do Motor} \times \varnothing \text{ da Polia do Motor}}{\text{rpm da Bomba}} = \frac{2.300 \times 175}{3.500} = 115 \text{ mm}$

Resultado: \varnothing da Polia Motora (motor) = 175 mm
 \varnothing da Polia Movidada (bomba) = 115 mm
Nº de correias perfil B a utilizar = 4
Velocidade Linear = 1.170 m/min

OBS.: Fica claro que, quanto mais próximo do diâmetro máximo calcularmos as polias, maior será a velocidade linear, oferecendo praticamente os mesmos problemas de vida útil que teremos se, ao contrário, adotarmos um \varnothing muito próximo do mínimo indicado para cada perfil.

Outro detalhe importante é a distância entre os eixos do motor e da bomba, pois isto determina o tamanho da correia. Quanto maior o comprimento da correia, maiores as perdas mecânicas, oscilações e desalinhamentos prejudiciais ao rendimento.

Deve-se sempre deixar uma reserva de potência para o motor, em caso de transmissões por correia, da ordem de 30% (*), no mínimo, em relação a potência requerida (BHP) da bomba.

Exemplo: BHP da Bomba 15 cv $\Rightarrow 15 \times 1,30 = 19,5 \text{ cv} \Rightarrow$ **Pot. Mínima do motor**

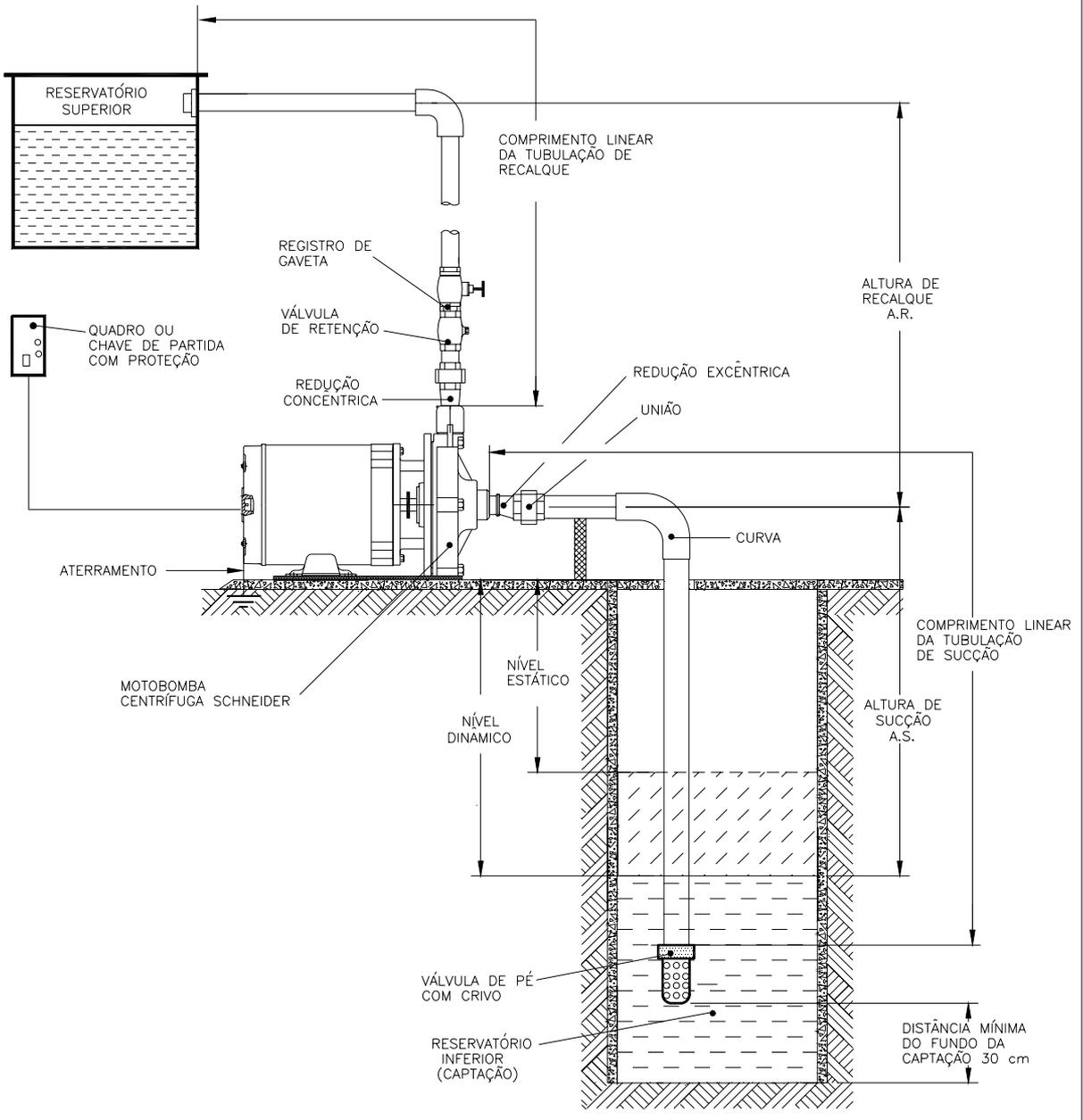
Tipo de Acionamento:

Elétrico \Rightarrow comercialmente usaríamos para potência de 18,0 cv, um motor de **20 cv**.

Diesel \Rightarrow comercialmente usaríamos para potência de 18,0 cv, um motor de **20 cv (*)**.

(*) Para o caso de motores estacionários (combustão), esta reserva poderá ser ainda maior, dependendo do rendimento do mesmo.

ESQUEMA TÍPICO DE INSTALAÇÃO EM UMA CAPTAÇÃO D' ÁGUA
DE UMA MOTOBOMBA CENTRÍFUGA SCHNEIDER
(PARA ALTURAS DE SUÇÃO INFERIORES A 8 METROS)

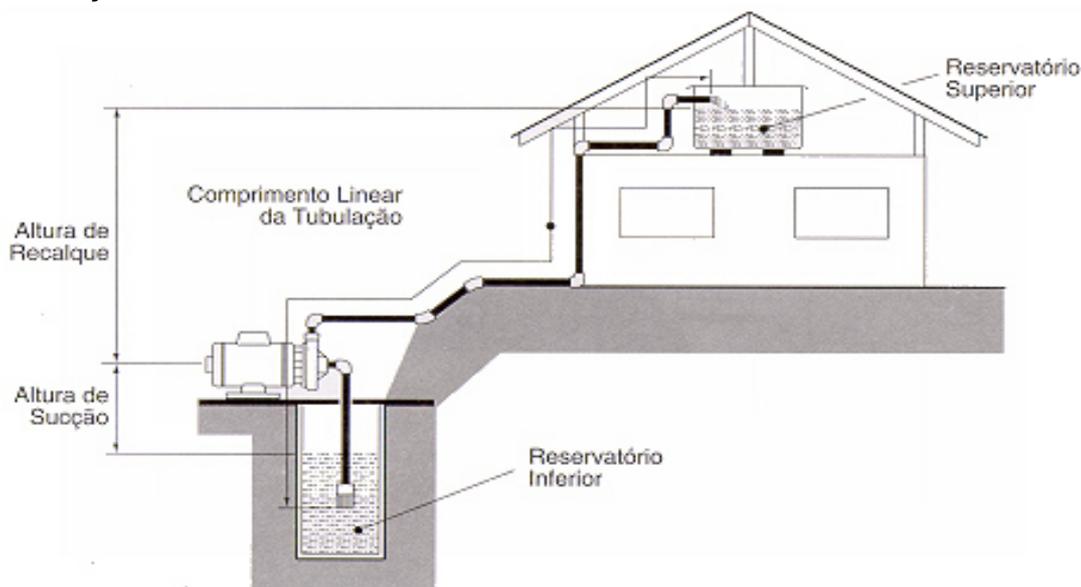


**MÉTODO BÁSICO PARA SELEÇÃO DE UMA
BOMBA CENTRÍFUGA SCHNEIDER****(PARA ALTURA DE SUÇÃO INFERIOR A 8 mca)**

1. CRITÉRIOS: Para calcular-se com segurança a bomba centrífuga adequada a um determinado sistema de abastecimento de água, são necessários alguns dados técnicos fundamentais do local da instalação e das necessidades do projeto:

- A.** Altura de Sucção \Rightarrow AS, em metros;
- B.** Altura de Recalque \Rightarrow AR, em metros;
- C.** Distância em metros entre a captação, ou reservatório inferior, e o ponto de uso final, ou reservatório superior, isto é, caminho a ser seguido pela tubulação, ou, se já estiver instalada, o seu comprimento em metros lineares, e os tipos e quantidades de conexões e acessórios existentes;
- D.** Diâmetro (Pol ou mm) e material (PVC ou metal), das tubulações de sucção e recalque, caso já forem existentes;
- E.** Tipo de fonte de captação e vazão disponível na mesma, em m^3/h ;
- F.** Vazão requerida, em m^3/h ;
- G.** Capacidade máxima de energia disponível para o motor, em cv, e tipo de ligação (monofásico ou trifásico) quando tratar-se de motores elétricos;
- H.** Altitude do local em relação ao mar;
- I.** Temperatura máxima e tipo de água (rio, poço, chuva).

2. EXEMPLO: Baseados nestas informações podemos calcular a bomba necessária para a seguinte situação:

**Dados da Instalação**

- * **Altura de Sucção** (desnível entre a bomba e a lâmina d'água) = AS = 0,5 m
- * **Altura de Recalque** (desnível entre a bomba e o ponto mais alto da instalação) = AR = 25 m
- * **Comprimento da tubulação de Sucção** = 5 m
- * **Comprimento da tubulação de Recalque** = 180 m
- * **Vazão desejada** = 4,0 m^3/h
- * **Conexões e acessórios na sucção**: 1 válvula de pé com crivo, 1 curva 90°, 1 redução excêntrica
- * **Conexões e acessórios no recalque**: 1 registro de gaveta, 4 curvas 90°, 1 redução concêntrica, 2 válvulas de retenção (1 horizontal e 1 vertical)
- * **Tubulação utilizada em PVC**
- * **Altitude do local** = 450 m
- * **Temperatura máxima da água** = 40°C

◆ Escolha do diâmetro de tubulação:

A escolha do diâmetro da tubulação de recalque é feita de acordo com a tabela de perda de carga em tubos (Tabela 6 e 8). Normalmente para a tubulação de sucção, adota-se um diâmetro comercial imediatamente superior ao recalque.

Diâmetro Recalque: 1 ¼" (40 mm)

Diâmetro Sucção: 1 ½" (50 mm)

◆ Cálculo da perda de carga (PC):

- Para o recalque:

Pela tabela 7 vemos os comprimentos equivalentes para as conexões em PVC:

1 registro gaveta		= 0,40 m
1 válvula de retenção horizontal		= 2,70 m
1 válvula de retenção vertical		= 4,00 m
4 curvas 90°	= 4 x 0,70	= 2,80 m
1 redução concêntrica		= 0,15 m
		<hr/>
		10,05 m

PCr = (Comprimento linear da tubulação + Comprimento equivalente) x Fator de perda de carga (Tabela 6 – Perda de carga em tubulações de PVC)

$$PCr = (180 + 10,05) \times 7\% \rightarrow \mathbf{PCr = 13,30 \text{ mca}}$$

- Para a sucção:

Pela tabela 7 vemos os comprimentos equivalentes para as conexões em PVC:

1 válvula de pé com crivo		= 18,30 m
1 curva 90°		= 1,20 m
1 redução		= 0,40 m
		<hr/>
		19,90 m

$$PCs = (5 + 19,90) \times 2,5\% \rightarrow \mathbf{PCs = 0,62 \text{ mca}}$$

◆ Cálculo da altura manométrica total (AMT):

$$AMT = As + Ar + PCs + PCr$$

$$AMT = 0,5 + 25 + 0,62 + 13,30$$

$$\mathbf{AMT = 39,42 \text{ mca}}$$

◆ Determinação da Motobomba Schneider:

$$AMT = 40 \text{ mca}$$

$$\text{Vazão} = 4 \text{ m}^3/\text{h}$$

◆ Determinação do NPSHd:

$$NPSHd = Ho - Hv - As - PCs$$

$$Ho = 9,79 \text{ m (tabela 1)}$$

$$As = 0,50 \text{ m (dado)}$$

$$Hv = 0,753 \text{ m (tabela 2)}$$

$$PCs = 0,62 \text{ mca (calculado)}$$

$$NPSHd = 9,79 - 0,753 - 0,50 - 0,62 \rightarrow \mathbf{NPSHd = 7,92 \text{ mca}}$$

◆ **Motobomba que satisfaz as condições:**

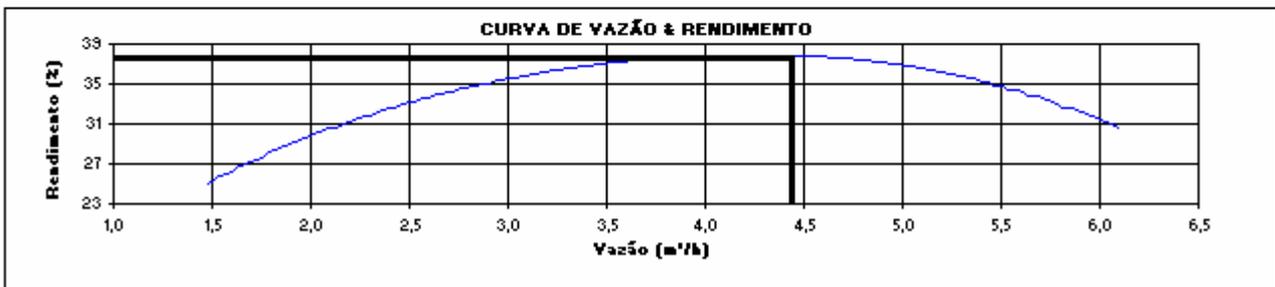
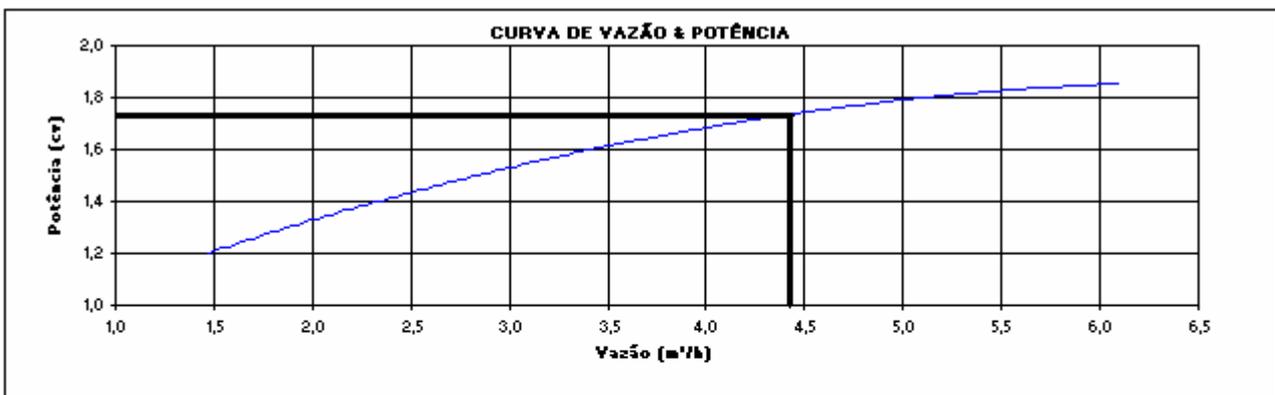
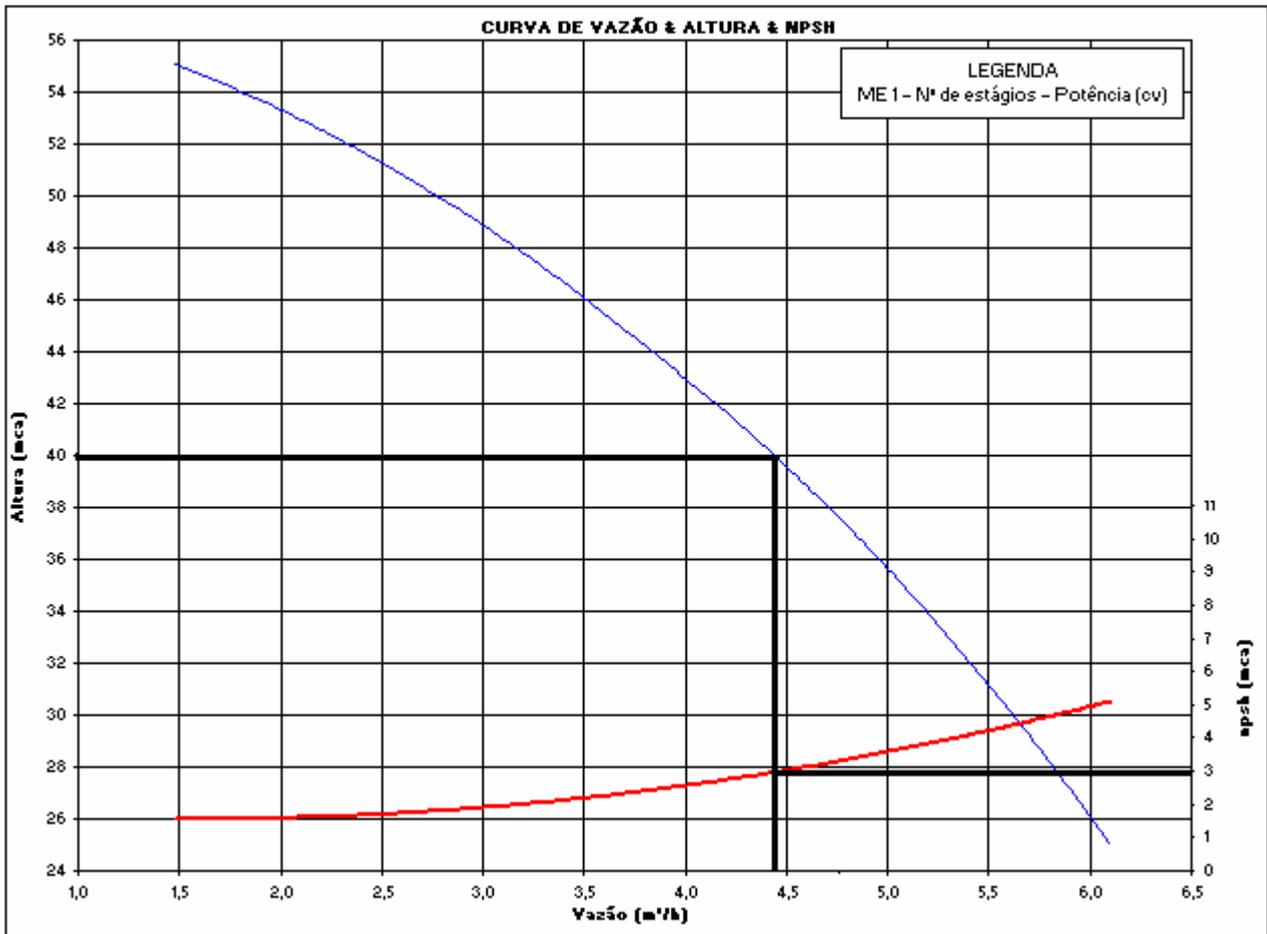
CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS																														
ALTURA MANOMÉTRICA TOTAL EM m c.a.																														
5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	89	98	107	116	125	134	143	152	161	170	
VAZÕES EM m³/h VÁLIDAS PARA SUÇÃO DE 0 m c.a., ÁGUA A 25° C, AO NÍVEL DO MAR																														
7,0	6,6	6,1	5,5	4,9	4,2	3,3	2,1																							
*	*	*	6,3	5,7	5,1	4,4	3,5	2,2																						
*	*	*	6,1	5,7	5,1	4,4	3,5	2,2	4,3	3,8	3,2	2,3																		
*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,3	5,0	4,7	4,3	3,9	3,4	2,9	2,3														
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,2	4,9	4,7	4,5	4,3	4,0	3,3	2,4										
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	5,1	4,9	4,4	4,0	3,4	2,9	2,1							
*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	3,8	3,3	2,8	2,1	1,1

Bombas Multiestágios para Água Limpa	MODELO (ME-1)	Potência (cv)	Estágios	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção ("BSP)	Ø Recalque ("BSP)	Pressão máx. s/ vazão (m c.a.)	Altura de sucção (m c.a.)	Diâmetro do rotor (mm)
<p>Aplicações Gerais: Residências, Lavação, Agricultura e Indústrias</p>	ME-1207	3/4	2	x	x	1	3/4	36	8	104
	ME-1210	1	2	x	x	1	3/4	40	8	107
	ME-1315	1,5	3	x	x	1	3/4	57	8	107
	ME-1420	2	4	x	x	1	3/4	74	8	105
	ME-1630	3	6	x	x	1	3/4	108	8	104
	ME-1840	4	8	x	x	1	3/4	134	8	101
	ME-1950	5	9	x	x	1	3/4	174	8	107

Modelo: **ME – 1315**

Motobomba com 3 estágios
 Potência de 1,50 cv, 60 Hz, 3450 rpm
 Diâmetro da tubulação de sucção: 1”
 Diâmetro da tubulação de recalque: ¾”

OBS: Utilizar luvas de redução para adaptar os diâmetros de entrada e saída da bomba com os diâmetros das tubulações definidos no dimensionamento. Os diâmetros das tubulações devem ser compatíveis com a vazão desejada.



Obs.: Os dados hidráulicos admitem uma tolerância de ±5% e são válidos para sucção de 0 mca e água a 25°C ao nível do mar.

Curva Característica Ex. 2

INSTRUÇÕES GERAIS PARA INSTALAÇÃO E USO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS

1. INSTRUÇÕES PARA INSTALAÇÃO HIDRÁULICA

- A. Instalar a motobomba o mais próximo possível da fonte de captação de água, garantindo a ausência de sólidos em suspensão tais como: areia, galhos, folhas, pedras, etc.
- B. O local de instalação da motobomba deverá ser iluminado e seco, de fácil acesso para agilizar na hora da manutenção/inspeção, com espaço suficiente para ventilação do motor.
- C. Não expor a motobomba a ação do tempo, protegendo-a das intempéries (sol, chuva, poeira, umidade, etc.).
- D. Fixar a motobomba sobre uma base rígida e regular (de preferência de concreto ou alvenaria), isenta de vibrações. Procure manter um pequeno declive no sentido da captação.
- E. Utilizar o mínimo possível de conexões na instalação, dando preferência sempre às curvas no lugar de joelhos.
- F. No caso das motobombas com bocais de rosca, sugerimos instalar (próximos aos bocais) uniões, tanto na canalização de sucção como no recalque para facilitar a montagem e desmontagem do conjunto.
- G. Faça suportes para sustentar o peso das canalizações para que o mesmo não pressione a bomba.
- H. Usar válvula de pé (fundo de poço) com um diâmetro superior ao da canalização de sucção. Instalar a válvula no mínimo 30 cm do fundo do local da captação, garantindo uma coluna de água sobre a válvula suficiente para não entrar ar pela mesma.
- I. Na sucção usar tubo com rosca. Vedar todas as conexões com vedante apropriado, evitando assim a entrada de ar. **Obs.: Nunca roscar a tubulação de sucção além do final da rosca do bocal do caracol, evitando desta forma o travamento do rotor.**
- J. Quando a motobomba for instalada numa cisterna ou reservatório, mantenha uma certa distância entre a canalização de abastecimento desse reservatório e o ponto de sucção da bomba, evitando assim, a sucção de bolhas de ar.
- K. Instale válvulas de retenção na tubulação de recalque a cada 20 mca (desnível mais perda de carga) conforme NBR 5626/98.
- L. Nunca reduza os diâmetros das tubulações (bitolas) de sucção e recalque da bomba. **Utilize sempre canalização com diâmetro igual ou maior à da bomba. Os diâmetros orientativos das tubulações devem ser compatíveis com a vazão desejada conforme tabela abaixo:**

Vazão (m³/h)		0 a 1	1 a 2	2 a 4	4 a 8	8 a 15	15 a 30	30 a 60	60 a 120	120 a 200
Diâmetro	Polegadas	¾	1	1 ¼	1 ½	2	2 ½	3	4	5
	Milímetros	25	32	40	50	60	75	85	110	140

IMPORTANTE

- ◆ Nas instalações onde o fornecimento de água não pode ser interrompido, **torna-se obrigatório manter duas bombas em paralelo**, uma em operação e outra reserva.
- ◆ Toda **motobomba** ao ser instalada sobre a laje de residências ou edificações, **deverá conter proteção impermeável contra possíveis vazamentos** ao longo de seu uso, no período de garantia ou fora dele.
- ◆ No bombeamento de água quente com temperatura **acima de 70°C é obrigatório solicitar a bomba com rotor em BRONZE e selo mecânico em VITON ou EPDM**. Nestes casos, a instalação hidráulica deve seguir as determinações das normas brasileiras, tais como: NBR 7198 (Instalações Prediais de Água Quente), NBR 2352 (Instalações de Aquecimento Solar em Prédios), NR 13 Anexo I-A (Caldeiras de Pressão), entre outras.

- ◆ Não recomendamos utilizar bombas em ferro fundido nos sistemas de recirculação de água quente dotados de aquecedor(es).
- ◆ Se o equipamento, depois de ter funcionado um determinado tempo, ficar um período sem ser usado, quando for colocado em funcionamento outra vez, recomendamos acionar por alguns segundos o motor para ver se o eixo do mesmo gira livremente. Então, deixar a bomba funcionando por algum tempo jogando a água para fora do reservatório.
- ◆ No caso de armazenamento (estocagem) do equipamento (antes de ser instalado), recomendamos guardá-lo em local seco. Além disso, movimentar manualmente e de forma periódica o eixo do motor (ou do mancal).

2. INSTRUÇÕES PARA INSTALAÇÃO ELÉTRICA

A. Para ligação correta do motor elétrico, observar na placa de identificação do mesmo o esquema compatível à voltagem da rede elétrica do local.

◆ **Tensões possíveis:**

Para sistemas monofásicos: 110/220 V, 127/254 V, 220/440 V e 254/508 V.

Para sistema trifásicos: 220/380 V, 220/380/440 V e 380/660 V.

B. Sempre que possível, colocar um automático de nível (chave bóia) cuja instalação deve obedecer as recomendações do fabricante do mesmo. **Proibido o uso de bóias que contenham mercúrio em seu interior.**

C. **É obrigatório o aterramento do motor elétrico conforme NBR 5410.**

D. **É obrigatório a utilização de chave de proteção dotada de relé de sobrecarga** adequada para uma maior segurança do motor elétrico contra efeitos externos, tais como: subtensão, sobretensão, sobrecarga, etc. O relé **deve ser ajustado para a corrente de serviço do motor** e a falta do mesmo na instalação implicará em **perda total da garantia**. Em sistemas trifásicos, além do relé de sobrecarga, faz-se necessário a utilização de relé falta-fase. Lembramos que disjuntores simplesmente protegem a instalação contra curto-circuitos.

E. No circuito elétrico da motobomba, instalar um **interruptor diferencial residual** ou **disjuntor diferencial residual (“DR”)**. Dispositivos estes, de elevada sensibilidade, que garantem proteção contra choques elétricos.

F. Os motores das famílias BCR 2000, BIR 2001 e MBL são dotados de termostatos para proteção contra sobreaquecimento. Toda vez que houver elevação da temperatura o termostato abre desligando o sistema. Depois de ± 20 minutos o sistema se rearmará automaticamente. Persistindo o problema, recomendamos levar o equipamento até a Assistência Técnica Autorizada mais próxima e chamar um eletricista para avaliar a instalação elétrica.

IMPORTANTE

- ◆ cálculo para a escolha correta dos condutores que alimentarão o motor elétrico deverá ser
- ◆ baseado na tensão aplicada e na corrente de serviço do motor.
- ◆ As tabelas **10 (motores Monofásicos)** e **12 (motores Trifásicos)** deste catálogo, estão de acordo com a NBR 5410 e especificam o diâmetro mínimo do fio condutor de cobre, levando em consideração a tensão da rede, a potência do motor e a distância do mesmo ao quadro geral de distribuição (entrada de serviço).

Nota: Se a tensão (voltagem) a ser utilizada for diferente às apresentadas nas tabelas, consulte um profissional do ramo ou a Concessionária de Energia Local.

Observação:

Sempre que houver dúvidas na instalação elétrica do motor ou na compreensão das tabelas e esquemas apresentados, consulte um técnico especializado no assunto, ou entre em contato com a Assistência Técnica da Fábrica.

3. INSTRUÇÕES PARA ACIONAMENTO DA BOMBA

- A.** Antes de conectar a tubulação de recalque à bomba, faça a escorva da mesma, ou seja, preencha com água todo o corpo da bomba e a tubulação de sucção, para eliminar o ar existente em seu interior. **Nunca deixe a motobomba operar sem água em seu interior.**
- B.** Conclua a instalação hidráulica de recalque.
- C.** Recomenda-se bombear água, por algum tempo, para fora do reservatório afim de eliminar eventuais impurezas contidas na instalação hidráulica.
- D.** Nas bombas acopladas a motores monofásicos 6 (seis) fios, trifásicos, ou nas bombas mancalizadas, observar logo na partida, pelo lado traseiro do motor (ou mancal), se este gira no sentido correto (**sentido horário, com exceção do modelo BCA-43**). Caso contrário, para o motor monofásico 6 fios, siga as orientações contidas na placa do motor e para o motor trifásico inverta a posição de duas fases da rede.
- E.** Ao efetuar o primeiro acionamento do conjunto motobomba, sugerimos que a partida do mesmo seja feita com registro fechado, abrindo-o lentamente e medido-se a corrente e a voltagem através de um alicate amperímetro/voltímetro até que o sistema estabilize-se. Tal procedimento permite que sejam conhecidos os pontos operacionais do equipamento (Vazão, Pressão, Corrente e Voltagem) evitando-se assim, eventuais danos ao mesmo.

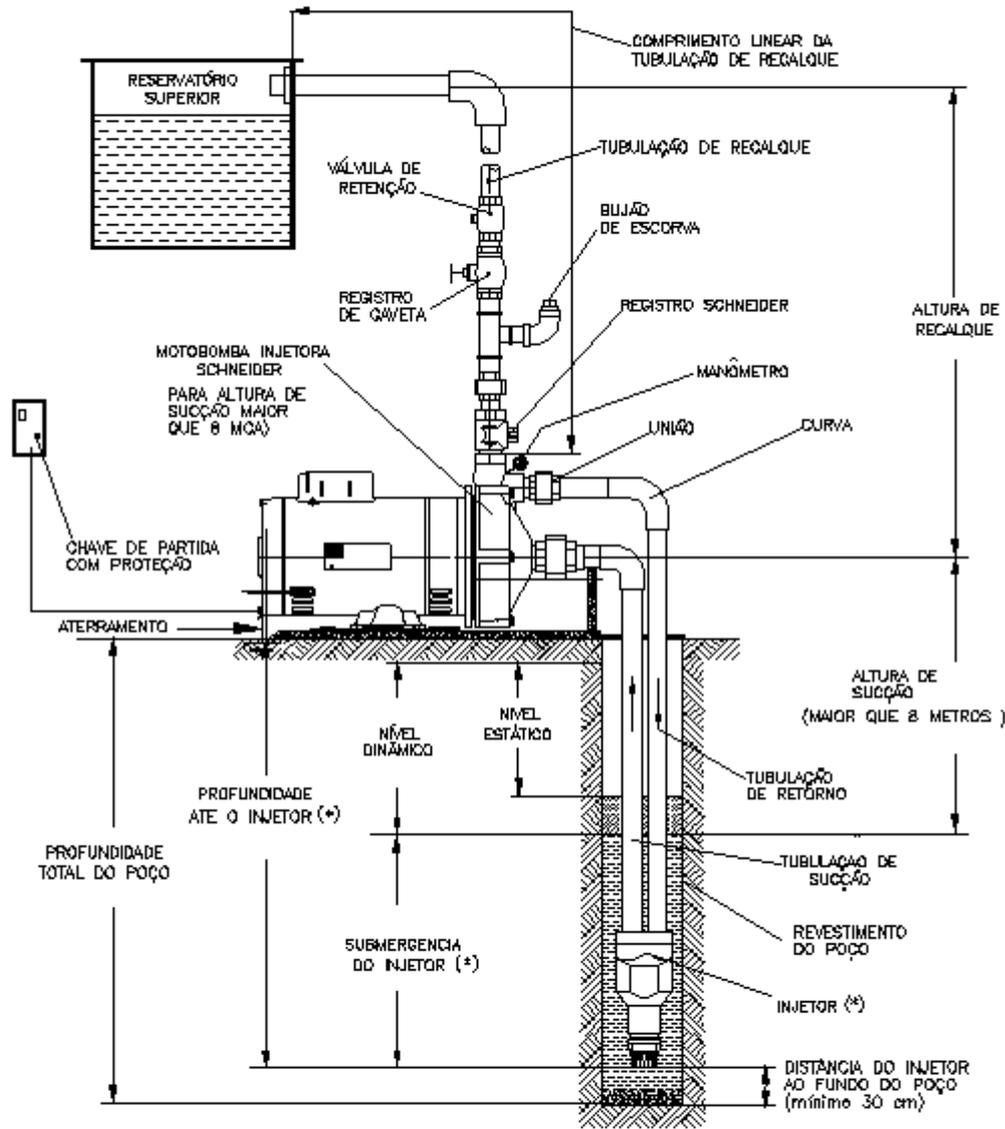
3.1 BOMBAS MANCALIZADAS

- A.** Quando a bomba mancalizada for acoplada ao motor estacionário, o conjunto deverá ser montado sobre uma base. Esta, deverá ser em fixada ao chão. O motor a combustão deverá ser montado sobre amortecedores para evitar vibração. O alinhamento entre os eixos do motor e da bomba é que determinará a vida útil do conjunto. Se feito de maneira correta proporcionará um funcionamento eficiente e isento de problemas.
- B.** Os mancais das bombas **já saem de fábrica lubrificados** com óleo ou graxa (dependendo do modelo do mesmo).
- C.** Os óleos e graxas mais indicados para mancais de rolamento são os da linha industrial. **Os óleos podem ser do tipo SAE 30 ou 40, e a graxa deve ser a “Graxazul”** (Sulfato de Molibdênio) com ponto de gota de 170°C.
- D.** Nas trocas e relubrificações use somente óleos e graxas novos e isentos de impurezas. **Nunca misture lubrificantes de marcas diferentes.**
- E.** Nos casos dos mancais lubrificados a graxa, para uso diário de até 8 horas de trabalho a troca deverá se feita sempre a cada 6.000 horas de uso efetivo ou 1 ano, o que ocorrer primeiro. Para uso diário contínuo de 24 horas, os intervalos de troca devem ser a cada 1.000 horas. Estes valores são válidos para temperaturas de trabalho do rolamento inferiores a 70°C. Acima desta temperatura, a cada aumento de 15°C é necessário que o intervalo de relubrificação seja reduzido pela metade.
- F.** No caso dos mancais lubrificados a óleo, o intervalo de troca difere de acordo com o volume de óleo e as condições de utilização. Normalmente, nos casos em que a temperatura de trabalho seja inferior a 50°C com boas condições ambientais e pouca sujeira, trocas anuais são suficientes. Entretanto, nos casos em que a temperatura do óleo atinge níveis de 100°C, o intervalo de troca passa a ser a cada três meses ou menos. Ainda, em casos que haja penetração de umidade, o intervalo para troca deve ser reduzido ainda mais.

IMPORTANTE

- ◆ A falta ou excesso de lubrificação causam superaquecimento e aceleram o desgaste do equipamento.
- ◆ Em se tratando do mancal lubrificado com óleo, sempre que for operar o equipamento, observe antes o nível de óleo do mancal.
- ◆ Consulte o **Manual de Instalação, Operação e Manutenção das Bombas e Motobombas SCHNEIDER**, garantindo assim, um funcionamento eficaz e longa vida útil do equipamento. Havendo dúvidas, não improvise, consulte a fábrica.

ESQUEMA TÍPICO DE INSTALAÇÃO EM UM POÇO DE UMA
MOTOBOMBA CENTRÍFUGA INJETORA SCHNEIDER
(PARA ALTURAS DE SUÇÃO MAIORES QUE 8 METROS)



(*) CONDIÇÕES DE INSTALAÇÃO DOS INJETORES SCHNEIDER

TIPO DO INJETOR	PROFUNDIDADE MÁX. DE INSTALAÇÃO (m) DA BEIRA DO POÇO AO INJETOR	SUBMERSÕES (m)		DIÂMETRO EXTERNO DOS INJETORES(mm)
		IDEAL	MÍNIMA	
ID	20	10	2	71
II	34	10	2	92
I2	45	10	2	102

MÉTODO BÁSICO PARA SELEÇÃO DE UMA MOTOBOMBA CENTRÍFUGA INJETORA SCHNEIDER

(PARA ALTURA DE SUÇÃO SUPERIOR A 8 m c.a.)

1. CRITÉRIOS: Para se calcular com segurança a bomba centrífuga injetora adequada a um determinado sistema de abastecimento de água, são necessários alguns dados técnicos fundamentais do local de instalação e das necessidades do projeto:

A. A definição da Profundidade até o Injetor (metros), conforme indicado na tabela de cada bomba, é feita conhecendo-se:

- ✓ Profundidade total da fonte de captação, em metros;
- ✓ Nível estático da fonte de captação, em metros;
- ✓ Nível dinâmico da fonte de captação, em metros;
- ✓ Tipo e vazão disponível da fonte, em m³/h;
- ✓ Vazão requerida, em m³/h;

Para poços semi-artesianos ou artesianos, conhecer o Ø interno livre dos mesmos.

B. A pressão necessária para recalque (altura manométrica de recalque) é obtida através de:

- ✓ Altura de recalque, em metros;
- ✓ Comprimento linear e diâmetro da tubulação de recalque, em metros;
- ✓ Quantidade e tipo de conexões existentes;

2. EXEMPLO: Baseados nestas informações podemos calcular a bomba necessária para os seguintes dados, conforme o esquema típico apresentado na página anterior:

◆ **Dados da instalação:**

Profundidade Total do Poço	= 26 metros;
Nível Estático	= 10 metros;
Nível Dinâmico	= 15 metros;
Poço Semi-Artesiano, Ø interno 4"	= 2 m ³ /h;
Vazão Requerida	= 1,5 m ³ /h
Altura de Recalque (Ar)	= 14,0 metros;
Diâmetro das Tubulações e Conexões	= a definir
Comprimento Linear da Tubulação de Recalque	= 100 metros;
Conexões no Recalque (PVC): 3 curvas de 90°, 2 curvas de 45°, 1 válvula de retenção vertical	

◆ **Escolha do diâmetro da tubulação:**

Diâmetro de recalque: 1" (32 mm) – Conforme tabela de perda de carga em tubos (tabela 6 e 8).

Diâmetro de sucção: Conforme modelo da motobomba

Diâmetro de retorno: Conforme modelo da motobomba

◆ **Cálculo da perda de carga no recalque:**

Pela tabela 7 vemos os comprimentos equivalentes para as conexões em PVC:

3 curvas 90°	=	3 x 0,6	=	1,80 m
2 curvas 45°	=	2 x 0,4	=	0,80 m
1 válvula de retenção vertical	=		=	3,20 m
				5,80 m

PCr = (Comprimento linear + comprimento equivalente) x Fator de perda de carga (tabela)

$$PCr = (100 + 5,8) \times 4\% \quad \rightarrow \quad PCr = 4,23 \text{ mca}$$

♦ **Cálculo da altura manométrica de recalque (AMR):**

AMR = Ar + PCr (*)
AMR = 14 + 4,23
AMR = 18,23 mca

(*) Neste caso, não se considera a altura de sucção e suas perdas, pois ela é maior que 8 mca, já estando contemplada na definição do injetor.

♦ **Profundidade até o injetor:**

Profundidade do injetor = Nível dinâmico + Submersão do injetor

Profundidade do injetor = 15 + 10 = 25 m

Portanto, o injetor será instalado a uma profundidade de 25 m a contar da base superior do poço, ficando 1 m acima do fundo do mesmo, que corresponde a posição .

♦ **Determinação da motobomba SCHNEIDER, conforme tabela de seleção abaixo:**

AMR = 24 mca

Q = 1,50 m³/h

Profundidade do injetor = 25 m

CARACTERÍSTICAS HIDRÁULICAS																	
PROFUNDIDADE ATÉ O INJETOR EM m																	
15	16	17	18	20	21	22	23	25	26	27	28	30	31	32	33	35	36
VAZÕES EM m ³ /h VÁLIDAS PARA SUÇÃO DE 0 m c.a., ÁGUA A 25° C, AO NÍVEL DO MAR																	
2,10	2,00	1,91	1,81	1,62	1,52	1,42	1,33	1,13	1,04	0,94	0,84	0,65	0,56	0,46	0,36		
2,98	2,88	2,78	2,69	2,50	2,40	2,30	2,20	2,00	1,90	1,80	1,70	1,50	1,40	1,29	1,19	0,98	
2,20	2,11	2,02	1,92	1,73	1,64	1,54	1,45	1,26	1,16	1,06	0,97	0,77	0,67	0,57	0,48		
3,10	3,00	2,91	2,81	2,62	2,52	2,42	2,32	2,13	2,03	1,93	1,83	1,62	1,52	1,42	1,32	1,11	
2,32	2,22	2,12	2,02	1,83	1,73	1,64	1,55	1,36	1,26	1,17	1,08	0,89	0,80	0,71	0,62		
3,22	3,12	3,02	2,92	2,73	2,63	2,53	2,43	2,23	2,13	2,03	1,93	1,72	1,62	1,51	1,41	1,20	1,10
2,43	2,33	2,23	2,13	1,93	1,84	1,74	1,65	1,46	1,37	1,28	1,19	1,02	0,93	0,84	0,76		
3,33	3,23	3,14	3,04	2,84	2,75	2,65	2,55	2,35	2,25	2,15	2,05	1,85	1,75	1,65	1,54	1,34	

Bombas Injetoras para Água Limpa Aplicações Gerais: Residências, Chácaras e Indústrias.	MODELO	Potência (cv)	Monofásico	Trifásico	Ø Sucção ("BSP)	Ø Recalque ("BSP)	Ø Retorno ("BSP)	Pressão mínima para a vazão indicada (m c.a.)	Recalque máximo (m c.a.)	Diâmetro do rotor (mm)	Submersão (m)
			MBI-1 I1-26	1	x	x	1 1/4	3/4	1	23	28
1,5	x	x		1 1/4	3/4	1	29	34	150	2 10	
2	x	x		1 1/4	3/4	1	33	38	155	2 10	
3	x	x		1 1/4	3/4	1	38	43	155	2 10	

MODELO: MBI - I1-26

Potência: 1 cv

Diâmetro de sucção: 1 ¼"

Diâmetro de retorno: 1"

Diâmetro do injetor: 91,5 mm

Vazão com o injetor a 25 m de profundidade e submergência de 10m = 2,00 m³/h

Altura de recalque máxima = 25 mca

Como a altura de recalque calculada (18,23 mca) é menor que a altura de recalque máxima da motobomba (28 mca) o modelo escolhido poderá ser empregado. Caso contrário aumentar o diâmetro de tubulação de recalque ou escolher outro modelo de bomba.

Notas:

- ◆ Para o cálculo da altura manométrica não se considera a altura de sucção e suas perdas de carga, pois é maior do que 8 mca, já estando contemplada na definição correta do injetor.
- ◆ Quanto menor for a submergência do injetor, inferior a 10 metros, menor será a vazão da bomba. Esta perda de vazão, por metro inferior a submergência ideal, é apresentada na Tabela de Seleção, em valores percentuais. Sendo que o limite de submergência mínimo para evitar entradas de ar pelo injetor é de 2m.
- ◆ rendimento global de bombas centrífugas injetoras é muito inferior as centrífugas normais, visto a grande recirculação interna necessária ao funcionamento do sistema. Sendo assim, não se deve esperar as mesmas vazões de injetoras, comparadas a centrífugas normais, mesmo sendo modelos de características construtivas e potências iguais.

INSTRUÇÕES GERAIS PARA INSTALAÇÃO E USO DE BOMBAS CENTRÍFUGAS INJETORAS

A. O perfeito funcionamento de uma motobomba injetora depende fundamentalmente da correta instalação e vedação dos canos de sucção e retorno, que devem ser de rosca, nos diâmetros indicados na tabela abaixo. Só introduza as tubulações no poço depois de ter certeza que as emendas estão bem vedadas, evitando a entrada de ar e vazamentos.

B. Nunca utilize a motobomba injetora para a limpeza do poço (retirada de areia). Isto causará avarias e a perda da garantia.

C. A distância da bomba injetora à boca do poço não deve ultrapassar 4 metros, devendo ser fixada em base rígida e levemente inclinada no sentido da sucção.

D. O injetor deve ser instalado no mínimo 30 cm acima do fundo do poço, para evitar entrada de sólidos e entupimento do sistema. Recomendamos colocar uma camada de, no mínimo, 5 cm de altura de brita no fundo do poço.

E. Antes de ligar a bomba injetora, preencha as tubulações de sucção, de retorno e o corpo com água, afim de eliminar todo o ar. Quando terminar de preencher, espere um pouco e observe se a água permanece no mesmo nível. Se o nível baixar é porque existe vazamento e este deverá ser contido.

F. Se não há vazamentos, conecte a tubulação de recalque e feche completamente o registro de regulagem. O registro de regulagem possui dois lados arredondados e duas faces lisas.

G. Com o registro todo fechado ligue o motor e observe que o ponteiro do manômetro desloca-se na direção dos 60 mca (não precisa necessariamente chegar lá). Então, abra lentamente o registro de regulagem sempre acompanhando o ponteiro do manômetro que agora vai se deslocando na direção do zero. Esse deslocamento acontece de forma gradativa até um determinado ponto quando escorrega bruscamente para o zero. É preciso marcar este ponto, voltar fechando o registro por completo e em seguida abri-lo outra vez até um pouco antes do ponto marcado. Este é o ponto ideal de trabalho. Caso a vazão do poço seja inferior a vazão da bomba, feche um pouco mais o registro para evitar que o nível da água desça até o injetor.

H. Lembre-se sempre que as vazões indicadas em catálogos para as bombas injetoras, somente serão plenamente obtidas quando as mesmas estiverem corretamente instaladas elétrica e hidráulicamente. **A submergência mínima para evitar entradas de ar pelo injetor é de 2 metros.**

Modelo do Injetor	Diâmetro Externo do Injetor	Diâmetro das Tubulações	
		Sucção	Retorno
I0	71,0 mm	1"	$\frac{3}{4}$ "
I1	91,5 mm	1 $\frac{1}{4}$ "	1"
I2	101,5 mm	1 $\frac{1}{2}$ "	1 $\frac{1}{4}$ "

TABELA 6 - PERDA DE CARGA EM TUBULAÇÕES

Tabelas de perdas de carga em 100 metros de tubos novos de ferro fundido ou aço galvanizado e PVC (valores em %)

Vazão m ³ /h	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	PVC	F ^o F ^o	
	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"										
0,5	1,5	1,3	0,5	0,4	0,1	0,1	0,1	0,1											
1,0	4,9	4,8	1,6	1,6	0,4	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1									
1,5	10,0	10,1	3,3	3,4	0,9	0,9	0,5	0,4	0,1	0,1									
2,0	16,5	17,2	5,4	5,8	1,4	1,5	0,8	0,7	0,2	0,2	0,1	0,1							
2,5	24,4	26,1	8,0	8,8	2,1	2,3	1,2	1,1	0,4	0,3	0,1	0,1							
3,0	33,6	36,5	11,0	12,3	2,9	3,2	1,6	1,5	0,5	0,5	0,1	0,1	0,1	0,1					
3,5	44,0	48,6	14,4	16,4	3,8	4,2	2,1	2,0	0,6	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1					
4,0	55,6	62,2	18,2	21,0	4,8	5,4	2,7	2,6	0,8	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1					
4,5	68,3	77,3	22,3	26,1	6,0	6,7	3,3	3,2	1,0	1,0	0,3	0,3	0,1	0,1					
5,0	82,2	94,0	26,8	31,7	7,2	8,1	4,0	3,9	1,2	1,2	0,3	0,3	0,1	0,2					
5,5	97,1		31,7	37,8	8,5	9,7	4,7	4,6	1,4	1,4	0,4	0,4	0,2	0,2				0,1	
6,0			36,9	44,4	9,9	11,4	5,4	5,4	1,6	1,7	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1			
6,5			42,5	51,5	11,3	13,2	6,3	6,3	1,9	2,0	0,5	0,5	0,2	0,2	0,1	0,1			
7,0			48,4	59,1	12,9	15,2	7,1	7,2	2,1	2,3	0,6	0,6	0,3	0,3	0,1	0,1			
7,5			54,6	67,1	14,6	17,2	8,0	8,2	2,4	2,6	0,7	0,7	0,3	0,3	0,1	0,1			
8,0			61,1	75,6	16,3	19,4	9,0	9,2	2,7	2,9	0,8	0,8	0,3	0,4	0,1	0,1			
8,5			67,9	84,6	18,1	21,7	10,0	10,3	3,0	3,2	0,8	0,9	0,4	0,4	0,1	0,1			
9,0			75,1	94,0	20,0	24,1	11,1	11,5	3,3	3,6	0,9	1,0	0,4	0,5	0,1	0,1			
9,5			82,5		22,0	26,7	12,2	12,7	3,6	4,0	1,0	1,1	0,4	0,5	0,1	0,1			
10			90,3		24,1	29,3	13,3	13,9	4,0	4,4	1,1	1,2	0,5	0,5	0,1	0,2			0,1
12					33,1	41,1	18,3	19,5	5,4	6,1	1,5	1,7	0,7	0,8	0,2	0,2	0,1	0,1	
14					43,4	54,6	24,0	25,9	7,1	8,1	2,0	2,3	0,9	1,0	0,2	0,3	0,1	0,1	
16					54,8	69,9	30,3	33,2	9,0	10,4	2,5	2,9	1,1	1,3	0,3	0,4	0,1	0,1	
18					67,4	87,0	37,2	41,3	11,1	12,9	3,1	3,6	1,4	1,6	0,4	0,4	0,1	0,2	
20					81,0		44,8	50,2	13,3	15,7	3,7	4,4	1,6	2,0	0,5	0,5	0,2	0,2	
25							66,2	75,8	19,7	23,7	5,5	6,6	2,4	3,0	0,7	0,8	0,2	0,3	
30							91,1		27,1	33,3	7,6	9,3	3,3	4,2	0,9	1,2	0,3	0,4	
35									35,5	44,3	10,0	12,4	4,4	5,6	1,2	1,5	0,4	0,6	
40									44,8	56,7	12,6	15,8	5,5	7,1	1,5	2,0	0,5	0,7	
45									55,1	70,4	15,5	19,7	6,8	8,9	1,9	2,4	0,7	0,9	
50									66,2	85,6	18,6	23,9	8,1	10,8	2,3	3,0	0,8	1,1	
55									78,2		22,0	28,5	9,6	12,9	2,7	3,5	0,9	1,3	
60									91,1		25,6	33,5	11,2	15,1	3,1	4,2	1,1	1,5	
65											29,5	38,9	12,9	17,5	3,6	4,8	1,3	1,7	
70											33,5	44,6	14,6	20,1	4,1	5,5	1,4	2,0	
75											37,8	50,7	16,5	22,8	4,6	6,3	1,6	2,3	
80											42,4	57,1	18,5	25,7	5,1	7,1	1,8	2,6	
85											47,1	63,8	20,6	28,8	5,7	7,9	2,0	2,9	
90											52,1	71,0	22,7	32,0	6,3	8,8	2,2	3,2	
95											57,2	78,4	25,0	35,3	6,9	9,7	2,5	3,5	
100											62,6	86,2	27,3	38,9	7,6	10,7	2,7	3,9	
120											86,1		37,6	54,5	10,4	15,0	3,7	5,4	
150													55,6	82,3	15,4	22,7	5,5	8,2	
200													91,9		25,5	38,6	9,0	14,0	
250														37,7	58,3	13,3	21,1		
300														51,8	81,7	18,3	29,6		
350														67,9		24,0	39,4		
400														85,7		30,3	50,4		

- Valores de Perda de Carga para PVC obtidos através da Fórmula de Flamant:

$$J = 4 \times 0,000135 \times \frac{4 \sqrt{(Q/\pi D^2/4)^7/D}}{D}$$
D

- Valores de Perda de Carga para aço galvanizado e ferro fundido obtidos através da equação de Hasen-Williams:

$$J = \frac{10,643 \times Q^{1,85}}{125^{1,85} \times D^{4,87}}$$
Onde: J – Perda de carga em m/m
Q – Vazão em m³/s
D – Diâmetro em m

OBSERVAÇÕES:

- a - Em se tratando de tubos galvanizados ou ferro fundido, deve-se acrescentar 3% aos valores acima para cada ano de uso da tubulação;
- b - 1,0m³/hora ÷ 3.600 = 0,277 litros/segundo;
- c - Considerar que a pressão nominal dos tubos de PVC classe 15 é de 75mca;
 Conforme aplicação, para pressões de serviço acima destes valores, recomenda-se o uso de tubos de FoFo ou Galvanizados;
- d - Evitar o uso dos valores abaixo da linha grifada para não ocasionar excesso de perdas de carga, principalmente na tubulação de sucção, onde a velocidade máxima do líquido bombeado deve ser inferior a 2,0m/s;
- e - Para tubulação de irrigação PN 40 (DN 35, DN 50, DN 75, DN 100, DN 125, DN 150), PN 80 (DN 50, DN 75, DN 100), PN 125 (DN 100, DN 150, DN 200, DN 250, DN 300) e PN 60 (DN 250, DN 300) consultar respectiva tabela de perda de carga do fabricante.

TABELA 7 - PERDA DE CARGA EM ACESSÓRIOS

Tabela de perdas de cargas localizadas em conexões, considerando-se os comprimentos equivalentes em metros de canalização											
CONEXÃO	Diâmetro nominal X Equivalência em metros de canalização										
	MATERIAL	3/4"	1"	1 1/4"	1 1/2"	2"	2 1/2"	3"	4"	5"	
Curva 90° 	PVC	0,5	0,6	0,7	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,9	
	Metal	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	1,0	1,3	1,6	2,1	
Curva 45° 	PVC	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	
	Metal	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,9	
Joelho 90° 	PVC	1,2	1,5	2,0	3,2	3,4	3,7	3,9	4,3	4,9	
	Metal	0,7	0,8	1,1	1,3	1,7	2,0	2,5	3,4	4,2	
Joelho 45° 	PVC	0,5	0,7	1,0	1,3	1,5	1,7	1,8	1,9	2,5	
	Metal	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,9	1,2	1,5	1,9	
Tê de passagem direta 	PVC	0,8	0,9	1,5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	3,3	
	Metal	0,4	0,5	0,7	0,9	1,1	1,3	1,6	2,1	2,7	
Tê de saída lateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0	
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	
Tê de saída bilateral 	PVC	2,4	3,1	4,6	7,3	7,6	7,8	8,0	8,3	10,0	
	Metal	1,4	1,7	2,3	2,8	3,5	4,3	5,2	6,7	8,4	
União 	PVC	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,2	0,25	
	Metal	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,03	0,04	
Saída de canalização 	PVC	0,9	1,3	1,4	3,2	3,3	3,5	3,7	3,9	4,9	
	Metal	0,5	0,7	0,9	1,0	1,5	1,9	2,2	3,2	4,0	
Luva de redução (*) 	PVC	0,3	0,2	0,15	0,4	0,7	0,8	0,85	0,95	1,2	
	Aço	0,29	0,16	0,12	0,38	0,64	0,71	0,78	0,9	1,07	
Registro de gaveta ou esfera aberto 	PVC	0,2	0,3	0,4	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	
	Metal	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,7	0,9	
Registro de globo aberto 	Metal	6,7	8,2	11,3	13,4	17,4	21,0	26,0	34,0	43,0	
Registro de ângulo aberto 	Metal	3,6	4,6	5,6	6,7	8,5	10,0	13,0	17,0	21,0	
Válvula de pé com crivo 	PVC	9,5	13,3	15,3	18,3	23,7	25,0	26,8	28,8	37,4	
	Metal	5,6	7,3	10,0	11,6	14,0	17,0	22,0	23,0	30,0	
Válvula de Retenção	Horizontal 	Metal	1,6	2,1	2,7	3,2	4,2	5,2	6,3	6,4	10,4
	Vertical 	Metal	2,4	3,2	4,0	4,8	6,4	8,1	9,7	12,9	16,1

OBSERVAÇÕES:

a - Os valores acima estão de acordo com a NBR 5626/82 e Tabela de Perda de Targa da Tigre para PVC rígido e cobre, e NBR 92/80 e Tabela de Perda de Carga Tupy para ferro fundido galvanizado, bronze ou latão.

b - (*) Os diâmetros indicados referem-se à menor bitola de reduções concêntricas, com fluxo da maior para a menor bitola, sendo a bitola maior uma medida acima da menor.

Ex.: 1.1/4" x 1" - 1.1/2" x 1.1/4"

TABELA 8 - Bitolas de Fios Condutores de Cobre para Motores Monofásicos

Bitolas de fios condutores de COBRE, para ligação de motores elétricos MONOFÁSICOS, admitindo queda máxima de tensão de 4 %																		
Tensão da rede (V)	Potência do motor (cv)	Distância do motor ao quadro geral de distribuição (m)																
		10	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600	
		Bitola do fio condutor (mm ²)																
110	1/6, 1/4	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	16	16	25	35	35	50	70	70	95	120
	1/3, 1/2	2,5	2,5	4	6	6	10	16	25	35	50	70	70	70	70	95	120	240
	3/4, 1	2,5	4	6	10	10	16	25	35	50	70	95	95	120	150	185	240	300
	1 1/2	2,5	6	10	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	185	240	300	300
	2	4	6	10	16	16	25	35	70	95	120	150	185	240	240	300	500	500
	3	6	10	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300	400	-	-
220	1/6, 1/4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	10	10	16
	1/3, 1/2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	16	16	16	16	16	25
	3/4, 1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	25	25	35	35
	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	35	35	35	50	50
	2	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	16	16	25	25	35	35	50	50	70	70
	3	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	16	25	25	35	35	50	50	70	70	120
	4	2,5	2,5	4	6	6	10	16	25	35	35	50	70	70	70	95	120	120
	5	4	4	4	6	10	10	16	25	35	35	50	70	70	95	95	120	240
	7,5	6	6	6	10	10	16	25	35	50	70	95	95	120	150	150	240	240
	10	10	10	10	10	16	25	35	50	70	95	120	120	150	185	240	300	300
	12,5	16	16	16	16	25	35	50	70	95	120	185	240	300	300	400	-	-
15	16	16	16	16	25	35	50	70	95	120	185	240	300	300	400	-	-	
440	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	25	25	25	25
	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	25	25	25	25
	7,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	25	35	35	35
	10	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	35	35	35	50	50
	12,5	6	6	6	6	6	10	10	16	25	25	35	35	50	50	70	70	70
	15	6	6	6	6	6	10	10	16	25	25	35	35	50	50	70	70	70

TABELA 8 - Bitolas de Fios Condutores de Cobre para Motores Trifásicos

Bitolas de fios condutores de COBRE, para ligação de motores elétricos TRIFÁSICOS, admitindo queda máxima de tensão de 4 %																	
Tensão da rede (V)	Potência do motor (cv)	Distância do motor ao quadro geral de distribuição (m)															
		10	20	30	40	50	75	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
		Bitola do fio condutor (mm ²)															
220	1/3, 1/2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	10	10	10	10	16
	3/4, 1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10	10	16	16
	1,5, 2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	16	25	25
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	25	25	35
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	25	35	35	50
	5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	16	16	25	25	35	35	35	50	50
	7,5	2,5	2,5	4	6	6	10	16	25	25	35	35	50	50	70	70	95
	10	6	6	6	6	10	16	16	25	35	50	50	70	70	95	95	120
	12,5	6	6	6	10	10	16	25	35	50	50	70	70	95	120	120	150
	15	10	10	10	10	10	16	25	35	50	70	70	95	120	120	150	185
	20	16	16	16	16	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	240	400
	25	25	25	25	25	25	35	35	70	95	120	150	185	240	300	400	-
	30	25	25	25	25	25	35	50	70	120	150	185	240	300	400	500	-
	40	50	50	50	50	50	50	70	120	185	240	400	500	-	-	-	-
	50	70	70	70	70	70	70	95	150	240	400	500	-	-	-	-	-
380	1/3, 1/2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4	4
	3/4, 1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	4	4	6
	1,5, 2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	6	6	10
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	6	6	10	10	10
	4	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	6	10	10	10	10	16	16
	5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	10	10	16	16	16
	7,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	4	6	10	10	16	16	16	25	25	25
	10	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	10	10	16	16	25	25	25	25	35
	12,5	2,5	2,5	2,5	2,5	4	6	6	10	16	16	25	25	25	35	35	50
	15	4	4	4	4	4	6	10	10	16	25	25	25	35	35	35	50
	20	6	6	6	6	6	10	10	16	25	25	35	35	50	70	70	70
	25	10	10	10	10	10	10	16	25	25	35	35	50	70	70	70	95
	30	10	10	10	10	10	10	16	25	35	35	50	70	70	70	95	120
	40	16	16	16	16	16	16	25	35	50	70	70	95	95	120	120	185
	50	25	25	25	25	25	25	25	35	70	70	95	120	120	150	185	240

OBS.:

- Para motores Mono ou Bifásico adequados a operar em redes de 127, 254 ou 508 volts, utilizar fios com uma bitola acima da indicada, baseando-se na tabela com a tensão mais próxima x potência x distância correspondente.
- Para motores Trifásicos com tensões diferentes das acima especificadas, deverá ser consultada a concessionária de energia local, para obter a bitola de fio adequada para cada aplicação.

TABELA 9 - ESTIMATIVA DE CONSUMO DIÁRIO (*)

Edificação	Consumo por Dia	Edificação	Consumo por Dia
Apartamentos	200 litros/pessoa	Lavanderias	30 litros/kg roupa seca
Ambulatórios	25 litros/pessoa	Mercados	5 litros/m ² de área
Cinemas	2 litros/lugar	Matadouros – animais pequenos	150 litros/cabeça
Creche	50 litros/pessoa	Matadouros – animais grandes	300 litros/cabeça
Cavalariças	100 litros/cavalo	Orfanatos e similares	150 litros/pessoa
Escolas (externatos)	50 litros/pessoa	Quartéis	150 litros/soldado
Edifícios públicos ou comerciais	50 a 80 litros/ocupante real	Restaurantes e similares	25 litros/refeição
Escritórios	50 a 80 litros/ocupante real	Residências populares ou rurais	120 a 150 litros/pessoa
Garagens e postos de serviço	100 litros/automóvel	Residências urbanas	200 litros/pessoa
Ginásios esportivos	4 litros/lugar	Templos, teatros	2 litros/lugar
Hotéis com cozinha e lavanderias	250 a 350 litros/hóspede	Jardins	1,5 litro/m ² de área

(*) Extraído de Macintyre, A. J. – Instalações Hidráulicas – Rio de Janeiro, Guanabara dois, 1982.

TABELA 10 - DEFEITOS MAIS COMUNS EM INSTALAÇÕES DE BOMBAS E MOTOBOMBAS E SUAS CAUSAS MAIS PROVÁVEIS**Bomba funciona mas não há recalque:****Vazão e/ou pressão nulas ou insuficientes**

- ✓ A canalização de sucção e a bomba não estão completamente cheias de água;
- ✓ Profundidade de sucção elevada (maior do que 8 mca ao nível do mar);
- ✓ Entrada de ar pela canalização de sucção;
- ✓ Válvula de pé presa, parcial ou totalmente entupida, ou sub-dimensionada;
- ✓ Motor com sentido de rotação invertido;
- ✓ Altura de recalque maior do que aquela para a qual a bomba foi dimensionada;
- ✓ Canalização de sucção e recalque de pequeno diâmetro ou obstruída;
- ✓ Rotor da bomba furado ou entupido;
- ✓ Vedações da bomba defeituosas provocando entrada de ar;
- ✓ Corpo da bomba furado ou entupido;
- ✓ Selo mecânico com vazamento;
- ✓ Viscosidade ou peso específico do líquido diferente do indicado.

Bomba perde escorvamento após a partida.**Deixa gradativamente de jogar água**

- ✓ Profundidade de sucção elevada (maior do que 8 mca para altitudes ao nível do mar);
- ✓ Entrada de ar pela tubulação de sucção ou pela válvula de pé (nível de água muito baixo);
- ✓ Nos sistemas de circuito fechado quando a tubulação de retorno da água cai em cima ou próxima da tubulação de sucção ocorrendo a formação de bolhas de ar.
- ✓ Selo mecânico com vazamento;

Bomba com corpo super aquecido

- ✓ A canalização de sucção e a bomba estão vazias ou com pouca água (perda da escorva);
- ✓ Eixos desalinhados (bombas mancalizadas);
- ✓ Rotor arrastando na carcaça;
- ✓ Mancais ou rolamentos defeituosos;
- ✓ Motor ou mancal com sentido de rotação invertido;
- ✓ Altura de recalque maior do que aquela para a qual a bomba foi dimensionada;
- ✓ Canalização de recalque entupida.

Mancal com corpo super aquecido

- ✓ Rolamentos com falta ou excesso de lubrificação;
- ✓ Lubrificante inadequado ou com excesso de uso;
- ✓ Eixo torto ou desalinhado;
- ✓ Rolamentos montados com excesso de pressão (interferência);
- ✓ Rotação de uso acima da especificada em projeto.

Motor elétrico não gira (travado)

- ✓ Eixo empenado ou preso;
- ✓ Energia elétrica deficiente (queda de tensão ou ligação inadequada);
- ✓ Rotor arrastando na carcaça (caracol);
- ✓ Mancais ou rolamentos defeituosos ou sem lubrificação;
- ✓ Motor em curto ou queimado;
- ✓ Ligação errada dos fios do motor;
- ✓ Problemas no acionamento elétrico.

Motor elétrico com super aquecimento (amperagem alta)

- ✓ Bomba trabalhando fora da faixa de operação;
- ✓ Bitolas dos fios de instalação do motor com diâmetro inferior ao indicado pela NBR 5410;
- ✓ Energia elétrica deficiente (queda de tensão ou ligação inadequada);
- ✓ Falta de lubrificação ou defeito dos rolamentos e mancais;
- ✓ Rotor preso ou raspando na carcaça;
- ✓ Ventilação do motor bloqueada ou insuficiente;
- ✓ Gaxeta muito apertada;
- ✓ Eixos desalinhados ou empenados;
- ✓ Viscosidade ou peso específico do líquido diferente do indicado.

TABELA 11 - RESUMO TÉCNICO DAS MOTOBOMBAS CENTRÍFUGAS SCHNEIDER

MODELO	POTÊNCIA (cv)	FLUÍDO INDICADO PARA BOMBEAMENTO	TIPO	ROTOR	MATERIAIS DE FABRICAÇÃO			OBSERVAÇÕES
					CORPO (1)	ROTOR (2)	EIXO (3)	
BCR2000	1/4 a 1/2	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	1040 / 45	Somente motor monof. 110V ou 220V
ASP-56 S	1/4 a 1,0	Águas limpas	Autoaspirante	Fechado	Fe Fo (4,16)	Al / Si (4,16)	1040 / 45	Motor trif. a partir de 1/3 cv
MBA	3/4 a 2,0	Águas limpas	Autoaspirante	Fechado	Fe Fo (4,16)	Al / Si (4,16)	1040 / 45	
BC-98	1/4 a 1/2	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	1040 / 45	Somente motor monofásico
BC-91 S	1/6 a 1,0	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	1040 / 45	Motor trif. a partir de 1/3 cv
BC-92 S (GHJK)	3/4 a 3,0	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	1040 / 45	
BC-21/22/23 R	1,5 a 15,0	Águas limpas ou turvas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	FeFo (4,16)	1040 / 45(*)	
BC-21/22/23 F	5 a 30,0	Águas limpas ou turvas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16,18)	FeFo (4,16)	1040 / 45(*)	
BC-20 F	30,0 a 50,0	Águas limpas ou turvas	Normal	Fechado	Fe Fo	FeFo (4,16)	1040 / 45(*)	Opção de vedação em gaxeta (5*)
ME-1	3/4 a 5,0	Águas limpas	Multiestágios	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	INOX (6)	
ME-2	3,0 a 15,0	Águas limpas	Multiestágios	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	INOX (6)	
ME-3	12,5 a 50,0	Águas limpas	Multiestágios	Fechado	Fe Fo	Fe Fo (4)	1040 / 45(*)	
BCV	1 1/2 a 3,0	Águas limpas ou turvas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	Fe Fo (4,16)	1040 / 45	
BC-92 S AV	1,0 a 3,0	Águas limpas	Autoaspirante	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL/ Si (4,16)	1040 / 45	Autoaspiração até 1m
BC-30	1/2	Soluções químicas, sob consulta (7)	Normal	Fechado	PVC	Noryl	INOX (8)	Opção de vedação em gaxeta (5**)
BCA-1.1/2 e 2	3/4 a 2,0	Águas servidas (9)	Autoaspirante	Semi-aberto	Fe Fo (4,16)	Fe Fo (4,16)	INOX (6)	Autoaspiração até 6m
BCA-43 A/B (10)	10,0 a 25,0	Águas servidas e chorume líquido (11)	Autoaspirante	Semi-aberto	Fe Fo	Fe Fo (4,16)	1040 / 45(*)	Autoaspiração até 3m (5*)
BCA-43 CT(10)	40,0 (12)	Águas servidas e chorume líquido (11)	Autoaspirante	Semi-aberto	Fe Fo	Fe Fo (4,16)	1040 / 45(*)	Autoaspiração até 3m (5*)
BCA-43 ST(10)	60,0 (12)	Águas servidas e chorume líquido (11)	Autoaspirante	Semi-aberto	Fe Fo	Fe Fo (4,16)	1040 / 45(*)	Autoaspiração até 3m (5*)
BCS 205/305	1/2 a 4,0	Águas servidas (13)	Submersível	Semi-aberto	FeFo (16)	Fe Fo (4,16)	1040 / 45	Motor monofásico somente até 1 cv
BCS 220/320	1/2 a 4,0	Águas servidas (14)	Submersível	Semi-aberto	FeFo (16)	Fe Fo (4,16)	1040 / 45	Motor monofásico somente até 1 cv
BCS 350	1/2 a 3,0	Águas servidas e esgotos (15)	Submersível	Semi-aberto	FeFo (16)	Fe Fo (4,16)	1040 / 45	Motor monofásico somente até 1 cv
MBI-0	1/3 a 1,5	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL / Si (4,16)	1040 / 45	
MBI-1	1/3 a 3,0	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL / Si (4,16)	1040 / 45	
MBI-2	1,5 a 3,0	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	AL / Si (4,16)	1040 / 45	
MCI	1/2 a 1,5	Soluções químicas, sob consulta (7)	Normal	Semi-aberto	INOX (6)	INOX (6)	INOX (6)	
MSA	4 a 30	Águas servidas (17)	Normal	Semi-aberto	Fe Fo (4,16,18)	Fe Nod (4)	1040 / 45	
MBV	2 a 30	Águas servidas (19)	Normal	Semi-aberto	Fe Fo (4,16)	Fe Nod (4)	1040 / 45	Trabalha somente afogada
BPI	3 a 20	Águas limpas	Normal	Fechado	Fe Fo (4,16)	Fe Fo (4,16)	1040 / 45	

- (1). Composição básica mínima em ferro GG15, podendo, em algumas peças, ser em GG20 ou nodular;
- (2). Os materiais de fabricação dos rotores das bombas, conforme indicado nas respectivas colunas de cada modelo, são:
Al / Si - Liga fundida de alumínio/silício
FeFo - Ferro fundido GG15 ou superior
Bronze - Liga fundida de bronze
Noryl - Noryl rígido injetado
- (3). O material de fabricação dos eixos dos rotores (ponta de eixo do motor) é o aço Carbono SAE – 1040/45, salvo indicação na respectiva coluna do modelo;
* Com bucha de revestimento
- (4). Opção liga em bronze, sob prévia consulta à fábrica;
- (5). * Opção de vedação em gaxeta grafitada;
** Opção de vedação em gaxeta fluídica, ou selo mecânico de Carbetto de Silício;
- (6). Aço Inox AISI – 420;
- (7). Consultar previamente o catálogo específico deste modelo, ou à fábrica, antes de usá-la em produtos químicos;
- (8). Aço Inox AISI – 316;
- (9). Águas de chuva, rios, açudes, etc., com sólidos de ϕ máximo = 2,5 mm;
- (10). Rotação sentido anti-horário (esquerda), olhando-se pela parte traseira do motor;
- (11). Águas de rios, açudes ou chorume. Proporção máxima de 10% de sólidos com peso específico inferior a 1 g/cm³, ou, no máximo de 15 Kg de sólidos por m³ de água. Sólidos intermitentes em suspensão de no máximo 5 mm de diâmetro na linha A e 10 mm na linha b;
- (12). As potências de 40 e 60 cv são disponíveis somente na versão mancalizada para acoplamento em tratores com potência mínima de 60 e 80 cv respectivamente.
- (13). Águas de chuva, com sólidos em suspensão de no máximo 5 mm de diâmetro. Proporção máxima de 20 % de sólidos com peso específico de até 1,0 g/cm³, ou, um máximo de 18 Kg de sólidos por m³ de água.
- (14). Águas de chuva, com sólidos em suspensão de no máximo 20 mm de diâmetro. Proporção máxima de 20 % de sólidos com peso específico de até 1,0 g/cm³, ou, um máximo de 18 Kg de sólidos por m³ de água.
- (15). Águas de chuva, com sólidos em suspensão de no máximo 50 mm de diâmetro. Proporção máxima de 20 % de sólidos com peso específico de até 1,0 g/cm³, ou, um máximo de 18 Kg de sólidos por m³ de água.
- (16). Opção em ferro nodular.
- (17). Águas de chuva, rios, açudes, etc., com sólidos de ϕ máximo = 4,0 mm;
- (18). MSA 23 e BC 23 com corpo em Fe Nod;
- (19). Águas de chuva, rios, açudes, etc., com sólidos de ϕ máximo = 25,0 mm;

OBS.: Todas as demais características técnicas, como: vazões, bitolas, altura máxima de sucção, peças de reposição, dimensões, NPSH, rendimento, BHP, etc., deverão ser consultadas no respectivo catálogo técnico de cada modelo em anexo ou, junto a fábrica.

As bombas são fornecidas, de linha, com vedação selo mecânico Buna N, o qual resiste a uma temperatura máxima da água bombeada de 70°C. Caso a temperatura seja superior, até 90°C (*), é necessário solicitar o produto com selo mecânico de Viton e rotor em bronze, caso o mesmo seja em alumínio.

(*) Temperaturas superiores a 90°C, consultar a fábrica.

TABELA 12 - IDENTIFICAÇÃO DAS FAMÍLIAS DAS MOTOBOMBAS SCHNEIDER

APLICAÇÃO	TIPO/MODELO
Residências, chácaras, edifício até 3 andares Pequenas irrigações Poços de ponteira (* praia)	BCR2000, BC-91 S, BC-98 MBA-XL (*) ASP-56 S (*)
Indústrias, edifícios, sistemas de incêndio, refrigeração, transporte de água a distância e irrigação	ME 1/2/3 BC-20 F BC-21/22/23 R / F BC-92 S (G/H/J/K)
Poços profundos (Altura de sucção maior que 8 metros)	MBI-0 – até 24 metros MBI-1 – até 35 metros MBI-2 – até 41 metros
Produtos químicos (sob consulta à fábrica)	BC-30 MCI-EF
Águas servidas , com sólidos até Ø = 2,5 mm Águas servidas , com sólidos até Ø = 4 mm Águas servidas, chorume com sólidos até Ø = 10 mm Águas servidas , com sólidos até Ø = 25 mm Submersas para águas com sólidos até = 50 mm	BCA MSA BCA-43 MBV BCS
Aviários, estufas e outras aplicações que requeiram média pressão e pouca vazão	BC-92 S AV MBA-ZL
Bombas para prevenção contra incêndio	BPI
Aplicações que requeiram baixa pressão e alta vazão	BCV

TABELA 13 - CONVERSÃO DE UNIDADES DE MEDIDA

GRANDEZA	PARA CONVERTER	SÍMBOLO	MULTIPLICAR POR →	SÍMBOLO	PARA OBTER
	PARA OBTER		DIVIDIR POR ←		PARA CONVERTER
COMPRIMENTO	Metros	m	3,281	ft	Pés
	Polegadas	"	25,4	mm	Milímetros
	Quilômetros	Km	0,6214	mile	Milhas
ÁREA	Alqueire Do Norte	-	27,255	m ²	Metros Quadrados
	Alqueire Mineiro	-	48.400	m ²	Metros Quadrados
	Alqueire Paulista	-	24.200	m ²	Metros Quadrados
	Ares	a	100	m ²	Metros Quadrados
	Hectares	ha	10.000	m ²	Metros Quadrados
	Quilômetros Quadrados	Km ²	0,3861	miles ²	Milhas Quadradas
	Quilômetros Quadrados	Km ²	100	Ha	Hectares
	Quadra Quadrada	-	17.424	m ²	Metros quadrados
Quadra	-	132	m	Metros	
VOLUME	Litros	L	0,264	Us/gal	Galões Americanos
	Litros	L	0,0353	ft/cu	Pés Cúbicos
	Metros Cúbicos	m ³	264,17	Us/gal	Galões Americanos
	Metros Cúbicos	M ³	35,31	ft/cu	Pés Cúbicos
	Metros Cúbicos	M ³	1000	L	Litros
VAZÃO	Litros Por Segundo	L/s	3.600	L/h	Litros por Hora
	Litros Por Minuto	L/min.	0,0353	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Litros Por Hora	L/h	0,00059	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Litros Por Segundo	L/s	15,85	gal/min.	Galões por Minuto
	Litros Por Minuto	L/min.	0,264	gal/min.	Galões por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M ³ /h	0,59	ft/cu/min.	Pés Cúbicos por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M ³ /h	4,403	gal/min.	Galões por Minuto
	Metros Cúbicos P/Hora	M ³ /h	1.000	L/h	Litros/hora
PRESSÃO	Atmosferas	atm.	1,033	Kg/cm ²	Quilogramas p/centímetro Quadrado
	Metros De Coluna D'agua	mca	3,284	ft	Pés
	Metros De Coluna D'agua	mca	0,1	Kg/cm ²	Quilogramas p/centímetro Quadrado
	Libras Por Polegada Quadrada	Lb/Pol. ² (PSI)	0,703	mca	Metros de Coluna D'água
	Quilogramas Por Centímetro Quadrado	Kg/cm ²	14,22	Lb/Pol ² (PSI)	Libra por polegada Quadrada
	Quilogramas Por Centímetro Quadrado	Kg/cm ²	10	mca	Metros de Coluna D'água
	Bar	Bar	10,197	mca	Metros de Coluna D'água
	Mega Pascal	MPa	10	bar	Bar
	Mega Pascal	MPa	101,9716	mca	Metros de Coluna D'água
	Mega Pascal	MPa	10,1971	Kg/cm ²	Quilogramas p/centímetro Quadrado
PESO	Libras	Lb	0,4536	Kg	Quilogramas
	Quilogramas	Kg	2,2045	Lb	Libras
VELOCIDADE	Metros Por Segundo	M/s	3,281	ft/sec.	Pés por Segundo
	Metros Por Segundo	M/s	3,6	Kg/h	Kilometros por hora
	Metros Por Minuto	M/min.	0,03728	mile/h	Milhas por hora
	Quilômetros Por Hora	Km/h	0,91134	ft/sec.	Pés por Segundo
	Quilômetros Por Hora	Km/h	0,27778	m/s	Metros por Segundo
POTÊNCIA	Cavalos Vapor	CV	0,7355	KW	Kilowatts
	Cavalos Vapor	CV	0,9863	HP	Horse Power
	Cavalos Vapor	CV	735,5	W	Watts
	Quilowatt	KW	1.000	W	Watts
	Megawatts	MW	100.000	W	Watts
	Kilowatts	KW	1,341	HP	Horse Power
	Kilowatt Hora	KW/h	3412,98	BTU	BTU
TEMPERATURA	Graus Celsius + 32	°C	1,8	°F	Graus Farenheit
	Graus Celsius + 273	°C	1,0	°K	Graus Kelvin