



More space for solutions.

Eng° Tiago Rafael Niero

Instrutor Técnico

tiago.niero@ksb.com.br

Eng° Carlos Guilherme Chachá

Eng° de Produção

carlos.chachá@ksb.ind.br

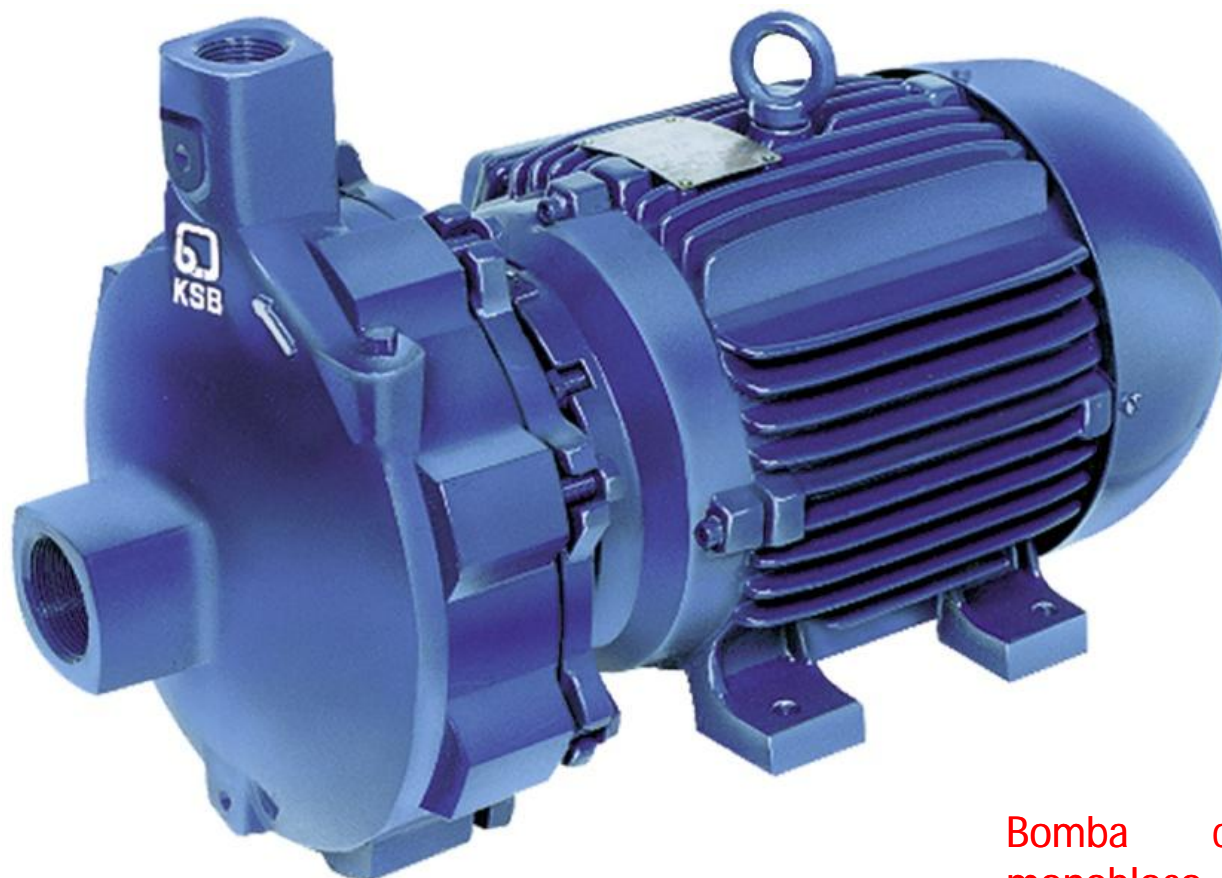
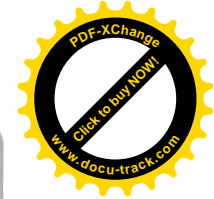




HYDRAULIC INSTITUTE, API 610 10ª EDIÇÃO



KSB MEGABLOC



Bomba centrífuga horizontal
monobloco, montada sobre pés,
com rotor em balanço



Dados de Operação

Tamanho	DN 32 a 150
Vazão	Q 700 m ³ /h
Head	H 140 mca
Temperatura	t 350°C
Pressão Sucção	P _s 10 bar
Pressão Descarga	P _d 24 bar
Rotação	n 3600 rpm

Aplicações:

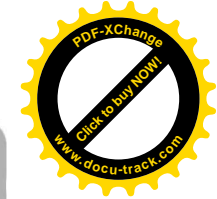
- Abastecimento de água
- Indústrias em geral
- Irrigação
- Drenagem
- Combate a incêndio



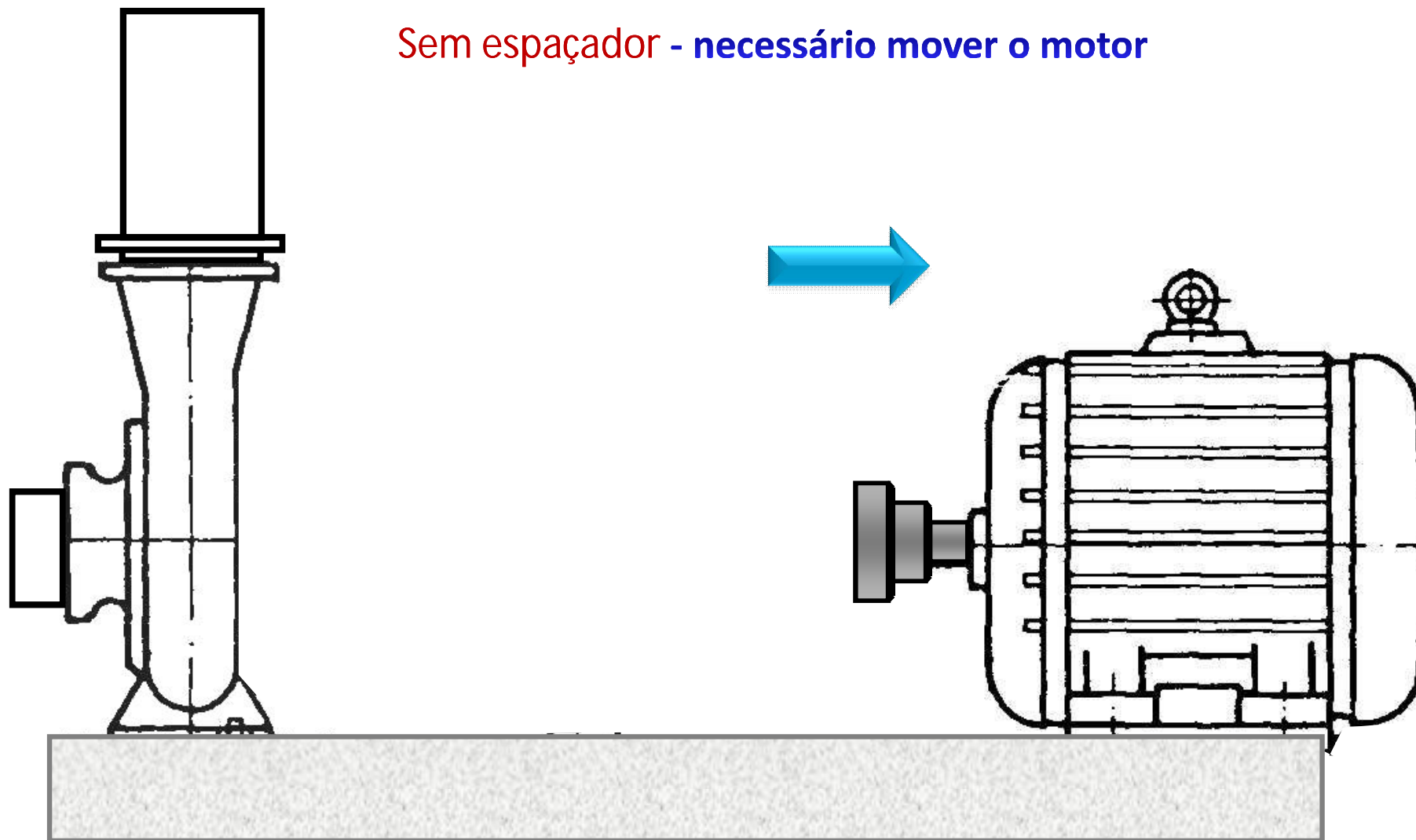
Bomba centrífuga horizontal, bipartida radialmente montada sobre pés de apoio, projeto "back pull out", com rotor em balanço.



PROJETO BACK PULL OUT



Sem espaçador - necessário mover o motor

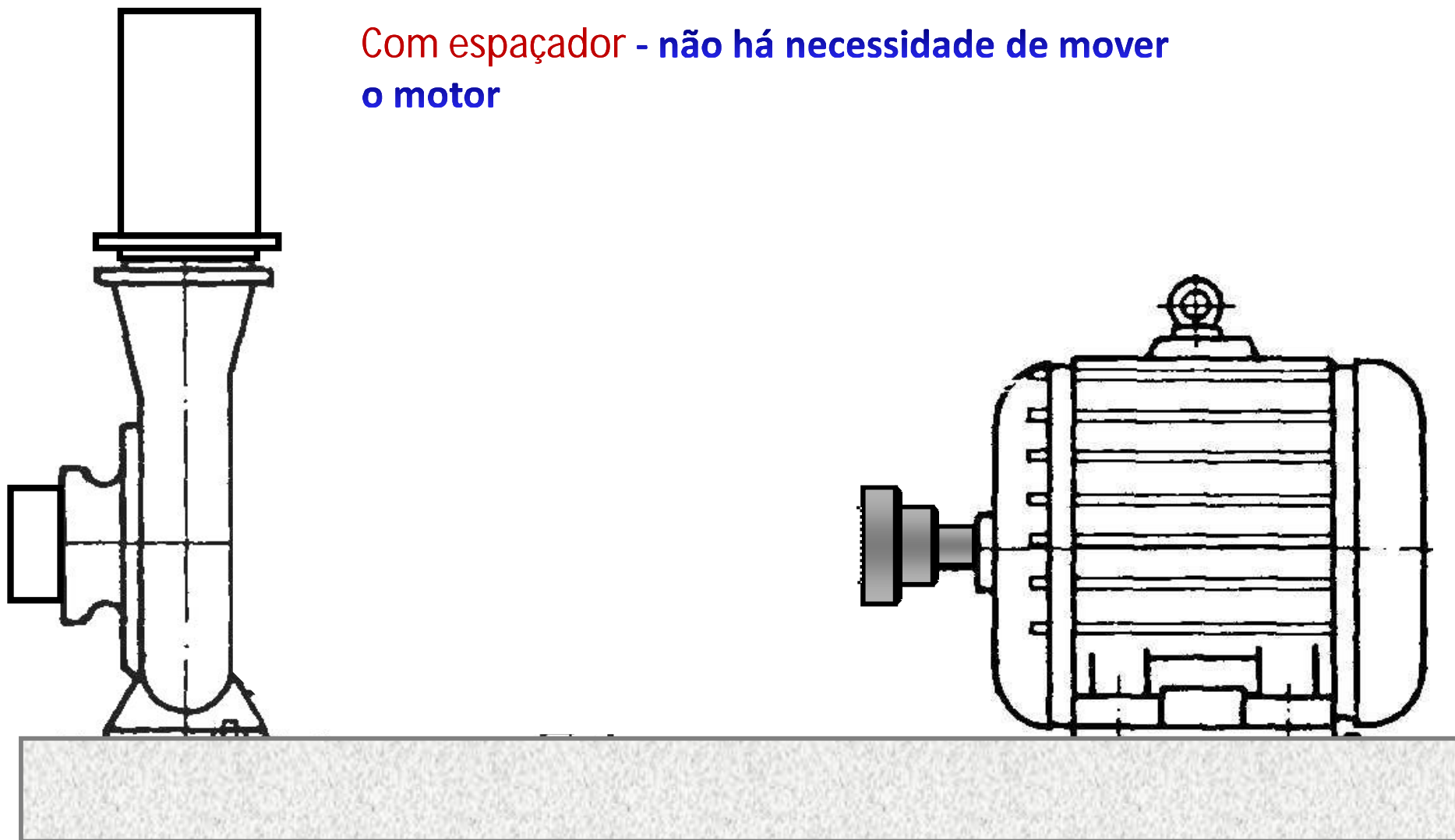


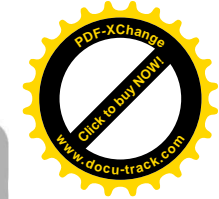


PROJETO BACK PULL OUT



Com espaçador - não há necessidade de mover o motor





Dados de Operação

Tamanho	DN 150 a 400
Vazão	Q 3700 m ³ /h
Head	H 130 mca
Temperatura	t 105°C
Pressão Sucção	P _s 3 bar
Pressão Descarga	P _d consultar manual
Rotação	n 1750 rpm

Aplicações:

- Abastecimento de água
- Indústrias em geral
- Irrigação
- Drenagem
- Combate a incêndio



Bomba centrífuga horizontal, bipartida radialmente montada sobre pés de apoio, projeto "back pull out", com rotor em balanço.



Dados de Operação

Tamanho	DN 32 a 150
Vazão	Q 700 m ³ /h
Head	H 140 mca
Temperatura	t 350°C
Pressão Sucção	P _s 10 bar
Pressão Descarga	P _d 24 bar
Rotação	n 3600 rpm

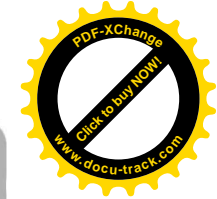
Aplicações:

- Química e Petroquímica
- Açúcar e Alcool
- Irrigação
- Alimentação de caldeiras
- Circulação de óleo térmico
- Circuitos auxiliares (papel, refinarias, alimentícia, etc)



Bomba de Processo para Indústria Química
Norma: ISO 2858

Bomba centrífuga horizontal, bipartida radialmente montada sobre pés de apoio, projeto "back pull out", com rotor em balanço.



Dados de Operação

Tamanho	DN 50 a 350
Vazão	Q 2500 m ³ /h
Head	H 100 mca
Temperatura	t 105°C
Pressão Sucção	Ps 3 bar
Pressão Descarga	Pd consultar manual
Rotação	n 3600 rpm

Aplicações:

- Tratamento de efluentes industriais e municipais: água servida, efluentes químicos, líquidos enlameados e densos, esgoto pré-gradeado, viscosos ou com sólidos em suspensão
- Açúcar e Álcool
- Indústria de Papel e Celulose
- Sistemas de Drenagem
- Indústria siderúrgica e Mineração
- Indústria alimentícia



Bomba centrífuga horizontal, bipartida radialmente montada sobre pés de apoio, projeto "back pull out", com rotor em balanço.



KSB RPH



Tamanho	DN 25 a 400
Vazão	Q 4150 m ³ /h
Head	H 270 mca
Temperatura	t 450°C
Pressão Sucção	P _s limitada por P _d
Pressão Descarga	P _d 51 bar
Rotação	n 3600 rpm



Aplicações:

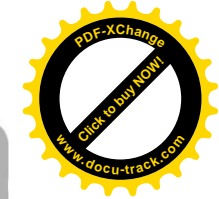
- Refinarias, Plantas Químicas e Petroquímicas

Bomba centrífuga horizontal montada na linha de centro, projeto "back pull out", com rotor em balanço. Suporte de mancal aletado com ou sem refrigeração.

API 610 10th (Heavy Duty)
Norma: ISO 13709



KSB RPH V



API 610 10th (Heavy Duty)
Norma: ISO 13709

Tamanho	DN 40 a 150
Vazão	Q 80 m ³ /h
Head	H 240 mca
Temperatura	t -30 até 230 °C
Pressão de Operação	Pd 35 bar para tubulação em ASTM A106
Prof. Padrão instalação	ET 630 a 3985 mm

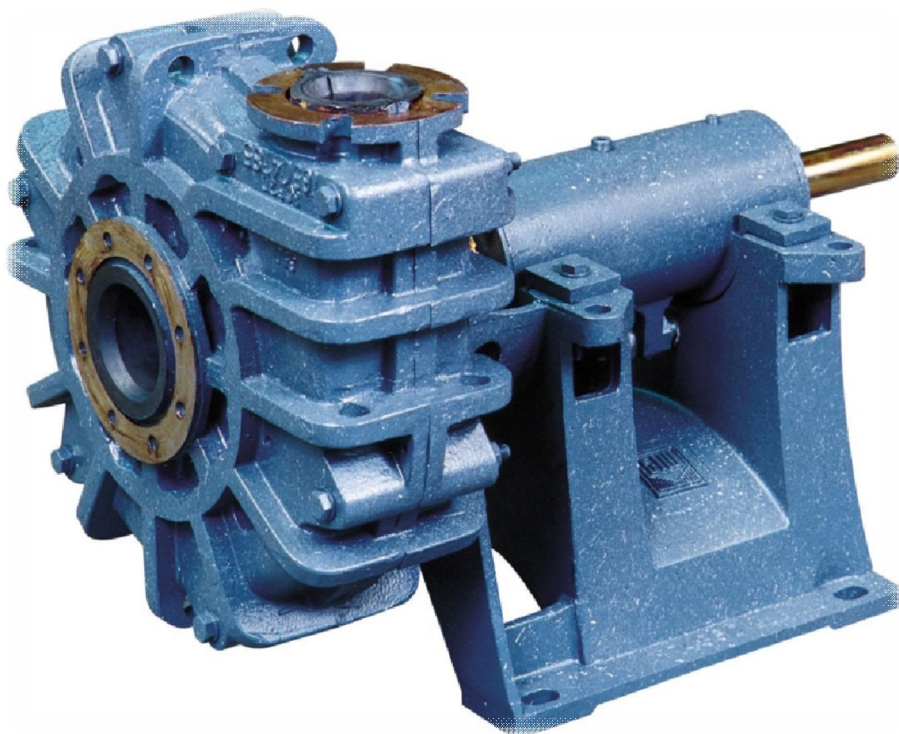
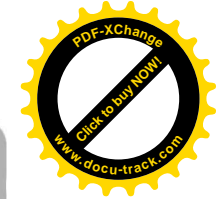
Aplicações:

- Refinarias, Plantas Químicas e Petroquímicas

Bomba centrífuga vertical, projeto "back pull out", com rotor em balanço.



KSB LCC M / R / H / O



Recomendada para fluidos com partículas sólidas abrasivas de pequeno ou grande diâmetro em grandes concentrações *como carvão, areia, pedras, alumínio, minérios em geral, fosfatos, cinzas e rejeitos*

Aplicações típicas:

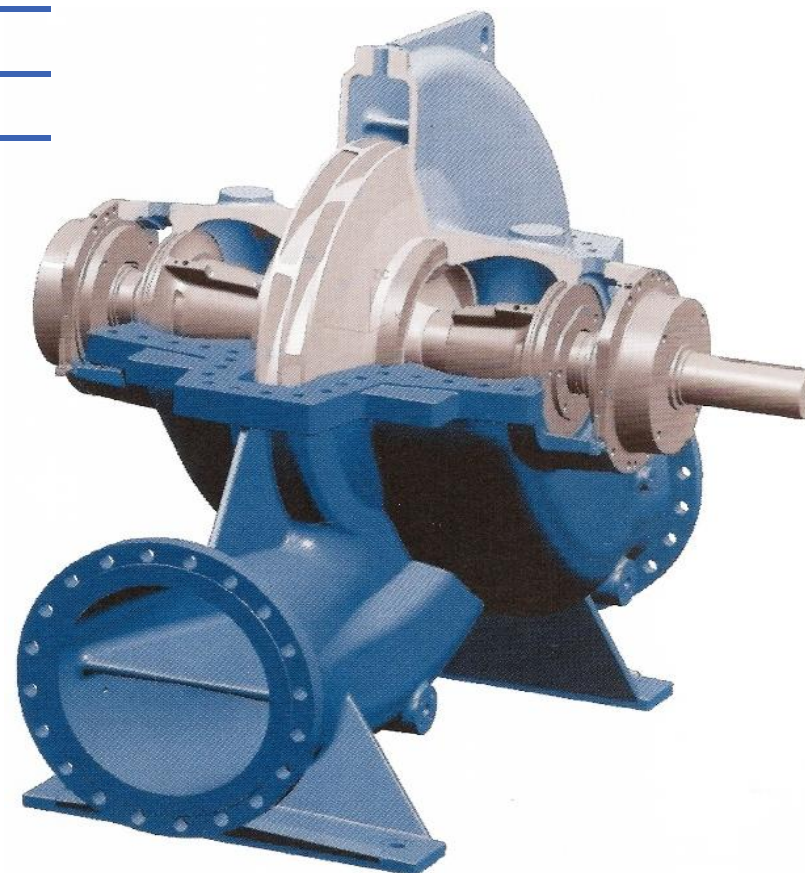
Mineração, siderurgia, geração térmica, processos de minérios, areias e pedreiras, indústrias de processos, açúcar e álcool.



KSB RDLO / RDLO V

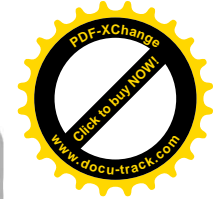


Tamanho	DN 350 a 700
Vazão	Q 2800 l/s (10000 m ³ /h)
Head	H até 240 mca
Temperatura	t até +105 °C
Pressão Descarga	Pd até 25 bar
Rotação máxima	n 1780 rpm





KSB ETA





Bomba centrífuga vertical, submersa, tipo turbina, tubular ou de eixo prolongado, com rotor(es) semi-axiais (cantilever ou mancalizados)

Aplicações:

- Transposição de águas servidas
- Centrais termoelétricas
- Usinas Hidroelétricas
- Sistemas de combate a incêndio

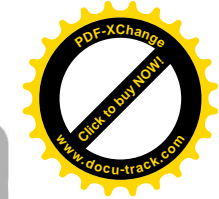
$$Q = 65\ 000\ \text{m}^3/\text{h}$$

$$H = 7\ \text{a}\ 25\ \text{m}$$



KSB SEZ – 2 ESTÁGIOS





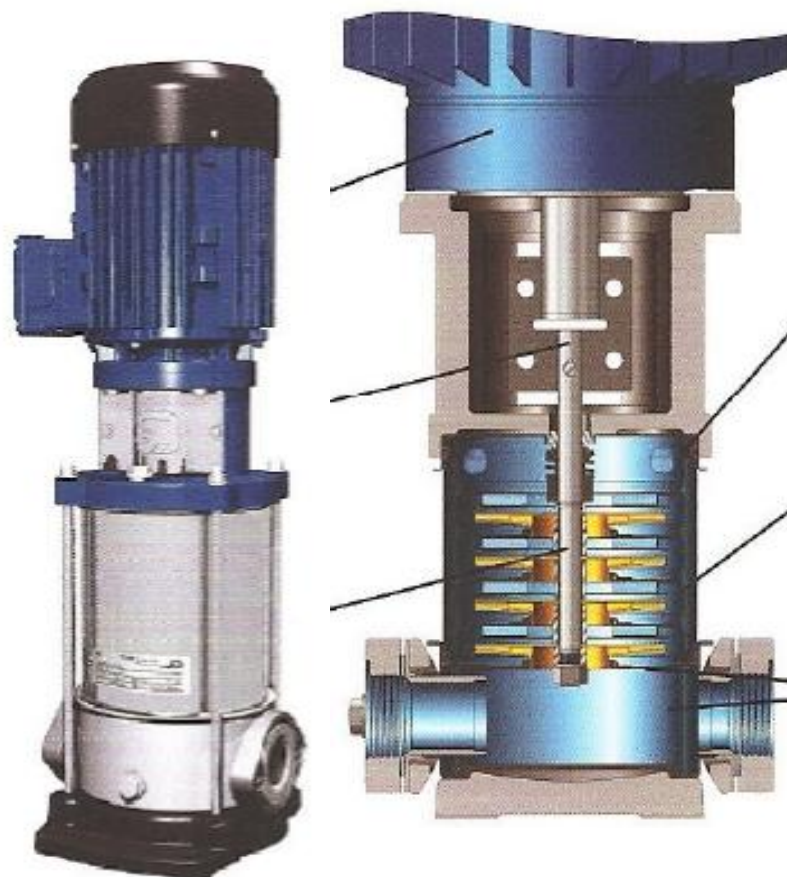
Tamanho	DN 32 a 150
Vazão	Q 1000 m ³ /h
Head	H 630 mca
Temperatura	t -10 a 200 °C
Pressão Sucção	P _s limitada por P _d
Pressão Descarga	P _d 23 a 63 bar
Rotação	n 3600 rpm

Aplicações:

- Abastecimento de água potável e pública
- Alimentação de Caldeiras
- Solventes
- Sistemas de filtragem e lavagem
- Osmose reversa
- Combustíveis
- Processos
- Circulação de óleo térmico
- Circulação de Condensado.



Bomba centrífuga horizontal múltiplos estágios, montada sobre pés de apoio, partida radialmente, com rotores entre mancais.



Bomba centrífuga horizontal múltiplos estágios, montada sobre pés de apoio, partida radialmente, com rotores entre mancais.

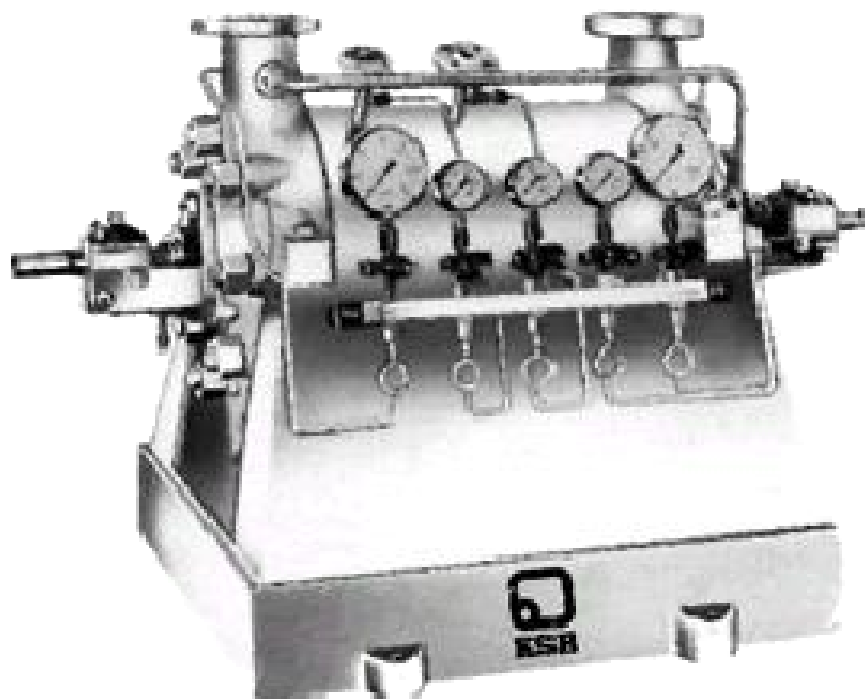
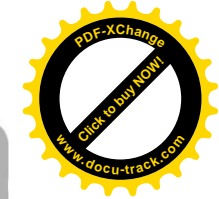
Tamanho	Consultar manual
Vazão	Q 90 m ³ /h
Head	H 415 mca
Temperatura	t -15 a 120 °C
Rotação	n 3600 rpm

Aplicações:

- Abastecimento de água potável e pública
- Irrigação
- Pressurização de redes
- Sistemas de filtragem e lavagem
- Combate a incêndio
- Banhos desengordurantes, alcalinos
- Osmose reversa
- Circulação de óleo térmico
- Circulação de Condensado.



KSB HDA / HDB



(BB4)

Tamanho	DN mm	40 a 150
Vazão	Q m ³ /h	até 580
Altura Manométrica	H m	até 1400
Pressão Descarga	p bar	até 135
Temperatura	t °C	230
Rotação	n RPM	até 5500

Alimentação de caldeiras, centrais termo-elétricas, reinjeção de água produzida em instalações de pressão ou decapagens



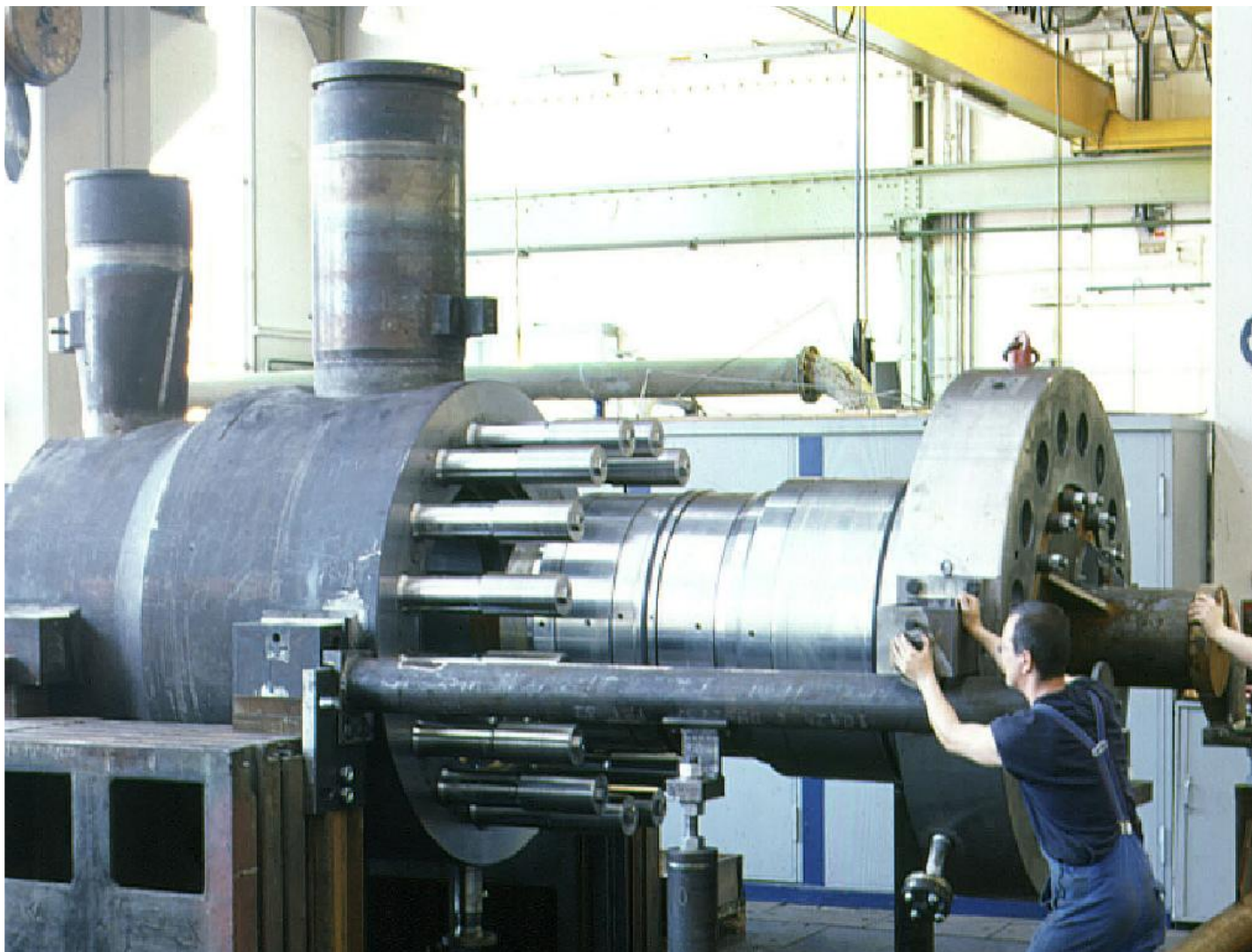
Aplicações:

- Plataformas e Refinarias
- Centrais termoelétricas
- Reinjeção de água produzida
- Processos de Decapagem

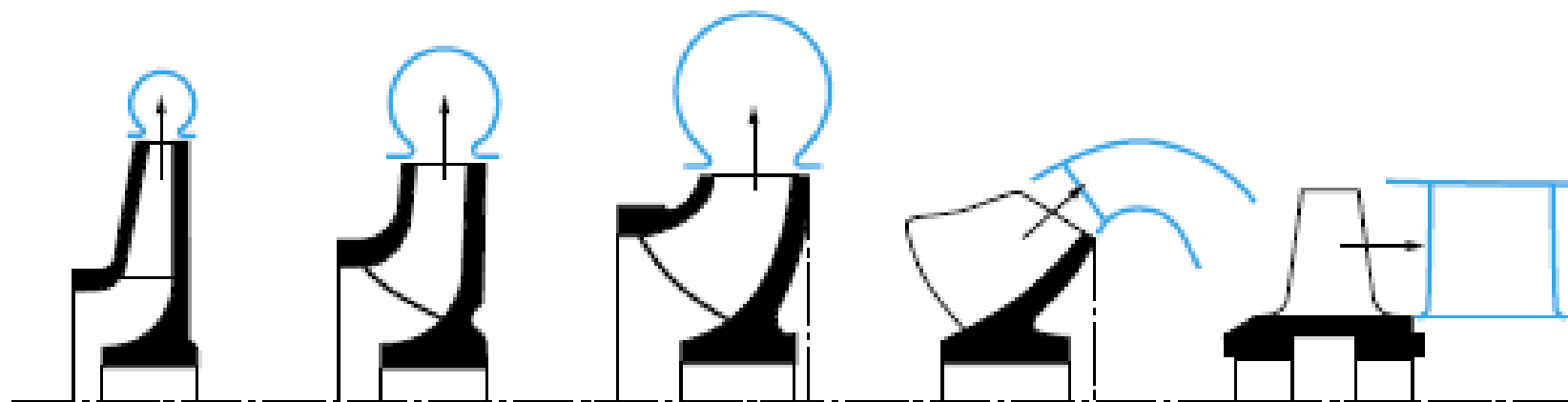
Bomba centrífuga horizontal tipo barril, montada na linha de centro, múltiplos estágios em cartucho entre mancais.



KSB CHTR – conf. API 610 – 10th



QUAL ESCOLHER ?



High head
impeller

Medium head
impeller

Low head
impeller

Mixed flow
impeller

Axial flow
propeller

n_q up to 25

up to 40

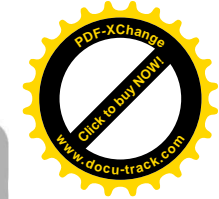
up to 70

up to 160

140 to 400 rpm

Approximate reference values:

n_q up to approx. 25	Radial high head impeller
up to approx. 40	Radial medium head impeller
up to approx. 70	Radial low head impeller
up to approx. 160	Mixed flow impeller
approx. from 140 to 400	Axial flow impeller (propeller)



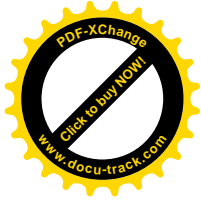
Critérios de Seleção

- **Fluido**
 - **Temperatura**
 - **pH**
- **Sólidos em suspensão**
- **Velocidade Periférica**
- **Cavitação**
- **Pressão**





VELOCIDADE ESPECÍFICA



$$Nq = \frac{n \sqrt{Q_{opt}}}{H^{3/4}}$$

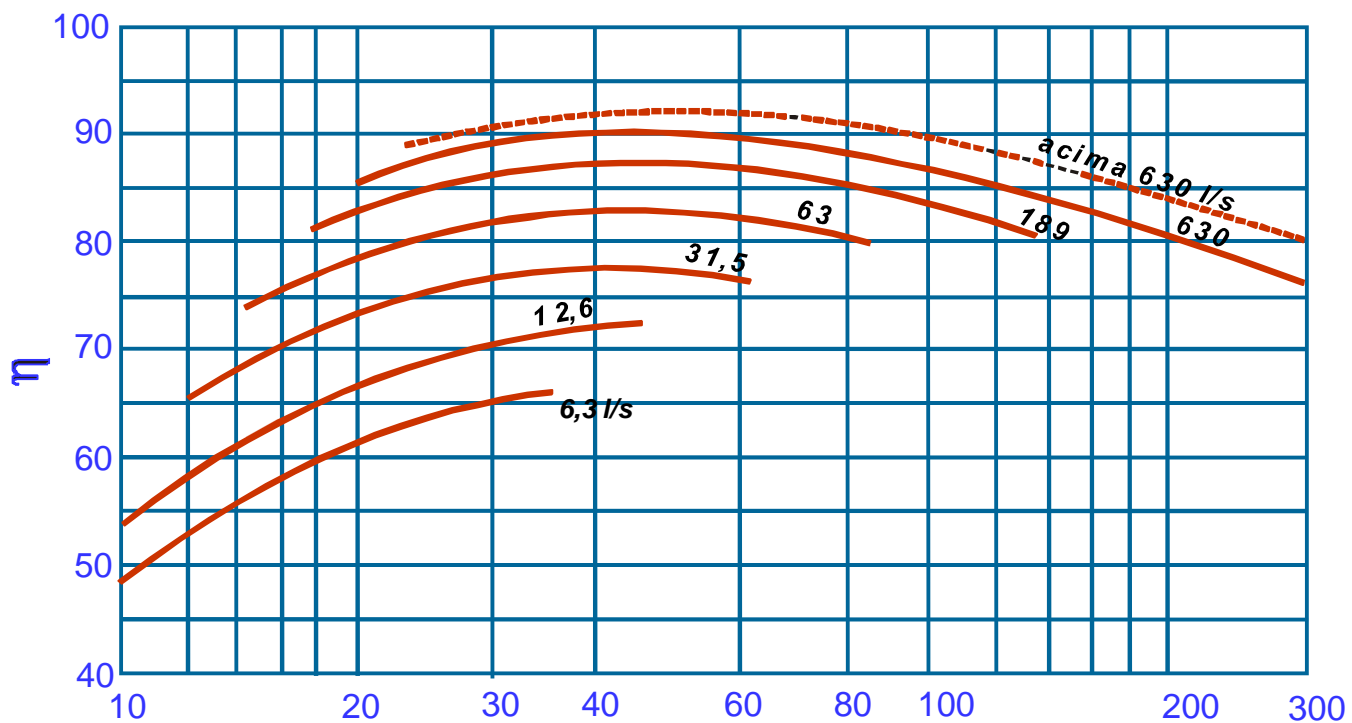
 Vazão (m³/s)

 Altura manométrica (m)

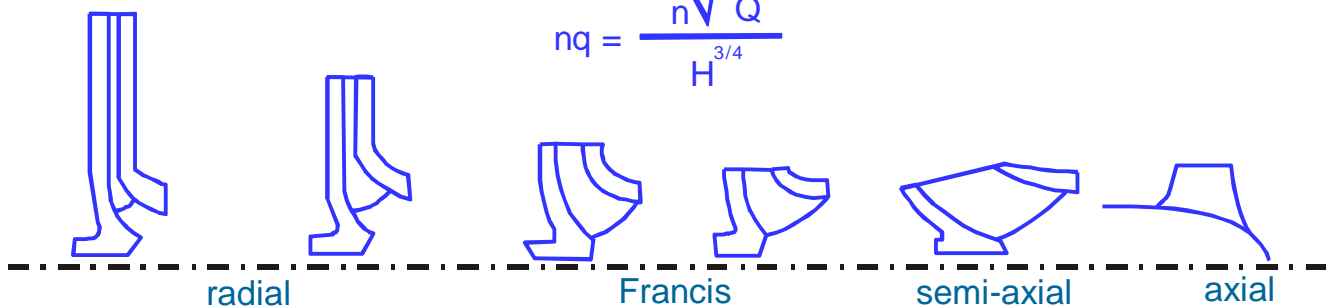
 Rotação (rpm)

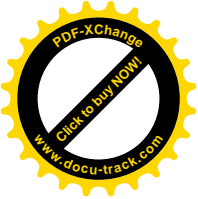


BOMBAS x EFICIÊNCIA

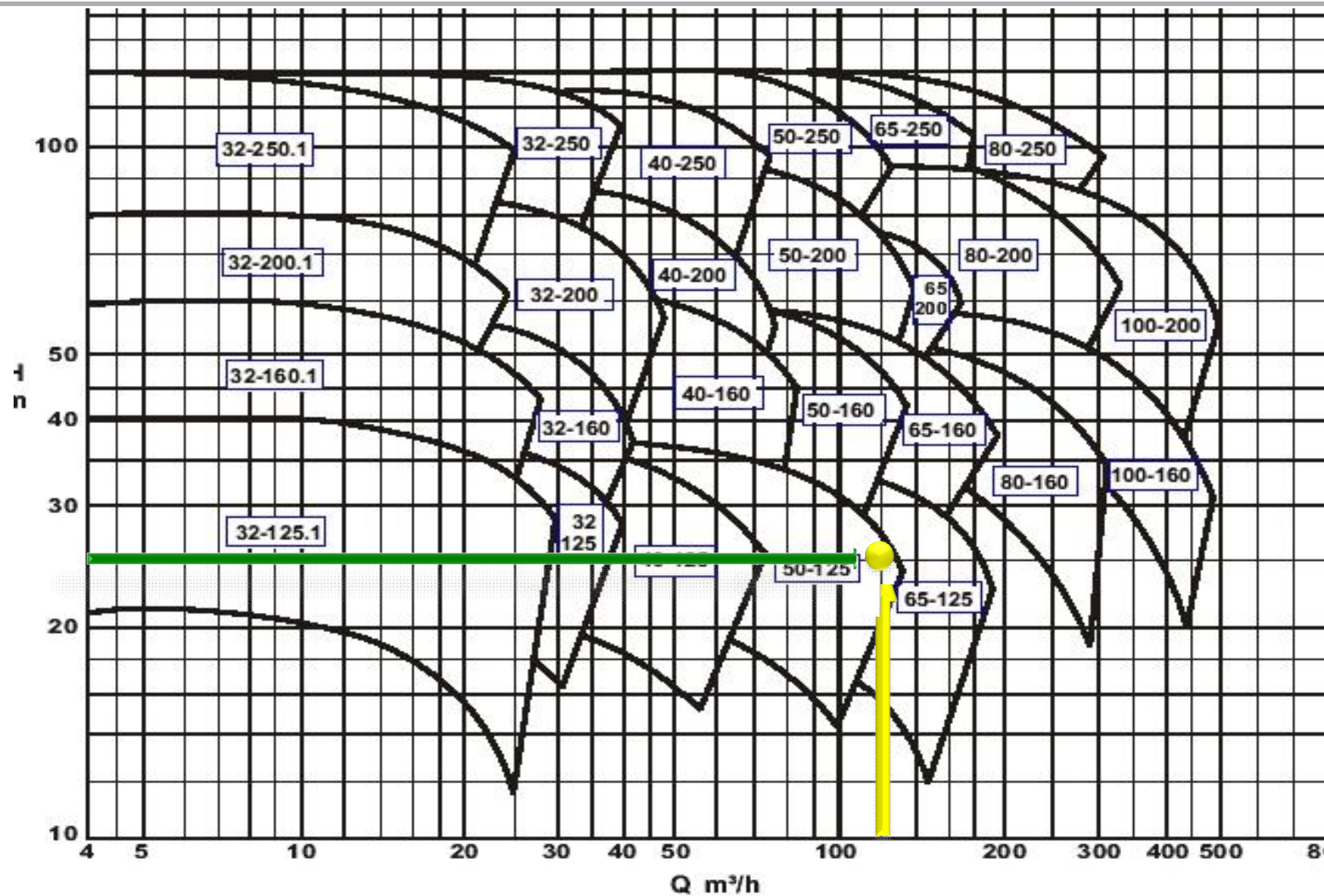


$$\eta_q = \frac{n\sqrt{Q}}{H^{3/4}}$$



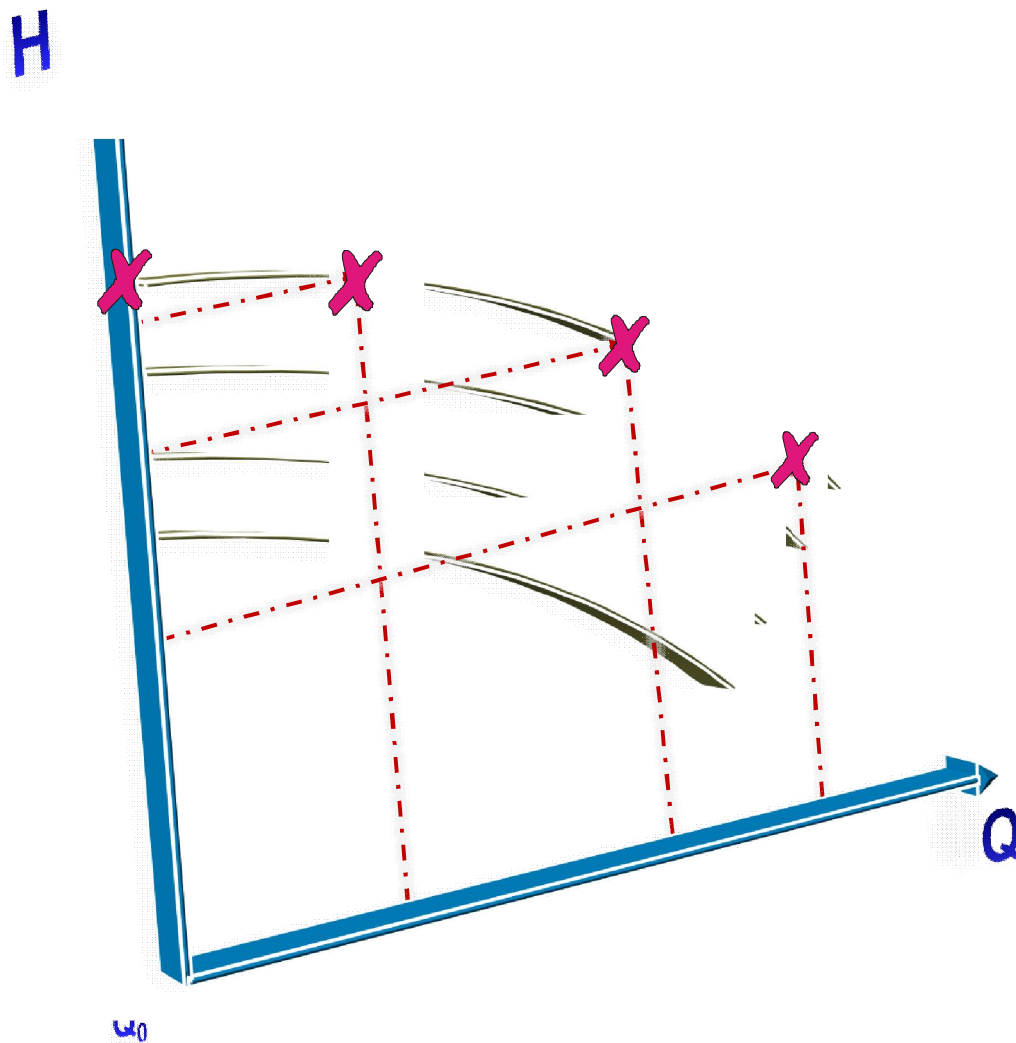
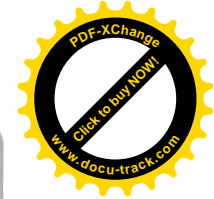


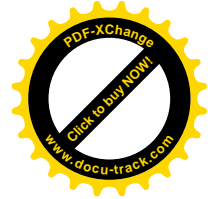
CAMPO DE APLICAÇÃO





QUAL ESCOLHER ?

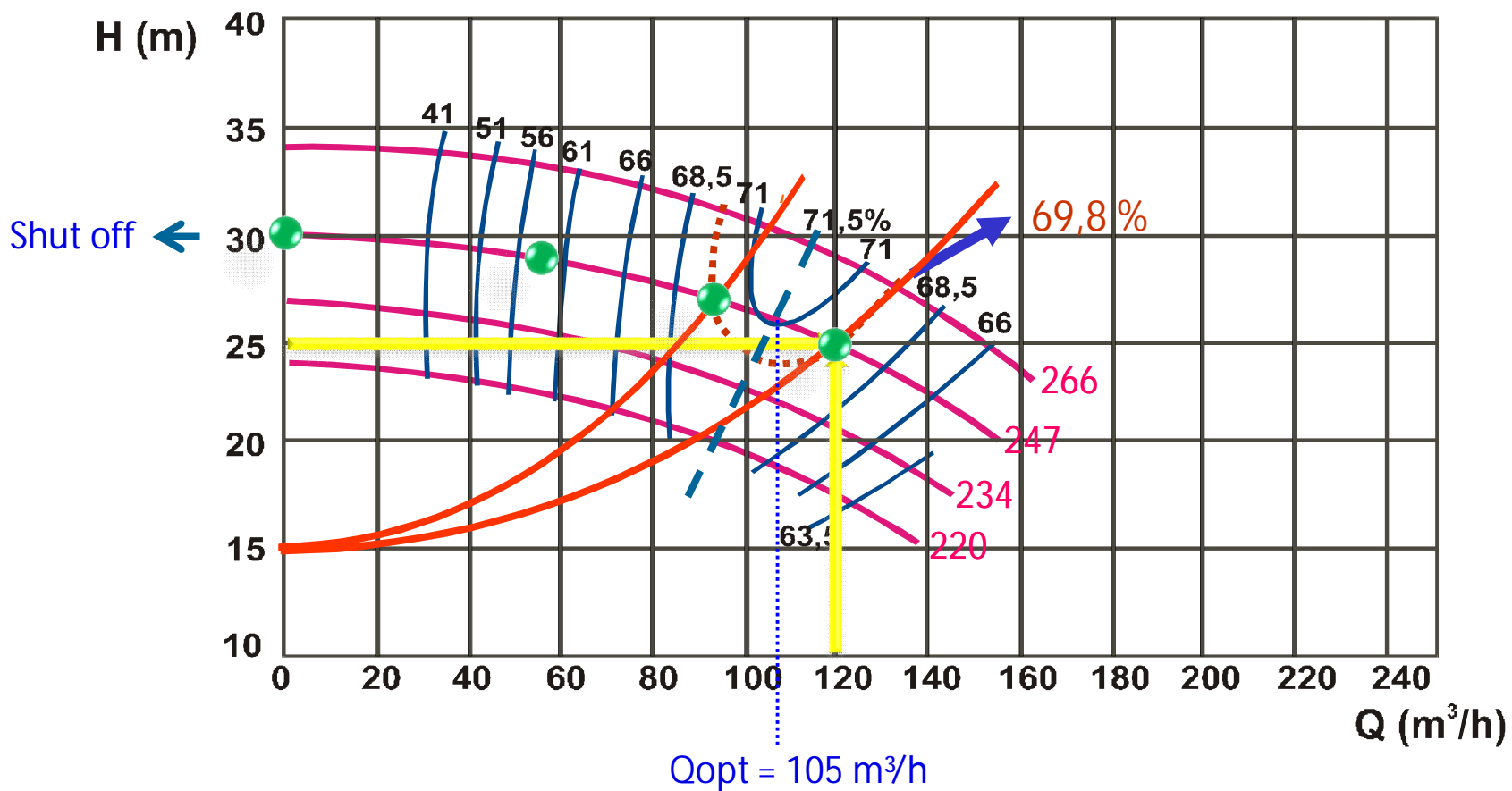


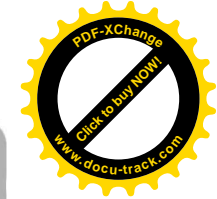


SELECIONANDO PONTO DE TRABALHO



$Q = 120 \text{ m}^3/\text{h} \times H = 25 \text{ m}$





- Líquido Penetrante
- Hidrostático - (MAWP – depende do material)
- Performance
 - temperatura
 - Vibração
 - ruído
- NPSH req
- String
- Streep





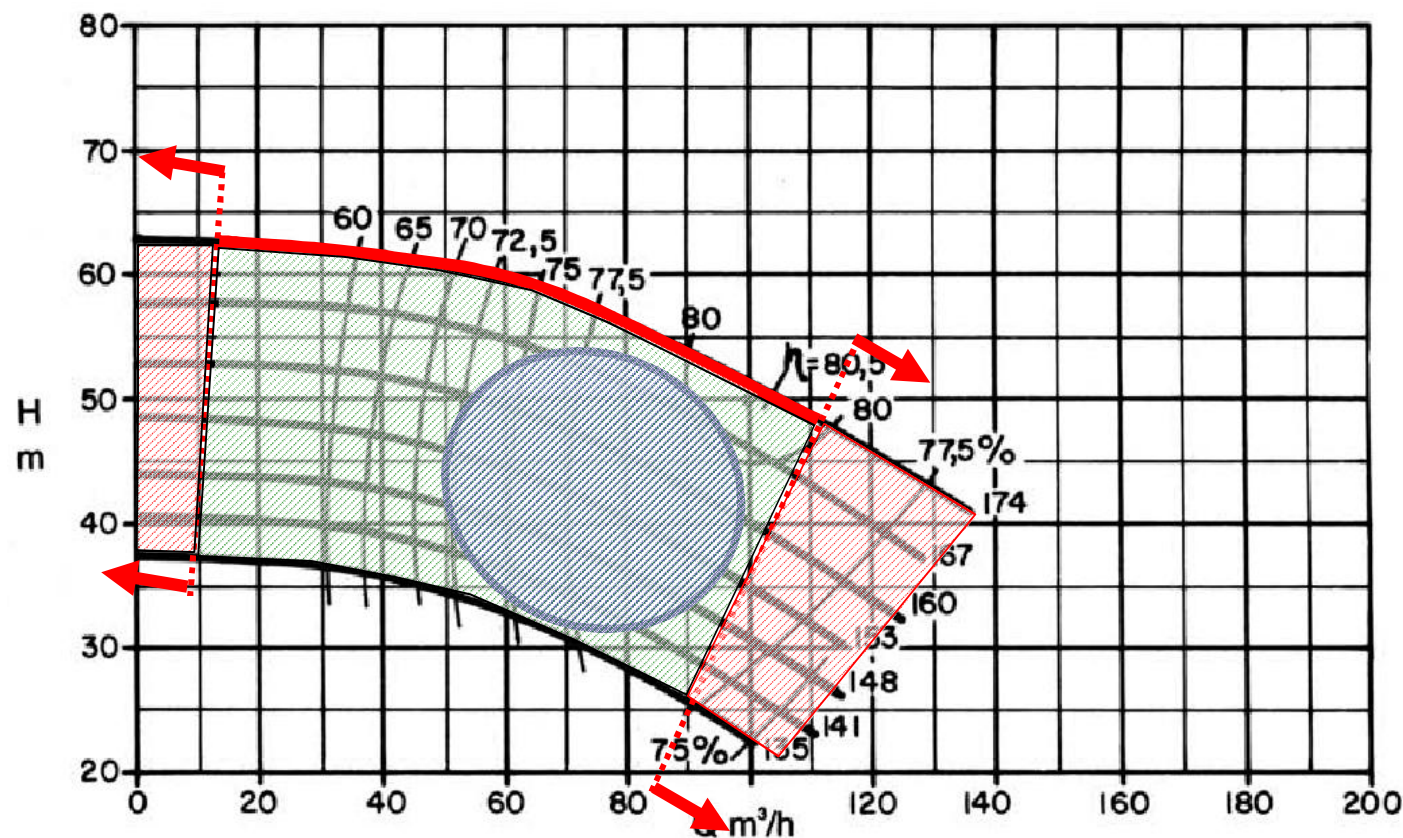
CUIDADOS NA SELEÇÃO



região não recomendada

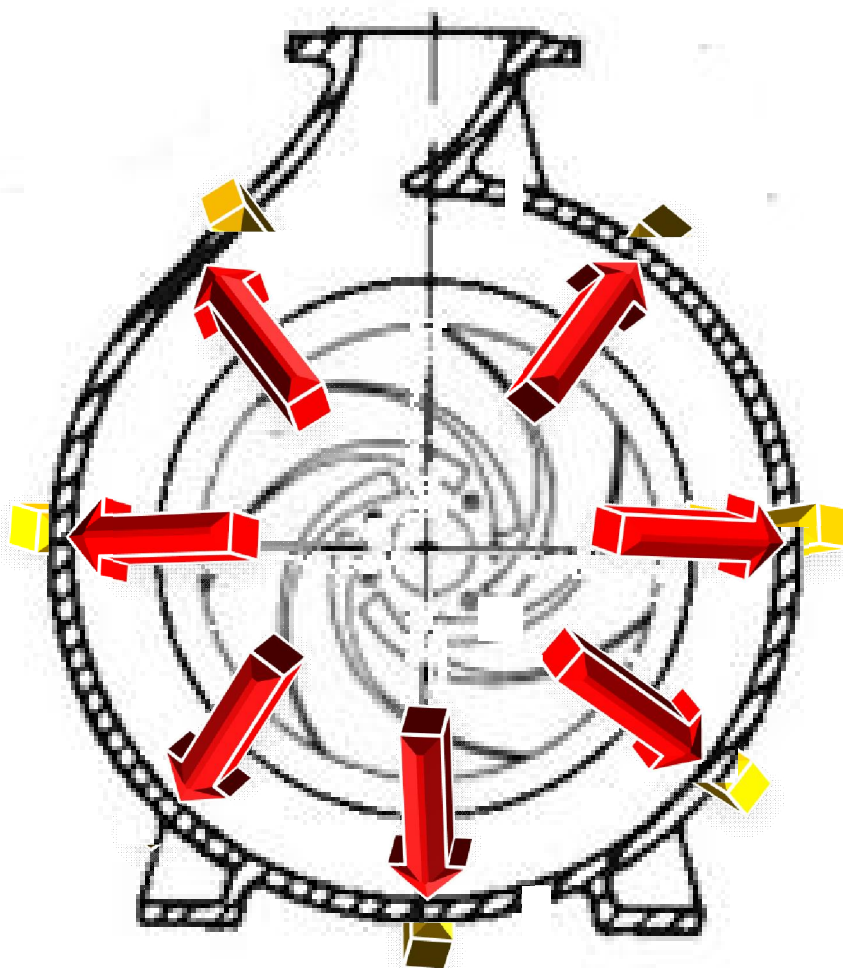
região recomendada

região ideal



HYDRAULIC INSTITUTE – qualquer ponto dentro da região recomendada

API 610 10ª ed. – faixa compreendida entre 0,7 e 1,2 da Qoptima



CONSIDERAÇÕES:

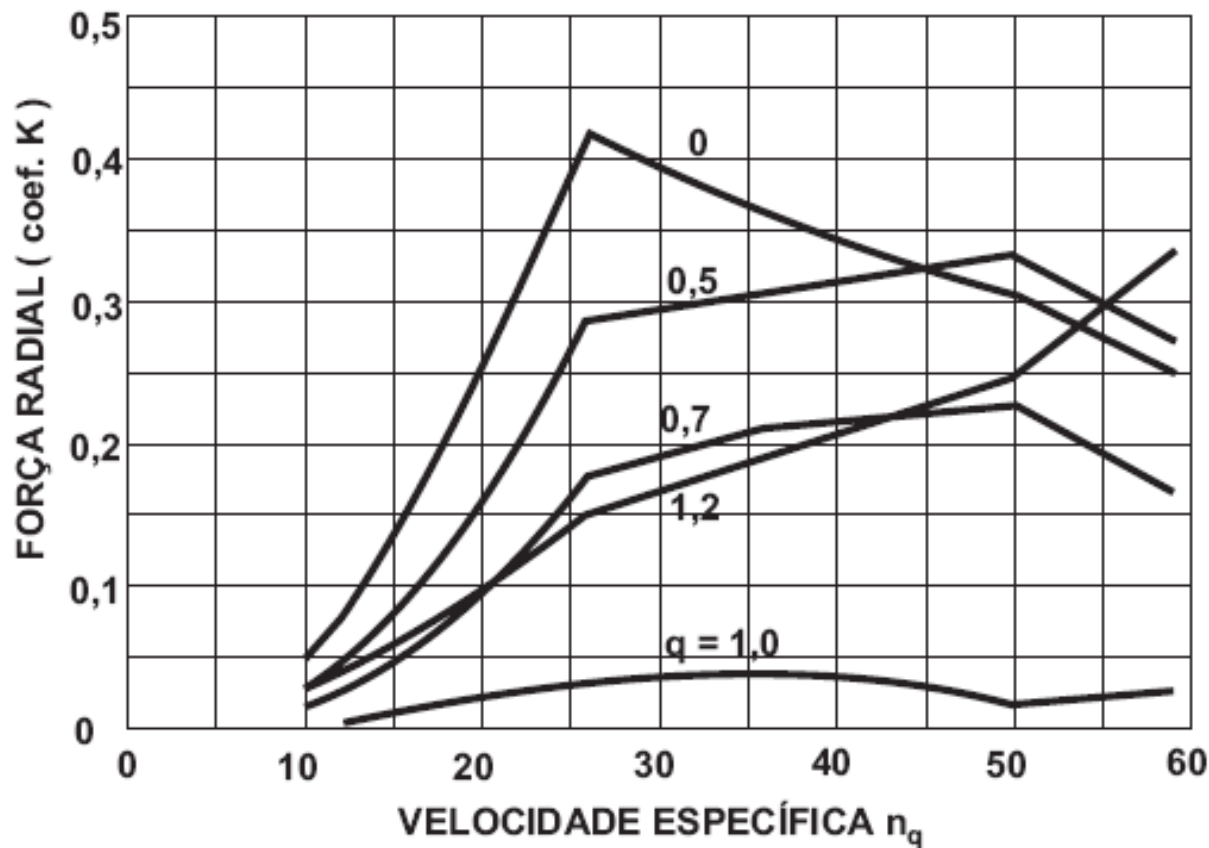
Estáticos – variação da magnitude relacionada ao “H”, direção inalterada

Não Estáticos – Causado pela frequência do nº de pás do rotor versus rpm.

Maior ocorrência em bombas com difusor em baixas vazões



EMPUXO RADIAL



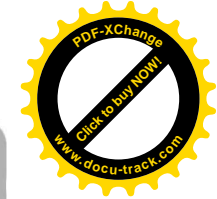
$$R = K \cdot \rho \cdot g \cdot H \cdot D \cdot B$$

onde:

- R = força radial
- K = coef. de força radial
- ρ = dens. do líq. bombeado
- g = acel. da gravidade
- H = altura total
- D = diâmetro do rotor
- B = largura da descarga do rotor



LEIS DA SIMILARIDADE



ROTAÇÃO

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{n}{n_1}$$

$$\frac{H}{H_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^2$$

$$\frac{P}{P_1} = \left(\frac{n}{n_1} \right)^3$$

DIÂMETRO

$$\frac{Q}{Q_1} = \frac{D}{D_1}$$




$$\frac{H}{H_1} = \left(\frac{D}{D_1} \right)^2$$

$$\frac{P}{P_1} = \left(\frac{D}{D_1} \right)^3$$



VELOCIDADE ESPEC. DE SUCÇÃO



-  Vazão (gpm)
-  NPSH req (feet)
-  Rotação (rpm)

$$N_{qs} = \frac{n \sqrt{Q_{opt}}}{NPSH_r^{3/4}}$$

Caso o cálculo tenha sido feito em unidades métricas, multiplicar por 51,64

Condições API

610 10ª ED.:

$$N_{qs} < 11\ 000$$

$$NPSH_r = Q_{BEP}$$

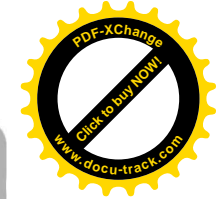
Condições HI:

$$N_{qs} < 13\ 000$$

$$NPSH_r = Q_{BEP}$$



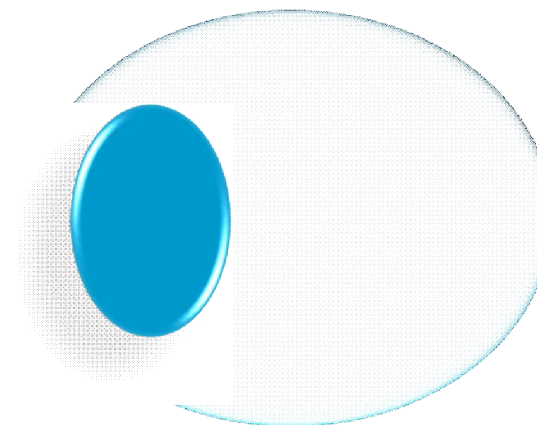
CAVITAÇÃO



Intensa formação de bolhas de vapor na zona de baixa pressão e posterior colapso destas bolhas na região de alta pressão.

CONSEQÜÊNCIAS DA CAVITAÇÃO

- **Barulho e vibração**
- **Alteração na performance da bomba**
- **“Pitting” das palhetas do rotor**





CAVITAÇÃO





NPSH



N



NET

P



POSITIVE

S



SUCTION

H



HEAD



DISPONÍVEL

≥

REQUERIDO



CÁLCULO DO NPSH DISPONÍVEL

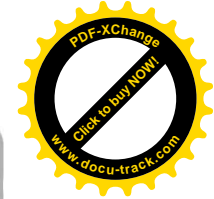


Fase de projeto

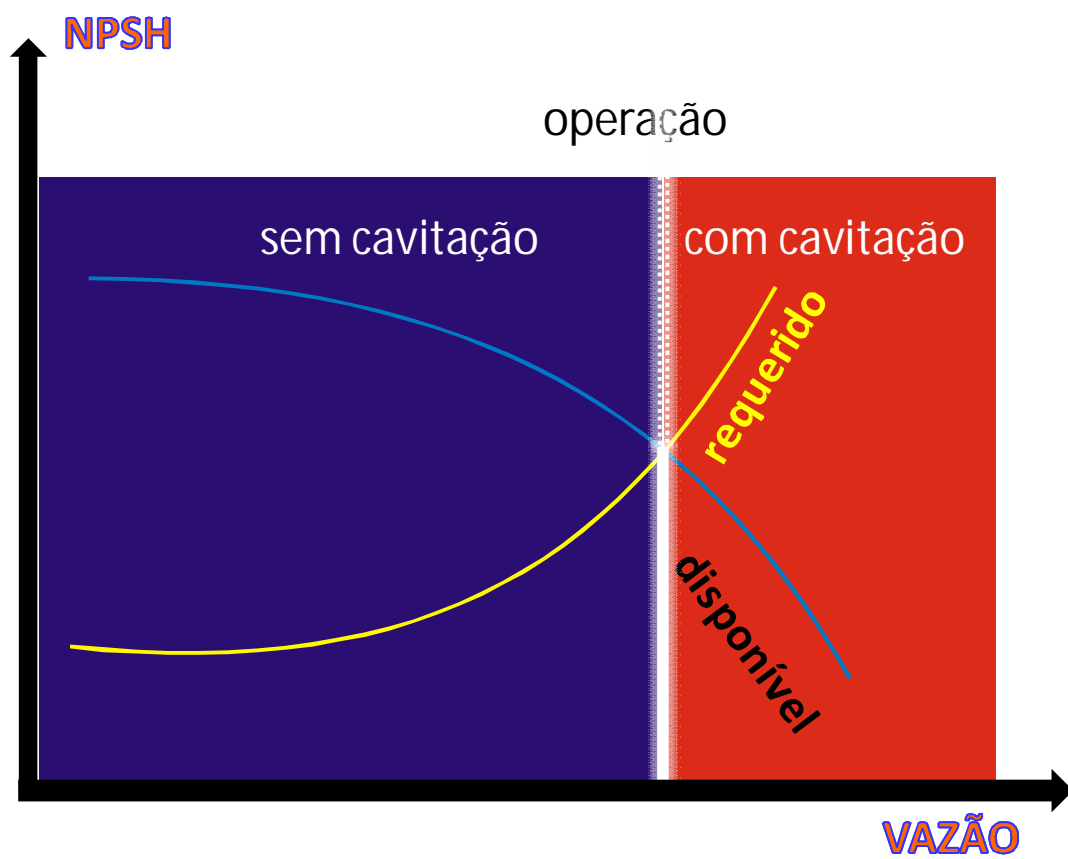
CONVERSÃO EM mca

$$\text{NPSH disp} = \frac{\text{Prs} + \text{Patm} - \text{Pv}}{\gamma} \times 10 \pm \text{Hgeos} - \text{Hp}$$

Annotations:
 - $\text{Prs} + \text{Patm} - \text{Pv}$ is labeled kgf/cm^2
 - γ is labeled kgf/dm^3
 - The result of the division is labeled m
 - Hgeos is labeled m
 - Hp is labeled m
 - A green arrow points from the text "CONVERSÃO EM mca" to the $\times 10$ multiplier.



DISPONÍVEL x REQUERIDO



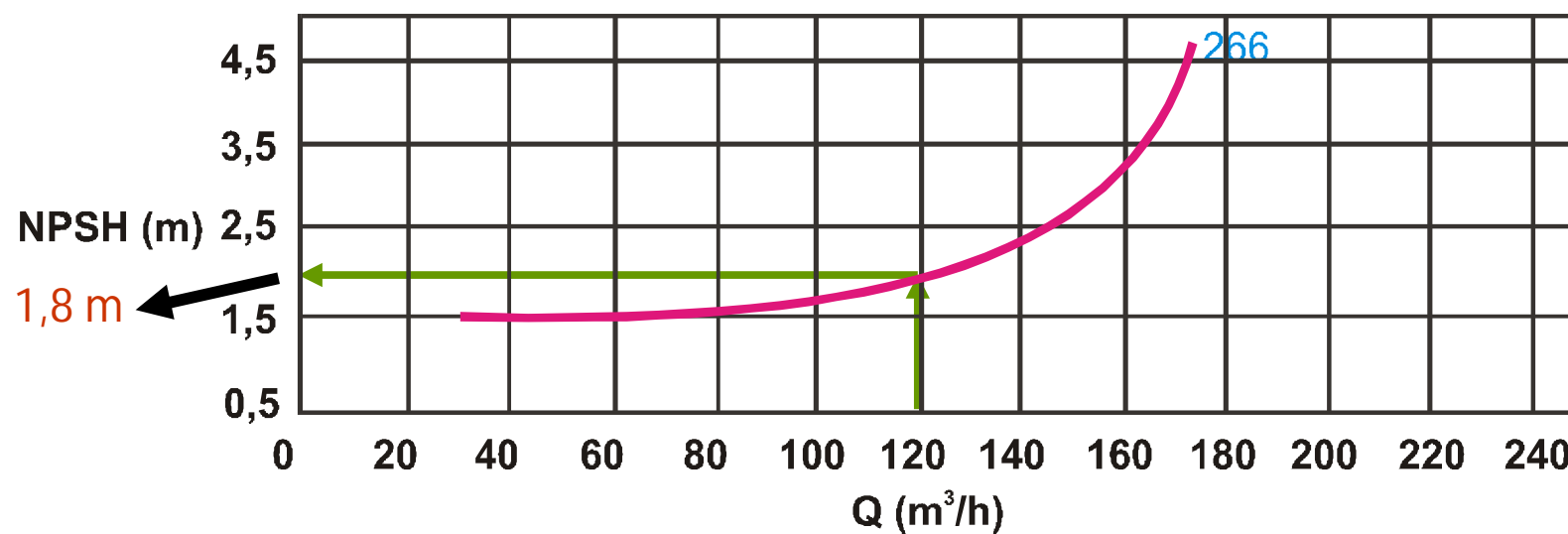
$NPSH_d > 15\% NPSH_r$,
Mínimo: $>0,5$ metros.



NPSH REQUERIDO



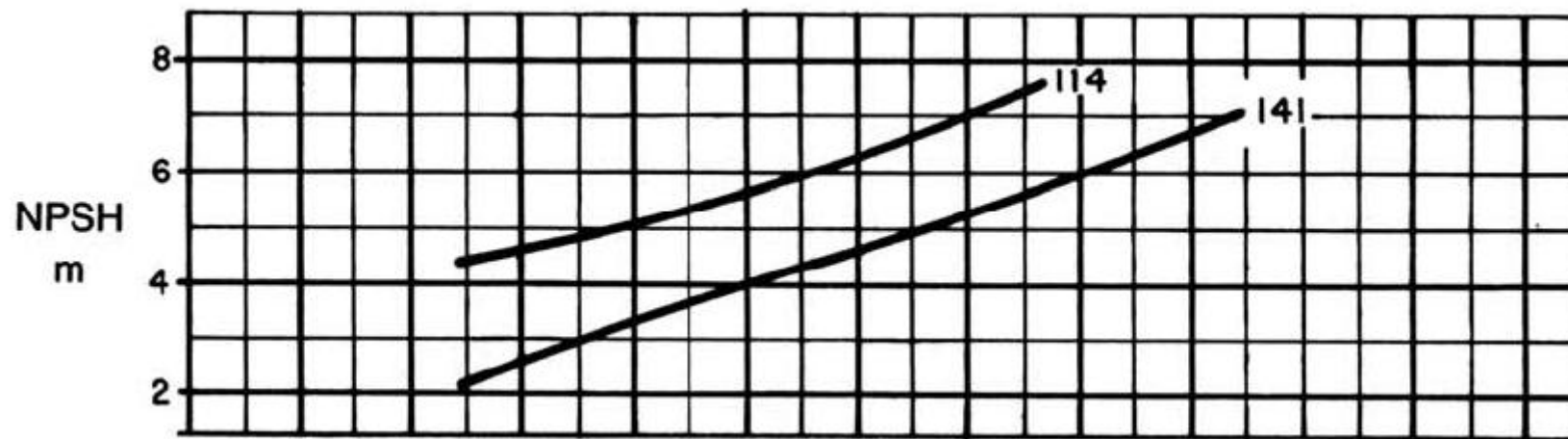
$Q = 120 \text{ m}^3/\text{h}$

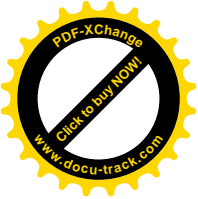


Recomenda-se acrescentar 0,5 m ao valor do NPSH req. na curva da bomba



O QUE FAZER NESTE CASO ?





PRESSÃO X TEMPERATURA

