



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DE MINAS GERAIS**

**Docente: Rildo Afonso de Almeida**

**Máquinas Térmicas e Hidráulicas**



# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

## 1. Elementos Construtivos de uma Turbobomba:

\* Principais { - Rotor; Difusor (carcaça-caracol).

\* Complementar { -Eixo; - Anéis de desgaste; - Caixa Gaxeta e Selo Mecânico;  
- Rolamentos; - Acoplamentos; - Base da Bomba.



## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

Eixo =  $P_{\text{Motor}}$  = Rotor da Bomba.

Caixa Gaxeta = Impede que o líquido vaze para fora da bomba onde o eixo atravessa a carcaça.

-Para pressões sucção + = Evita escapamento do líquido.

-Para pressões sucção - = Impede entrada de ar na bomba.

Rolamentos: Mantém o eixo e o rotor alinhados.

## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

Anéis de desgaste (junta de vedação) = Impedem o retorno de líquido da descarga para a sucção.

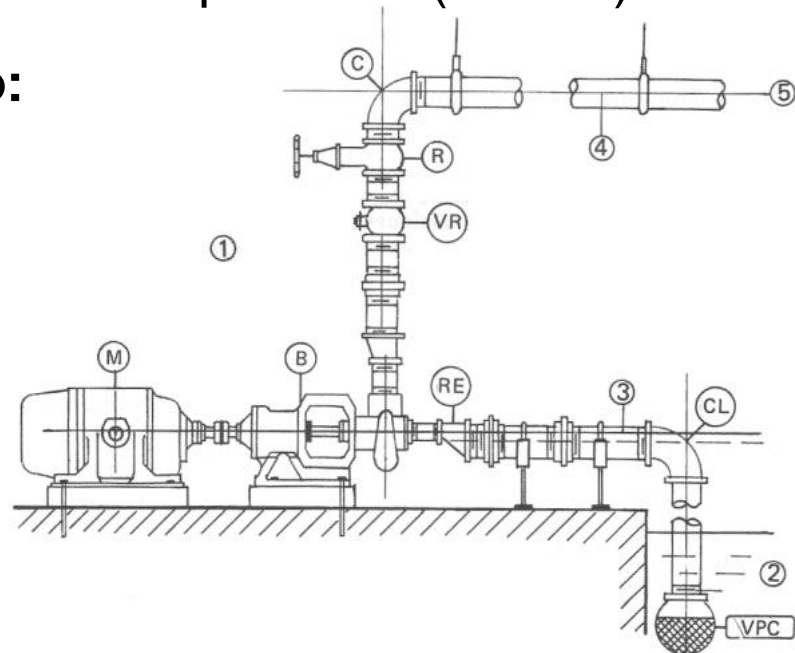
Acoplamentos: União da bomba a seu acoplamento ( motor ).

### 2. Instalações de Bombeamento:

#### 2.1- Casa de Máquinas:

M - Motor de acoplamento;

B - Bomba.



# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

## (1) Casa das Bombas

(M) – Motor de acionamento;

(B) – Bomba.

## (2) Poço, manancial ou reservatório de sucção

## (3) Linha de sucção

(VPC) – Válvula de pé com crivo;

(CL) – Curva longa de 90°;

(RE) – Redução excêntrica.

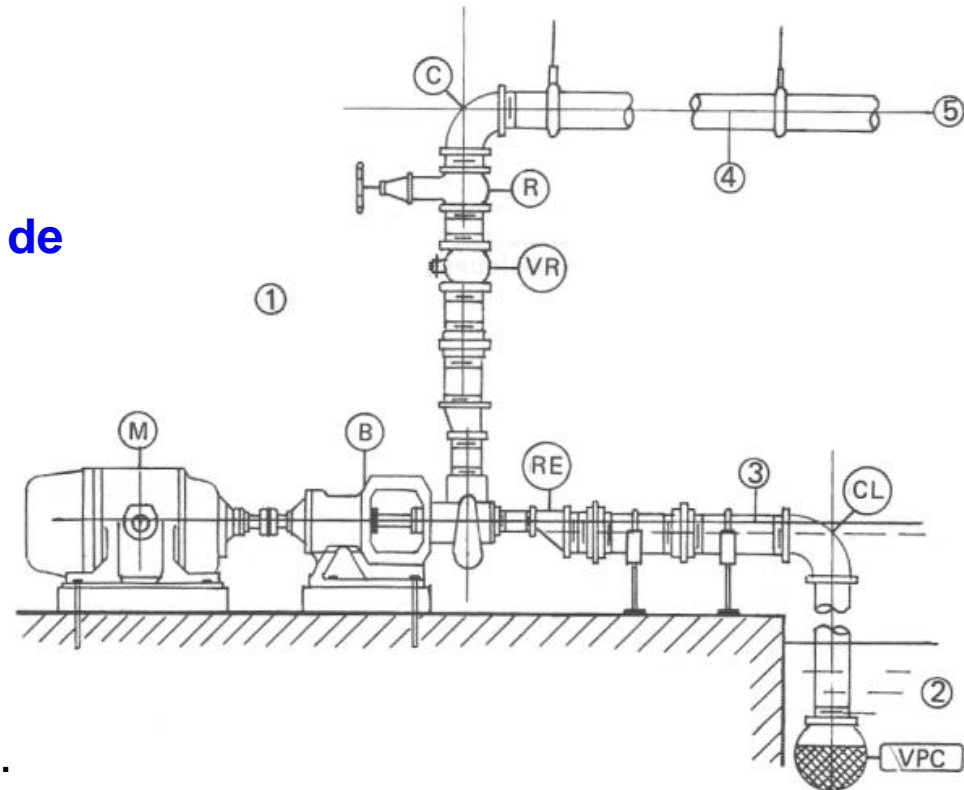
## (4) Linha de recalque

(VR) – Válvula de retenção;

(R) – Registro;

(C) – Curvas ou joelhos (ou cotovelos).

## (5) Reservatório de recalque





## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

- (1) **Casa das bombas (1)**: edificações próprias destinadas a abrigar o conjunto motorbomba.
- (2) **Motor de acionamento (M)**: órgão encarregado do acionamento da bomba, podendo ser: - Um motor elétrico; - Um motor de combustão interna (a gasolina ou diesel); - Uma turbina hidráulica ou a gás; - Uma tomada de força qualquer (de tratores, por exemplo).



## **ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA**

A escolha do órgão de acionamento depende de vários fatores, conforme veremos, em maiores detalhes, oportunamente. A guisa de informação, entre outros, podemos citar:

- A disponibilidade e o custo da energia;
- O grau de mobilidade desejado;
- Segurança e comodidade operacional.



## **ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA**

Em linhas gerais, contudo, a conjugação ou soma dos principais fatores provocam, na maioria dos casos, uma tendência para o uso dos motores elétricos. São causas desta tendência, entre outras:

- A vida mais longa dos motores elétricos;
- A maior segurança e comodidade operacional (os motores elétricos não provocam poluição local);
- Custo de manutenção mais baixo.





## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

**Bomba (B):** Órgão encarregado de succionar o fluido, retirando-o do reservatório de sucção e energizando-o através de seu rotor o que impulsiona-o para o reservatório de recalque.

**Válvula de pé com crivo (VPC):** Instalada junto ao pé da tubulação de sucção, é uma válvula unidirecional que só permite a passagem do fluido no sentido ascendente e que, com o desligamento do motor de acionamento, mantém a carcaça da bomba e a tubulação de sucção cheia do fluido recalcado, impedindo o seu retorno ao reservatório de sucção.



## **ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA**

Diz-se, nestas circunstâncias, que a válvula de pé com crivo mantém a bomba escorvada (carcaça da bomba e tubulação de sucção cheia de fluido).

O posicionamento desta válvula no reservatório inferior deverá impedir tanto a sucção de partículas sólidas depositadas no fundo do poço, bem como evitar que, com o funcionamento, seja a mesma descoberta, passando a bomba a aspirar ar.



## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

**Redução excêntrica (RE):** Redução que liga o final da tubulação de sucção à boca de entrada da bomba, de diâmetro, normalmente, menor. Com a excentricidade visa-se evitar a formação de bolsas de ar, à entrada da bomba, o que estrangula a secção de entrada e dificulta o funcionamento normal da bomba. São dispensáveis em instalações com linhas de sucção de pequeno diâmetro, acontecendo, normalmente, em instalações com diâmetro de sucção superiores a 4" (4 polegadas).



## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

**Válvula de retenção (VR):** Válvula também unidirecional instalada à saída da bomba e antes do registro de recalque. Tem as seguintes funções:

- Impedir que o peso da coluna de recalque seja sustentado pelo corpo da bomba, pressionando-o e provocando vazamento no mesmo.
- Impedir que, com um defeito na válvula de pé e entrando a tubulação de recalque por baixo do reservatório superior, haja o refluxo do fluido, fazendo a bomba funcionar como turbina e assim, com o disparo do rotor, atingir velocidades perigosas, provocando danos na bomba.



## **ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA**

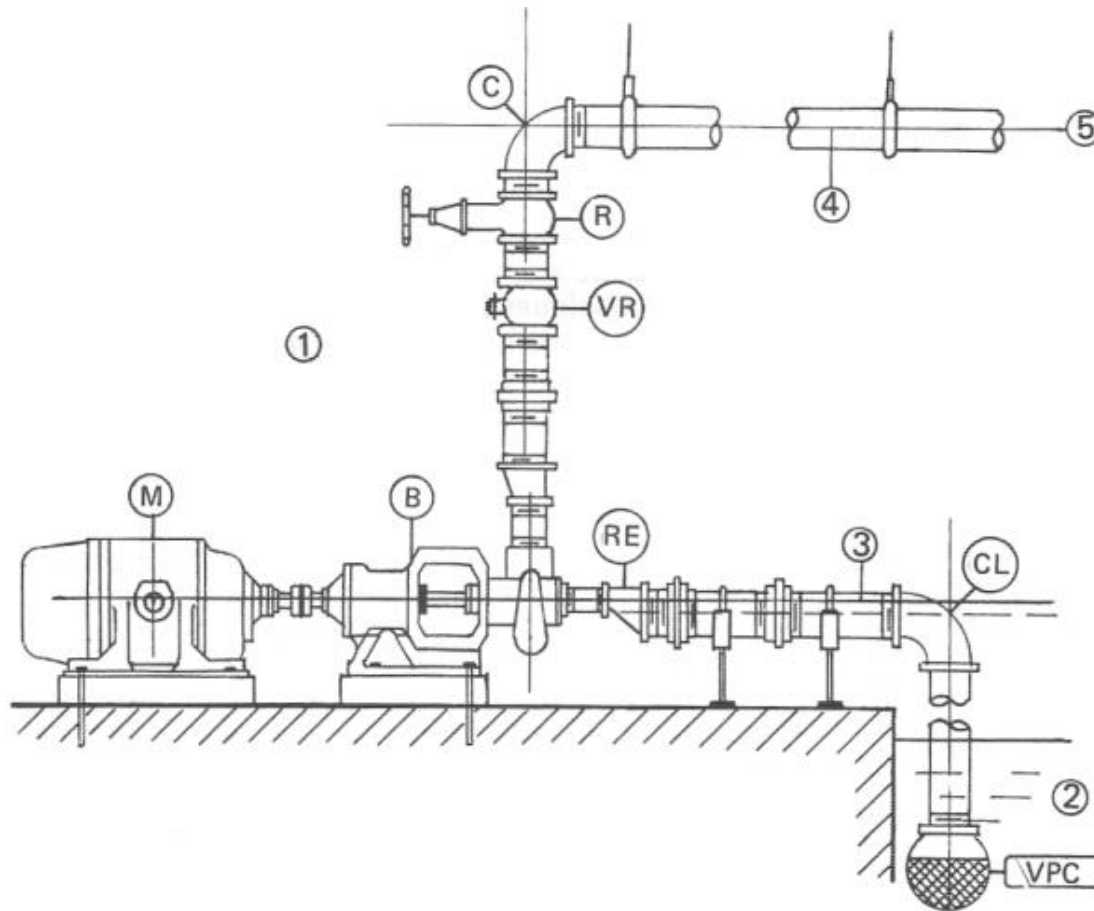
- Possibilitar, através de um dispositivo chamado “by-pass”, a escorva automática da bomba, evidentemente, após se ter sanado o defeito da válvula de pé que provocou a perda da escorva.



## ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

**Registro de recalque (R):** Acessório destinado a controlar a vazão recalçada, através do seu fechamento e abertura. Deve vir logo após a válvula de retenção e tem tipos diferentes sendo, entretanto, o registro de gaveta o mais comum. Além dos acessórios descritos, outros, dependendo do tipo e importância da instalação, serão necessários. Entre estes podemos mencionar as ventosas (para retirada do ar das tubulações) e as válvulas anti-golpe de aríete.

# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

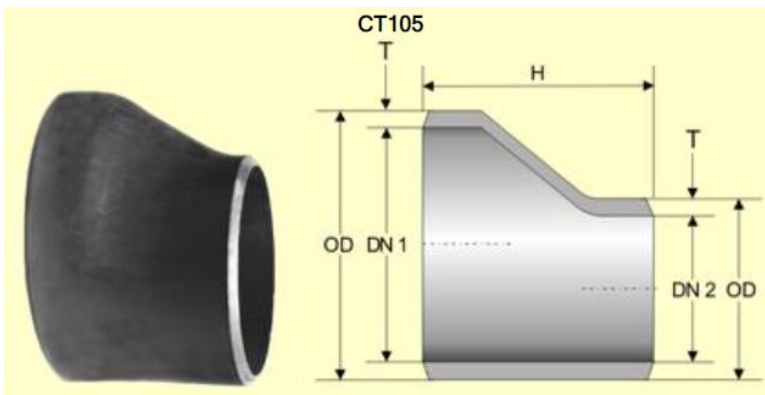


# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

## 2.2- Tubulação:

Sucção: {  
 - VPC = Válvula de pé e crivo;  
 - CL = Curva longa;  
 - RE = Redução excêntrica (> 4 in).

Recalque: {  
 - VR = Válvula de retenção;  
 - R = Registro;  
 - C = Curvas.







# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

## 3. Grandezas Relevantes na Seleção de Bombas:

$Q$  – Vazão a ser recalçada.

$H_{\text{man}}$  – Altura Manométrica.

$Q$  – depende de:

- Consumo diário da instalação;
- Jornada de trabalho;
- Número de bombas associadas em paralelo.



# ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DE UMA TURBOBOMBA

## 3. Grandezas Relevantes na Seleção de Bombas:

$H_{man}$  :

-Quantidade de energia que deve ser obtida por 1 Kg de fluido que atravessa a bomba.

**Essa energia deve:**

- Vencer o desnível dessa instalação;
- Vencer a diferença de pressão entre os dois reservatórios;
- Vencer perdas na linha;
- Vencer as diferenças de energias cinéticas na bomba.



## **Importância da altura manométrica de recalque**

Sem essa referência não se saberá a capacidade que a bomba de água precisará ter para transferir o líquido para o reservatório final. O equipamento deverá ter energia e potência suficientes para vencer o desnível geométrico, manter boa vazão e pressão do volume de água transportado.



## Importância da altura manométrica de recalque

Dessa forma, é preciso conhecer bem outras distâncias. Usando as referências hidráulicas nesse tipo de projeto para captação e transporte de água, as seguintes medidas devem ter total precisão:

- **Altura de sucção** – é medida em metros, e se trata da distância entre a ponta do tubo de sucção até o bocal da motobomba.
- **Altura de recalque** – é medida em metros, e se trata da distância entre o bocal de sucção da bomba de água até a saída da tubulação de descarga.



## **Importância da altura manométrica de recalque**

A diferença dessas duas para altura manométrica, é que esta considera todos os desníveis de uma ponta a outra, os atritos da tubulação, as perdas a cada desvio das conexões.



## Como calcular altura manométrica de recalque

Esse nível de detalhamento, evidentemente, se chega através de cálculos específicos. Para fins de conhecimento, veja a fórmula que define a altura manométrica total:

$$H = \frac{p_d - p_s}{\gamma} \times 10 + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} + H_{geo} + H_p$$

Onde:

- $p_d$  é a pressão no reservatório de descarga
- $p_s$  é a pressão no reservatório de sucção
- $\gamma$  é o peso específico do fluido
- $v_d$  é a velocidade no reservatório de descarga
- $v_s$  é a velocidade no reservatório de sucção
- $g$  é a aceleração da gravidade
- $H_{geo}$  é a altura geométrica
- $H_p$  é perdas de carga
- E sempre é utilizada a constante 10, para que os ajuste se adequem ao sistema.



## Como calcular altura manométrica de recalque

Esse nível de detalhamento, evidentemente, se chega através de cálculos específicos. Para fins de conhecimento, veja a fórmula que define a altura manométrica total:

$$H = \frac{p_d - p_s}{\gamma} \times 10 + \frac{v_d^2 - v_s^2}{2g} + H_{\text{geo}} + H_p$$

### Equação de Darcy-Weisbach-Gleichung

$$\Delta H = f \frac{L}{D} \frac{V^2}{2g}$$

$f$  = Diagrama de Moody para  $Re > 4000$  (regime turbulento)

$f = 64/Re$ , para  $Re < 2000$  (regime laminar)

## Exercícios

1. Calcular as grandezas relevantes ( $H_{\text{man}}$ ,  $Q$ ) para uma<sub>(s)</sub> bomba<sub>(s)</sub> destinada ao abastecimento de água de uma pequena comunidade com as seguintes características:

- População atual: 5000 Hab.
- Previsão de crescimento: Praticamente nulo.
- Matadouros de grande porte: 3 (10 cabeças/ dia x Matadouro ).
- Hospital: 2 (40 leitos / cada )- 1 paciente por leito.
- Fábricas: 3 (100 operários/ fábrica ).
- Jardins: 8000 m<sup>2</sup>. - Viscosidade cinemática da água:  $\nu_{\text{H}_2\text{O}} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ .
- Desnível Geométrico: 30 m. - Tubulação de aço galvanizado:  $\varepsilon = 0,15 \text{ mm}$
- Tubulação de sucção: 

Ds = 125 mm ( 5" )	{	<ul style="list-style-type: none"><li>- Ls = 400 m;</li><li>- 1 VPC;</li><li>- 1 cotovelo 90° raio longo.</li></ul>
--------------------	---	---



## Exercícios

### Continuação

- Tubulação de recalque:  $D_r = 100 \text{ mm (4" )}$ 
  - Lr = 40 m;
  - 1 Registro Gaveta Aberto-RGA;
  - Válvula de Retenção Tipo Leve- VRTL;
  - 4 cotovelo  $90^\circ$  raio médio;
  - 4 cotovelo  $45^\circ$
- Jornada de Trabalho da Bomba = 8 h / dia.
- Adote: Margem de Segurança = 10%. (somente na vazão)
- Reservatórios abertos
- Rendimento das Bombas = 80%.

$$\frac{150 \text{ L}}{\text{dia}} \leq \text{consumo por habitante} \leq \frac{300 \text{ L}}{\text{dia}}$$



## Exercícios

**2)** Determinar os condutores alimentadores para as unidades de motores bombas necessários para o abastecimento de uma pequena comunidade de crescimento nulo e com as seguintes características:

- População atual: 3000 habitantes,
- Escolas externato: 1 (250 alunos),
- Jardins em geral: 2500 m<sup>2</sup>,
- Matadouro de pequeno porte: 1 (15 cabeças abatidas /dia),
- Templos: 1 (230 lugares),
- Fabricas em geral: 2 (55 operários por fábrica),
- Mercado: 1 (590m<sup>2</sup>),
- Hospital: 1 ( 15 leitos -1 paciente/leito),



## Exercícios

Características da tubulação se sucção: Ferro galvanizado -  $D_s = 5''$  (125 mm),  $L_s = 20$  m.

- 1 Válvula de pé e crivo.
- 3 cotovelos  $90^\circ$  raio longo.
- 2 cotovelos  $45^\circ$ .

Características da tubulação de recalque: Ferro Galvanizado -  $D_R = 4''$  (100 mm),  $L_R = 120$  m.

- 1 Registro de globo aberto.
- 1 Saída de lado.
- 2 passagens diretas.
- 1 Válvula de retenção tipo Pesado.
- 1 Saída de canalização.
- 4 cotovelos raio curto.



## Exercícios

Considere que:  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ;  $\nu_{\text{água}} = 10^{-6} \text{ m}^2/\text{s}$ ,  $\varepsilon_{\text{tubulação}} = 0,10 \text{ mm}$ .

- Reservatórios abertos.
- Desnível geométrico: 32 m.
- Operação das bombas: 8 h/dia.
- Consumo diário de 250 litros de água /pessoa.
- Margem de segurança de 10% para a vazão.
- Rendimento da bomba: 85%.
- Motor monofásico, alimentado em 220 V, de rendimento 82% e fator de potência de 0,85.

\* Fazer a análise para um grupo de 3, 4, 5 e 6 unidades de bombeamento, ligados em paralelo.



## Bibliografia Básica

- 1 - MACINTYRE, A.J.- Bombas e Instalações de Bombeamento. Ed. Guanabara, 1980.
- 2 - WYLEN, G.V.&SONITAG, R>E.- Fundamentos da Termodinâmica Clássica. Editora Edigard Blücher, 1978
- 3 - SIMONE, G. A. – Centrais e Aproveitamentos Hidrelétricos. Ed. Érica-2003.



## Bibliografia Complementar

- 1 - MACINTYRE, A J. – Máquinas Motrizes Hidráulicas. Ed. Guanabara, 1983.
- 2 - SOUZA, S. & FUCHS, R. D. & SANTOS, A. H. M. - Centrais Hidro e Termoelétricas, Editora Edgard Blücher, 1983.
- 3 - BISTAFA, Sylvio R. Mecânica dos fluidos noções e aplicações. Editora Blucher
- 4 - ORGANIZADOR JEFERSON AFONSO LOPES DE SOUZA. Transferência de calor. Pearson
- 5 - STROBEL, Christian. Termodinâmica técnica. Editora Intersaberes.