

# MÁQUINAS HIDRÁULICAS

---

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

INTRODUÇÃO À ENGENHARIA MECÂNICA - EMC5004

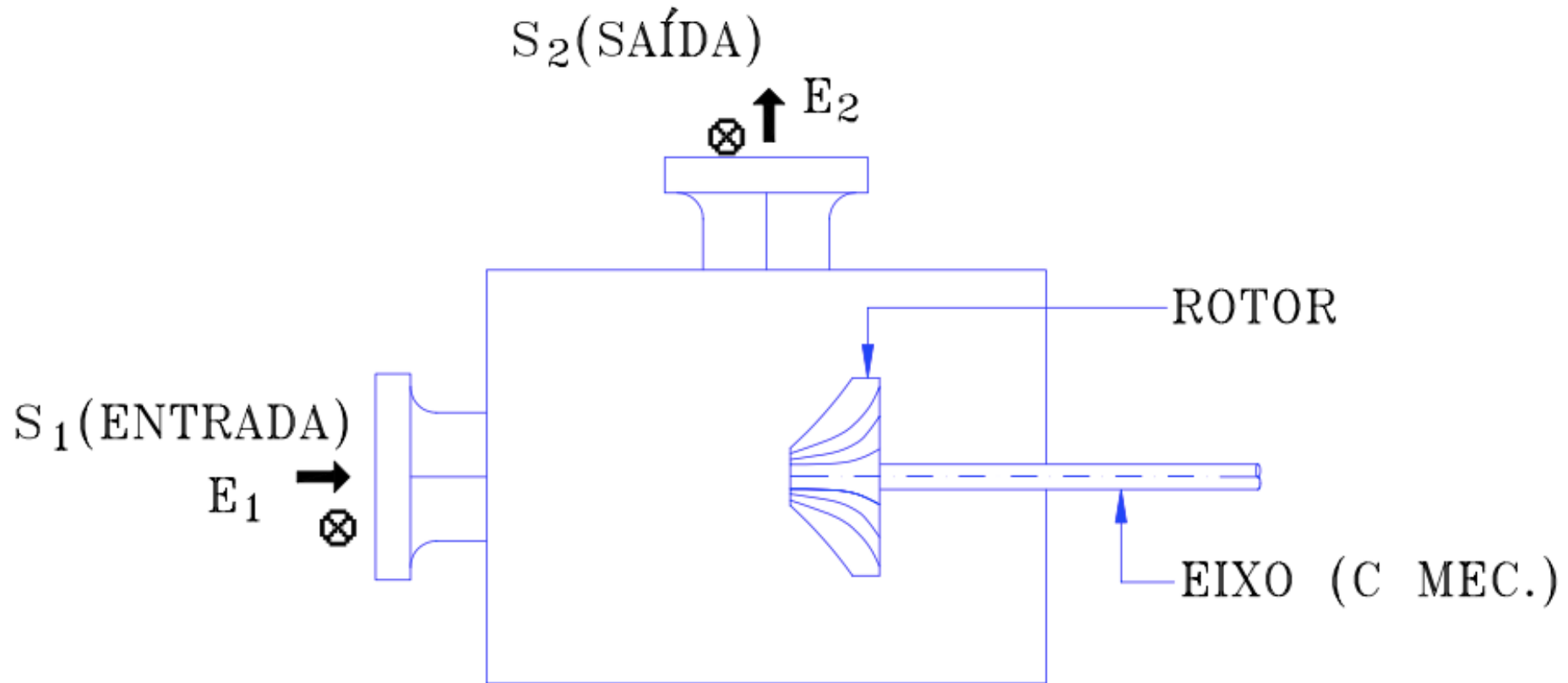
ALICE BILBAO E DYULLIA SEVERO

2017.2

### DEFINIÇÃO

São máquinas que trabalham fornecendo, retirando ou modificando a energia do líquido em escoamento.

# DEFINIÇÃO



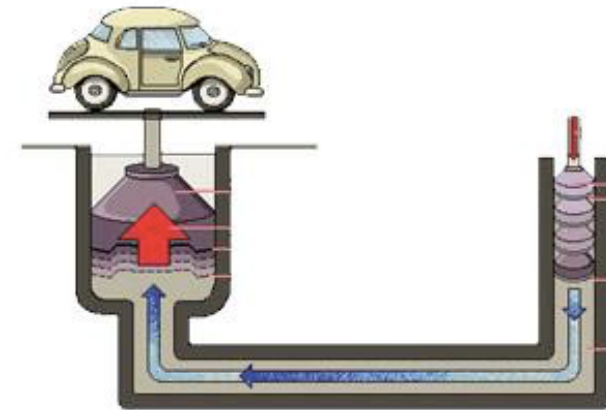
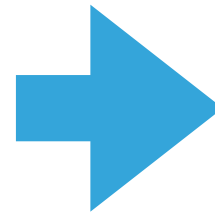
$$E_2 - E_1 = W$$

$E_2$ : energia hidráulica na saída

$E_1$ : energia hidráulica na entrada

$W$ : energia mecânica no eixo

## HISTÓRICO



## PRINCÍPIO DE PASCAL

**“O ACRÉSCIMO DE PRESSÃO, EM UM PONTO DE LÍQUIDO EM EQUILÍBRIO, TRANSMITE-SE INTEGRALMENTE A TODOS OS PONTOS DESTE LÍQUIDO”**

**Blaise Pascal**

### TIPOS

- ▶ OPERATRIZ: Transformam energia mecânica fornecida por uma fonte em energia hidráulica sob a forma de pressão e velocidade.
- ▶ Exemplo: bombas hidráulicas.

# BOMBAS HIDRÁULICAS

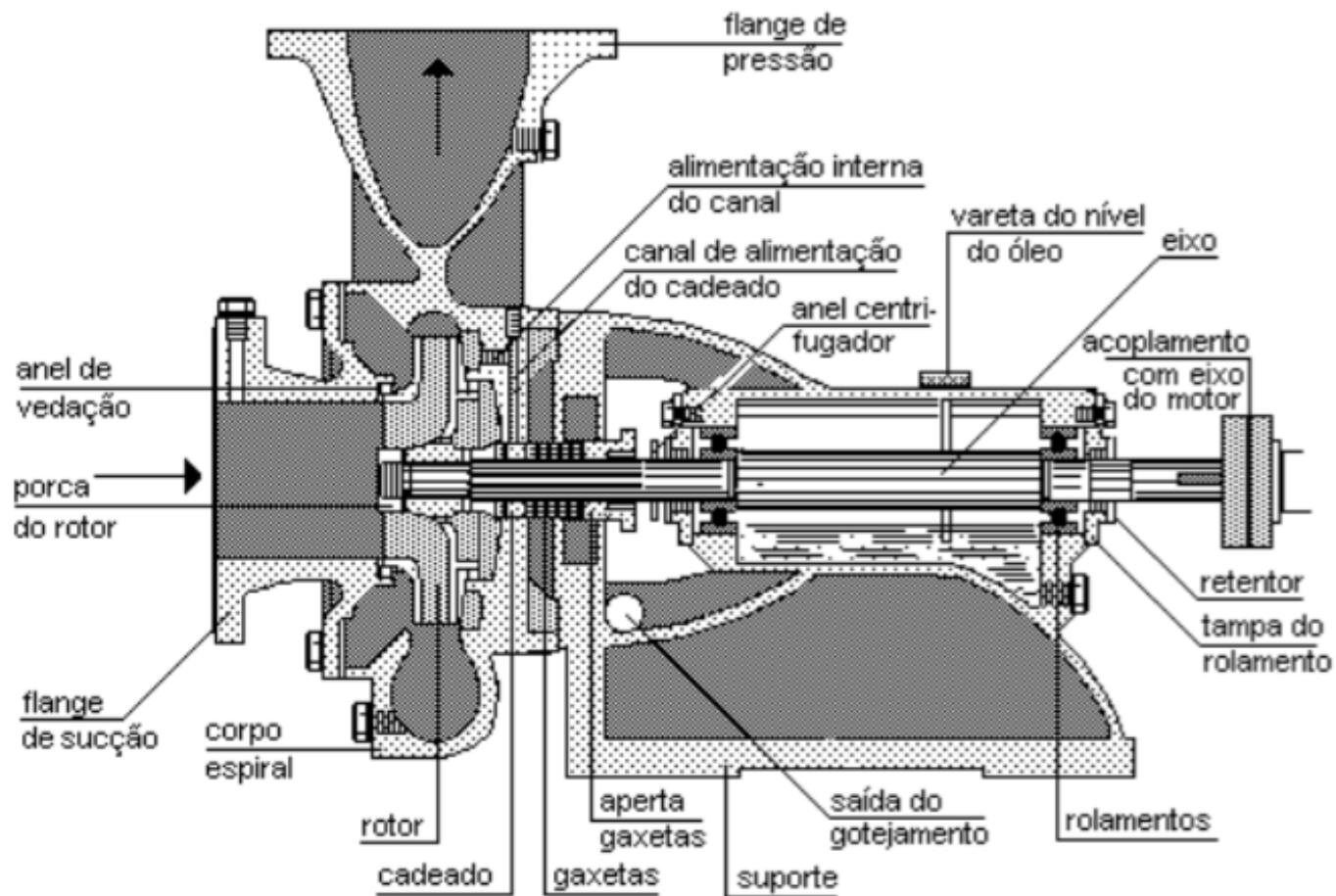
- ▶ São máquinas que fornecem energia ao líquido com a finalidade de transportá-lo de um ponto ao outro.
- ▶ Divididas em:
  - ▶ Turbo-máquinas/Hidrodinâmicas/Rotodinâmicas;
  - ▶ Volumétricas/Deslocamento Positivo;
  - ▶ Especiais.

# TURBO-MÁQUINAS/HIDRODINÂMICAS/ROTODINÂMICAS

- ▶ Movimentação do líquido é desenvolvida por forças que se desenvolvem na massa líquida em consequência da rotação de uma peça (ou conjunto de peças) interna chamada roto.
- ▶ Exemplo: bombas centrífugas.



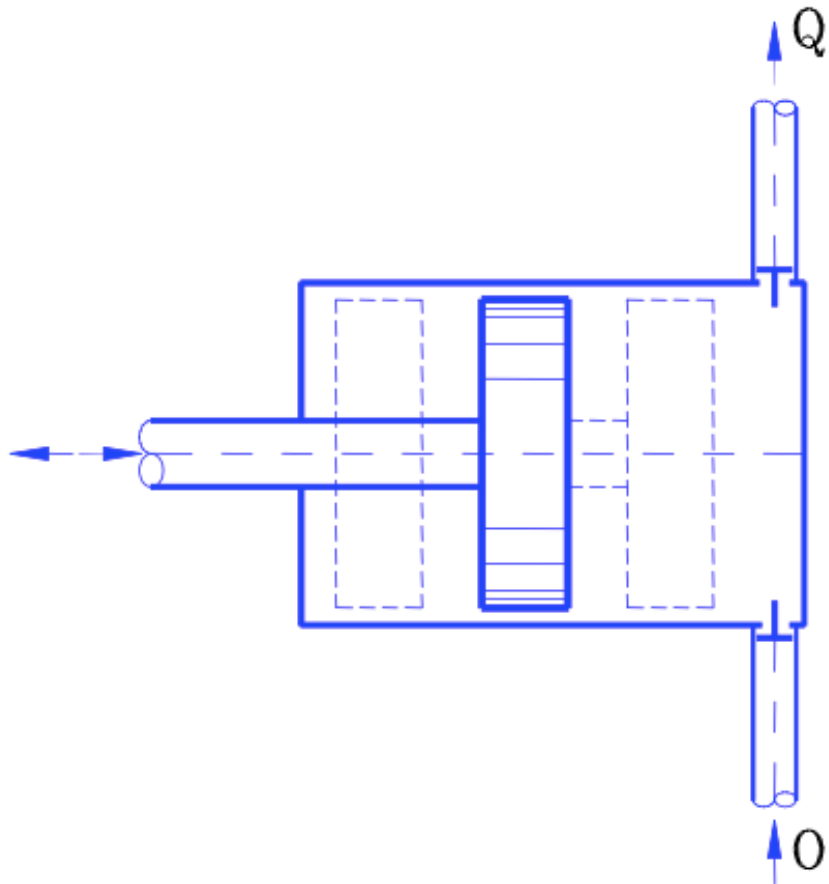
# BOMBAS CENTRÍFUGAS



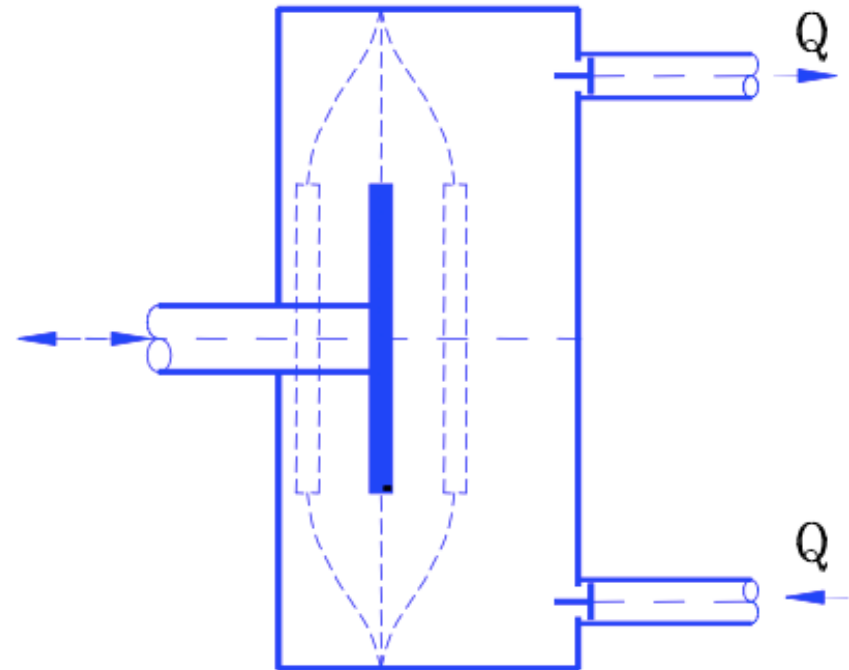
# VOLUMÉTRICAS/DESLOCAMENTO POSITIVO

- ▶ Movimentação do líquido é causada diretamente pela movimentação de um dispositivo mecânico da bomba, que induz ao líquido um movimento na direção do deslocamento em um sentido previsto.
- ▶ Exemplos: bombas alternativas, bombas rotativas.

# BOMBAS ALTERNATIVAS

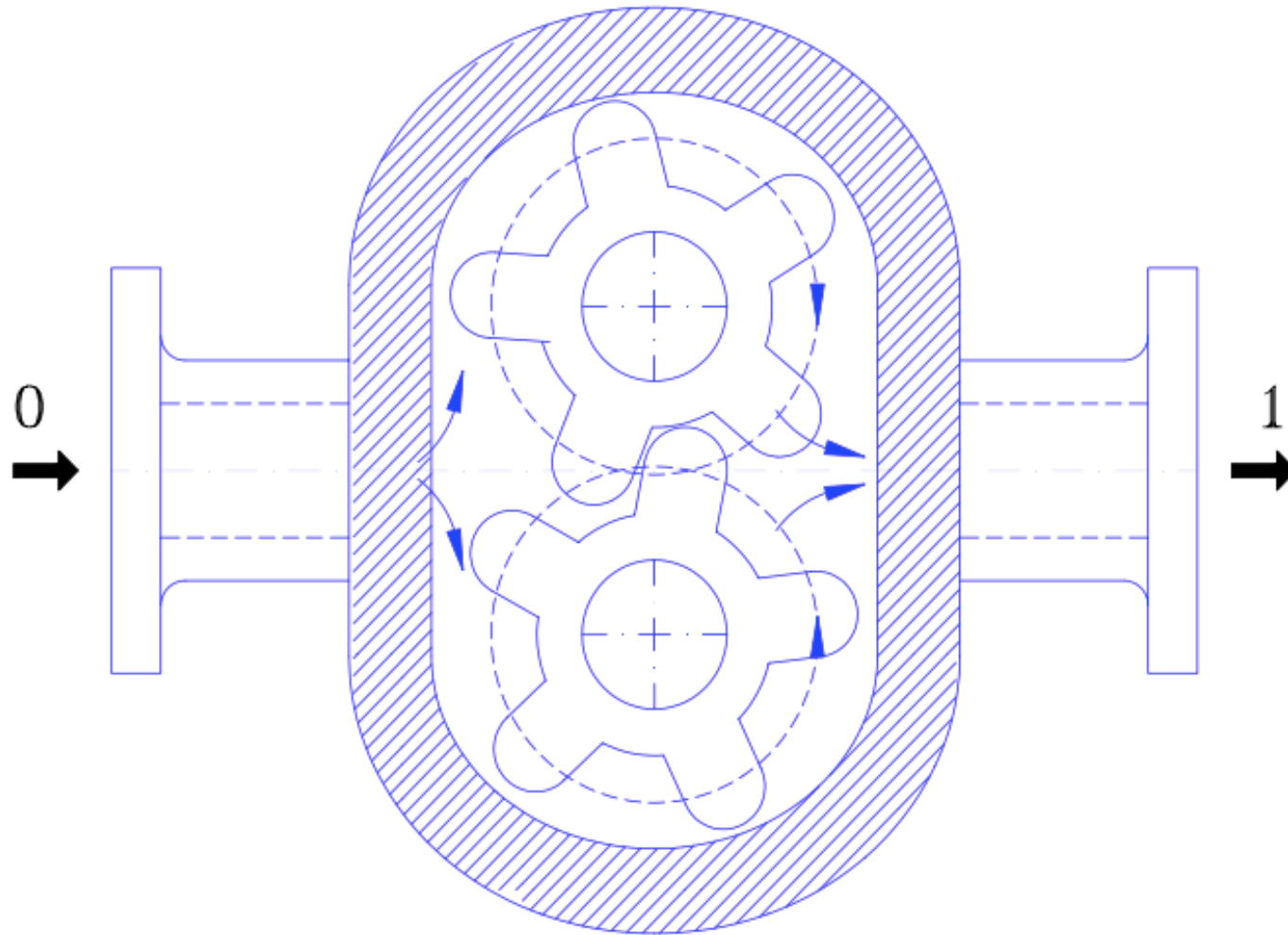


ÊMOLO



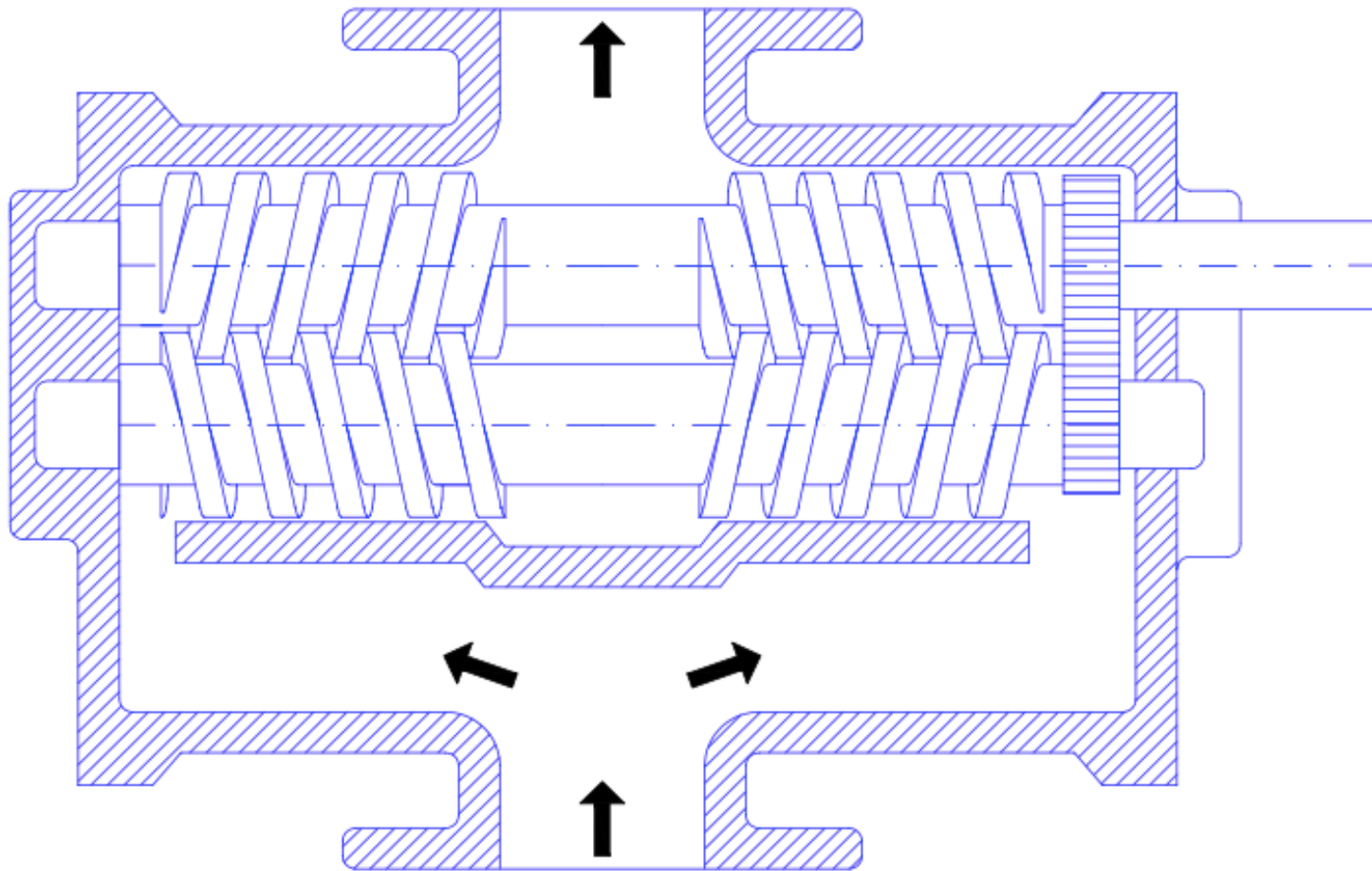
DIAFRAGMA

## BOMBAS ROTATIVAS



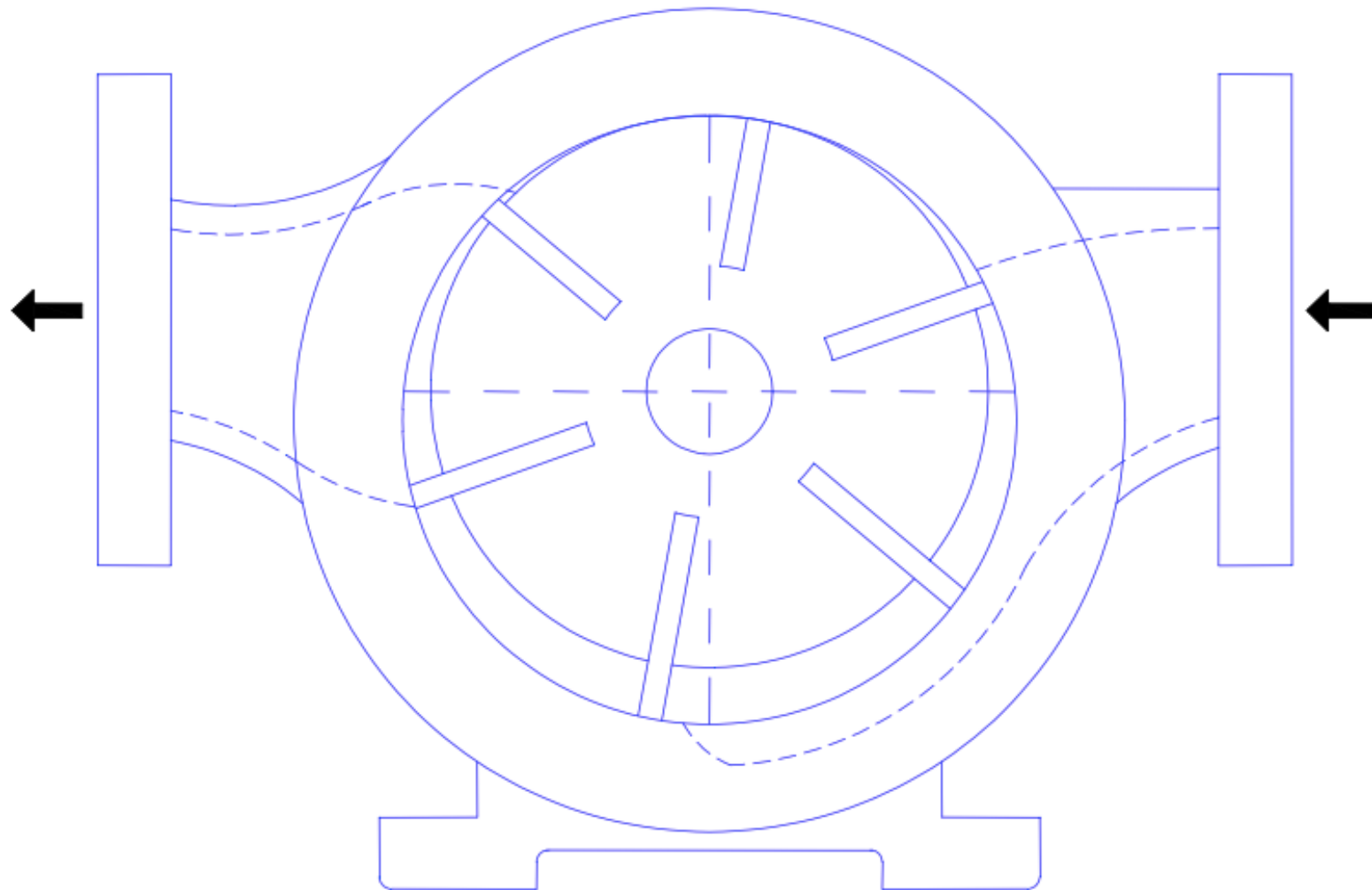
BOMBA DE ENGENAGEM

## BOMBAS ROTATIVAS



BOMBA DE LÓBULOS

## BOMBAS ROTATIVAS

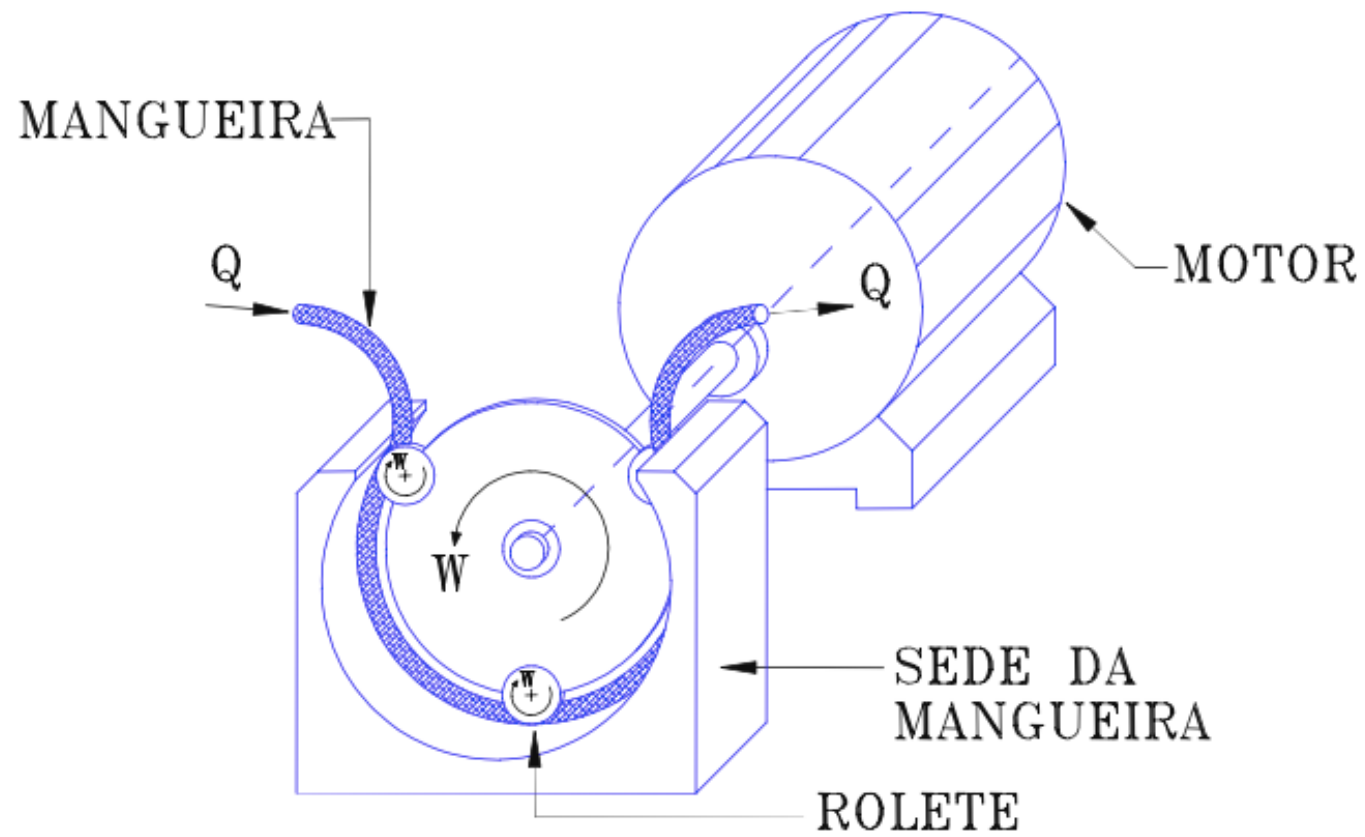


BOMBA DE PALHETAS

# BOMBAS ESPECIAIS

- ▶ Devem ser fabricadas com materiais para cada tipo de aplicação.
- ▶ Exemplo: bomba peristáltica.

# BOMBA PERISTÁLTICA





## BOMBAS HIDRÁULICAS: COMPARAÇÃO

<b>TURBOMÁQUINAS</b>	<b>MÁQUINAS DE DESLOCAMENTO POSITIVO</b>
alta rotação	baixas e médias rotações
potência específica elevada (potência/peso)	potência específica média p/ baixa (potência/peso)
não há dispositivos com movimento alternativo	várias têm dispositivos com movimento alternativo
médias e baixas pressões de trabalho	altas e muito altas pressões de trabalho
não operam eficientemente com fluidos de viscosidade elevada	adequadas para operar com fluidos de viscosidade elevada
vazão contínua	na maior parte dos casos, vazão intermitente
energia cinética surge no processo de transformação de energia	energia cinética não tem papel significativo no processo de transformação de energia
na maioria dos casos, projeto hidrodinâmico e características construtivas mais complexas que as máquinas de deslocamento	na maioria dos casos, projeto hidrodinâmico e características construtivas mais simples que as máquinas de fluxo

### TIPOS

- ▶ MOTRIZ: Transformam energia do líquido e a transferem para o exterior, ou seja, transformam energia hidráulica em outra forma de energia.
- ▶ Exemplos: turbinas, motores hidráulicos.

# TURBINAS

- ▶ Transforma a energia hidráulica, do escoamento, em energia mecânica que pode ser aproveitada para realizar trabalho.
- ▶ Divididas em:
  - ▶ Turbinas de Ação.
  - ▶ Turbinas de Reação.

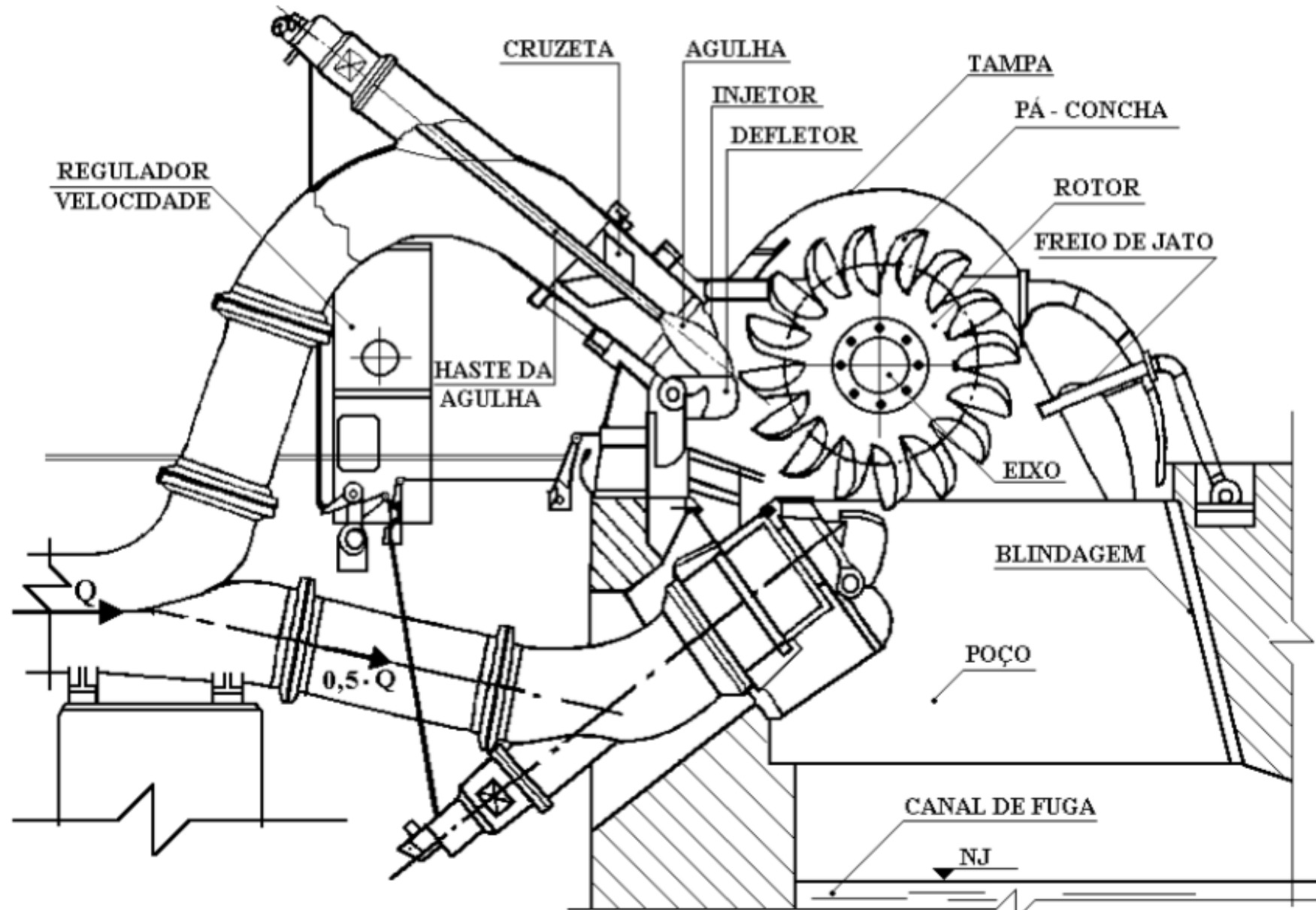
# TURBINAS DE AÇÃO

- ▶ Transformam energia cinética em energia mecânica à pressão constante (normalmente à pressão atmosférica).
- ▶ Exemplo: Turbinas Pelton.

# TURBINAS PELTON

- ▶ Máquinas de ação ou de impulso.
- ▶ Escoamento tangencial.
- ▶ Operam em altas quedas (maiores que 300m) e baixas vazões.
- ▶ O controle da vazão é realizado na agulha e injetor.
- ▶ Podem ser de um jato, dois jatos, quatro jatos, cinco jatos e seis jatos.

# TURBINA PELTON DE DOIS JATOS



# CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COM TURBINAS PELTON

<b>CENTRAL HIDRELETRICA SÃO BERNARDO</b>			
<b>Cidade: Piranguçu – MG, Empresa: CEMIG</b>			
<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[kW]</b>
0,286	599	1200	1345
0,286	599	1200	1345
0,860	599	1200	4043
<b>CENTRAL HIDRELÉTRICA CUBATÃO 2</b>			
<b>Cidade: Cubatão – SP, Empresa: ELETROPAULO</b>			
<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[MW]</b>
12,7	684	450	65
Obs: São seis (06) grupos geradores e cada turbina possui quatro (04) jatos.			

# TURBINAS DE REAÇÃO

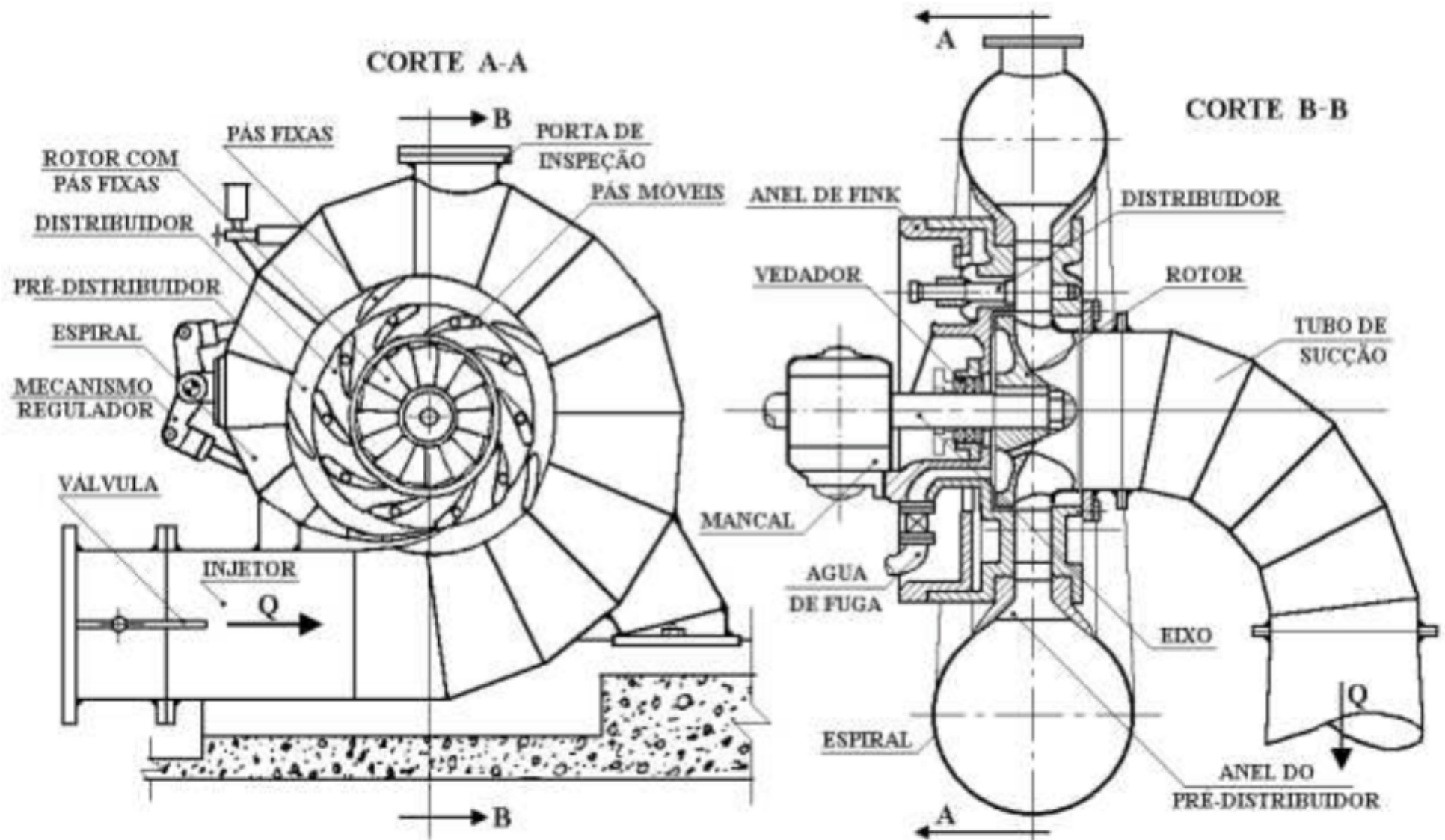
- ▶ Água tem a pressão variando desde a entrada da turbina até a saída.
- ▶ Podem ser do tipo Axial (fluxo da água é paralelo ao eixo do rotor) e do tipo Mista (fluxo na entrada do rotor é radial e após interagir com ele sofre um desvio e passa a ser axial na saída).
- ▶ Exemplos: Turbinas Francis, Turbinas Hélice/Bulbo/Kaplan.



# TURBINAS FRANCIS

- ▶ Máquinas de reação do tipo misto.
- ▶ Podem ser utilizadas em desníveis desde 20 m até 600 m e médias vazões.
- ▶ O controle da vazão é realizado no distribuidor ou sistema de pás móveis.

# TURBINAS FRANCIS



# CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COM TURBINAS FRANCIS

## CENTRAL HIDRELÉTRICA LUÍZ DIAS

**Cidade: Itajubá – MG**

<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[kW]</b>
3,75	28	720	900
3,75	28	720	900
3,75	28	720	900

Obs.: O rotor de cada turbina é duplo (gêmeo)

## CENTRAL HIDRELÉTRICA ITAIPÚ

**Cidade: Foz do Iguaçu – PR, Empresa: FURNAS**

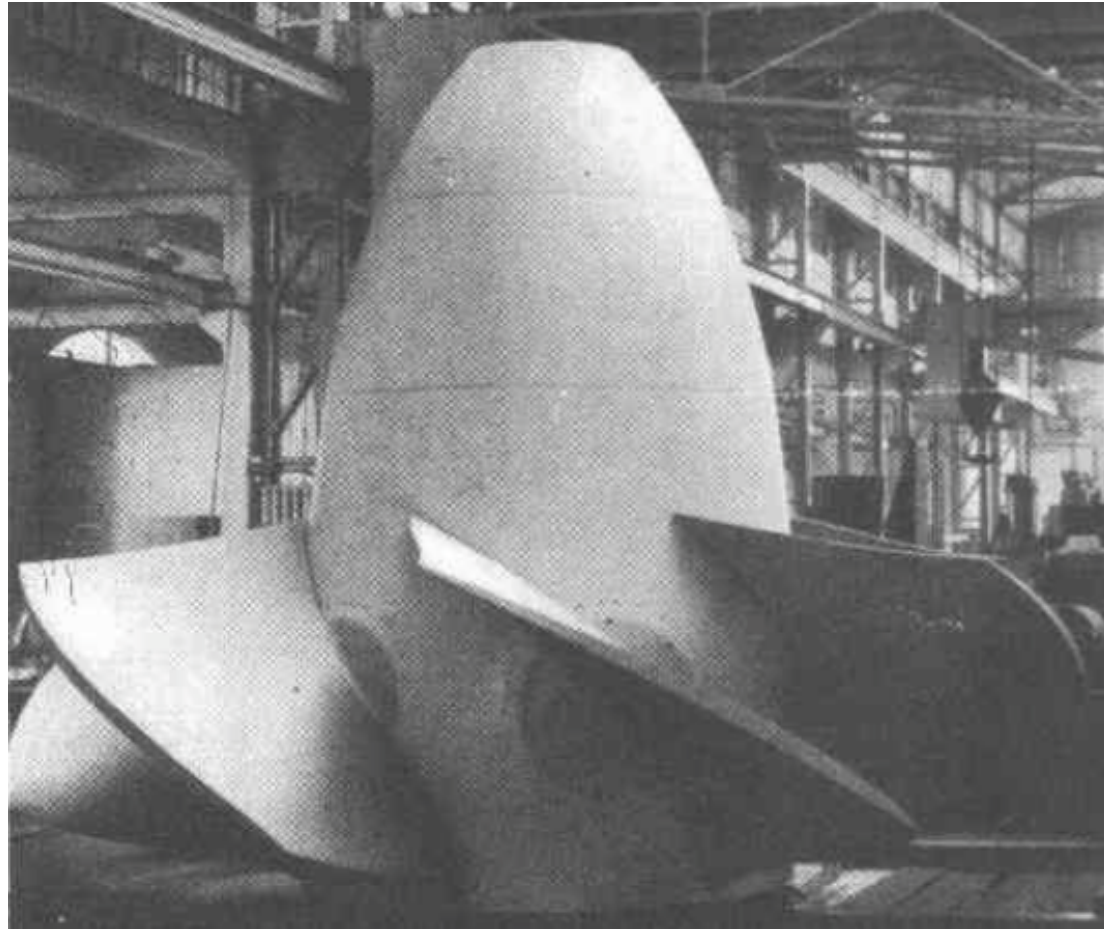
<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[MW]</b>
680	118,4	91,6	715

Obs.: 20 máquinas iguais, com cada gerador tendo potência 700 [MW]

# TURBINAS HÉLICE/BULBO/KAPLAN

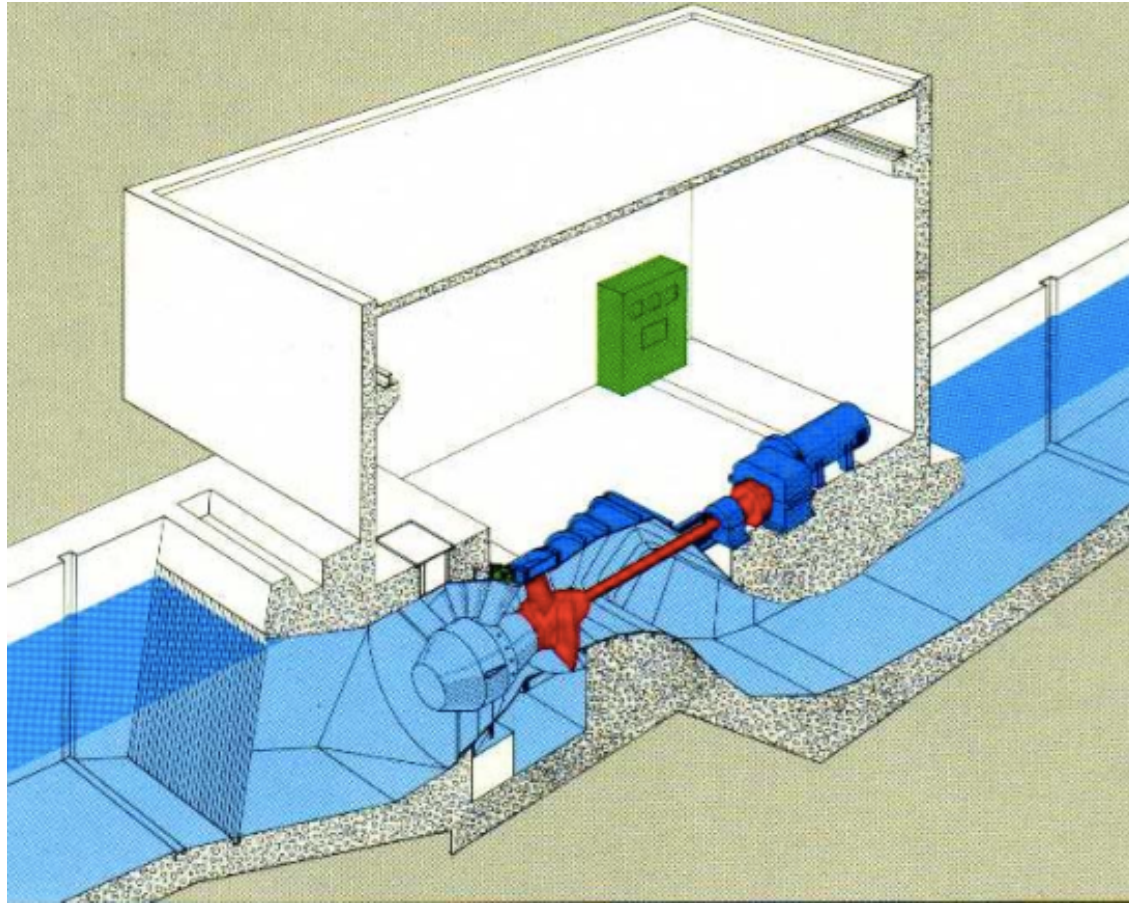
- ▶ Máquinas de reação do tipo axial.
- ▶ Operam grandes vazões e baixas quedas.
- ▶ Turbinas do tipo hélice: máquinas com pás fixas.
- ▶ Turbinas do tipo Kaplan: pás móveis, posicionadas para o melhor rendimento.
- ▶ Turbinas do tipo Bulbo: integra a turbina e o gerador em um só invólucro.

## TURBINAS HÉLICE/BULBO/KAPLAN



ROTOR KAPLAN

# TURBINAS HÉLICE/BULBO/KAPLAN



TURBINA AXIAL

## CENTRAIS HIDRELÉTRICAS COM TURBINAS AXIAIS

---

**CENTRAL HIDRELÉTRICA JOSÉ TOGNI (BORTOLAN)**

---

**Cidade: Poços de Caldas – MG, Empresa: DME**

---

<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[kW]</b>
7	12	450	556

Obs.: A turbina é do tipo tubular S

---

**CENTRAL HIDRELÉTRICA TAQUARUÇÚ**

---

**Empresa: CESP**

---

<b>Q</b>	<b>H</b>	<b>n</b>	<b>Pe</b>
<b>[m<sup>3</sup>/s]</b>	<b>[m]</b>	<b>[rpm]</b>	<b>[MW]</b>
511	21,9	85,7	103

Obs.: cinco (05) máquinas iguais

---

# MOTORES HIDRÁULICOS

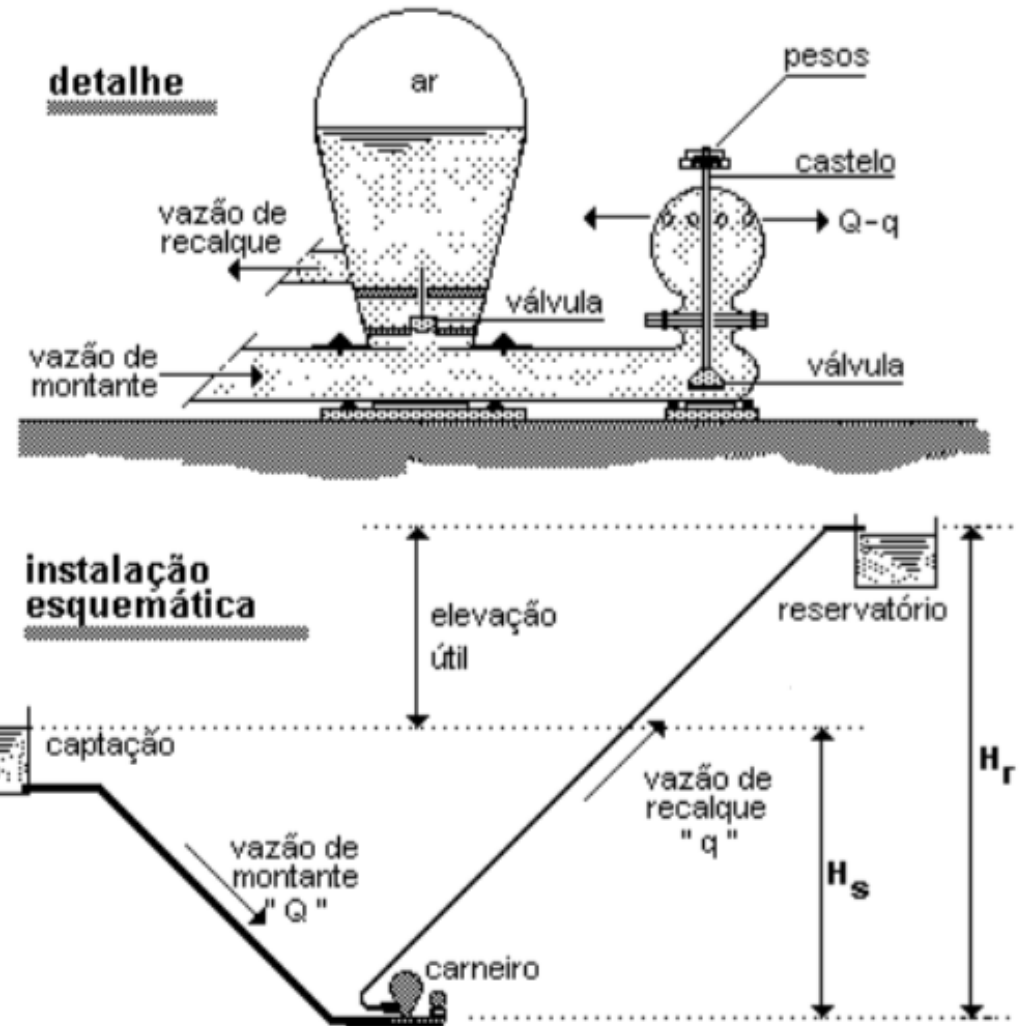
- ▶ Converte energia hidráulica em energia mecânica através da pressão hidráulica e fluxo para gerar torção e rotação.
- ▶ Aplicação: guinchos, unidades de guindastes, escavadoras, moinhos de rolo...





## TIPOS

- ▶ MISTA: Modifica o estado da energia que o líquido possui.
- ▶ Exemplos: ejetores e carneiros hidráulicos.



## LABORATÓRIOS

- ▶ LASHIP - Laboratório de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos <http://www.laship.ufsc.br>
- ▶ SINMEC - Laboratório de Simulação Numérica em Mecânica dos Fluidos e Transferência de Calor <http://www.sinmec.ufsc.br>

### DISCIPLINAS

- ▶ FSC5002 - Física II
- ▶ EMC5407 - Mecânica dos Fluidos
- ▶ EMC5419 - Mecânica de Fluidos II
- ▶ EMC5443 - Fundamentos de Sistemas Hidráulicos e Pneumáticos
- ▶ EMC5464 - Tópicos de Sistemas Hidráulicos (optativa)

# MÁQUINAS HIDRÁULICAS

---

## REFERÊNCIAS

- ▶ <http://brasilecola.uol.com.br/fisica/maquinas-hidraulicas-aplicacao-principio-pascal.htm>
- ▶ [http://www.unidadeshidraulicas.com.br/?gclid=EAlaIQobChMIpuPI\\_rnZ1gIVAgSRCh1rbwrAEAAYASAAEgKm\\_vD\\_BwE](http://www.unidadeshidraulicas.com.br/?gclid=EAlaIQobChMIpuPI_rnZ1gIVAgSRCh1rbwrAEAAYASAAEgKm_vD_BwE)
- ▶ [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/58589/mod\\_resource/content/1/PEA%202420%20Geração%20Hidrelétrica%20\\_%20Máquinas%20Hidráulicas.pdf](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/58589/mod_resource/content/1/PEA%202420%20Geração%20Hidrelétrica%20_%20Máquinas%20Hidráulicas.pdf)
- ▶ [http://www.deha.ufc.br/ticiana/Arquivos/Especializacao/Cariri/6\\_Sistemas%20de%20Abast%20de%20%C1gua/Hidr%E1ulica2-Bombas.pdf](http://www.deha.ufc.br/ticiana/Arquivos/Especializacao/Cariri/6_Sistemas%20de%20Abast%20de%20%C1gua/Hidr%E1ulica2-Bombas.pdf)
- ▶ <http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasalan/AT087-Aula01.pdf>
- ▶ <http://ftp.demec.ufpr.br/disciplinas/TMEC036/Apostila%20de%20Maquinas%20Hidraulicas%20-%20V19.pdf>
- ▶ <https://www.mecanicaindustrial.com.br/508-alguns-equipamentos-onde-as-maquinas-hidraulicas-sao-utilizadas/>
- ▶ <http://www.sofisica.com.br/conteudos/Mecanica/EstaticaeHidrostatica/teoremadepascal.php>
- ▶ <http://www.globalhp.com.br/o-que-e-um-motor-hidraulico/>

**ALUNAS: ALICE BILBAO E DYULLIA SEVERO**