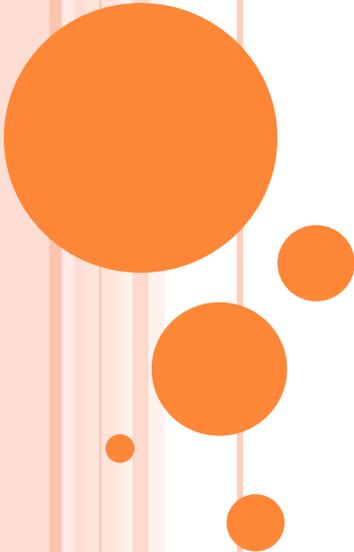


# SISTEMAS TÉRMICOS DE POTÊNCIA

PROF. RAMÓN SILVA



Engenharia de Energia

Dourados MS - 2013



# TURBINAS A VAPOR



# TURBINAS A VAPOR

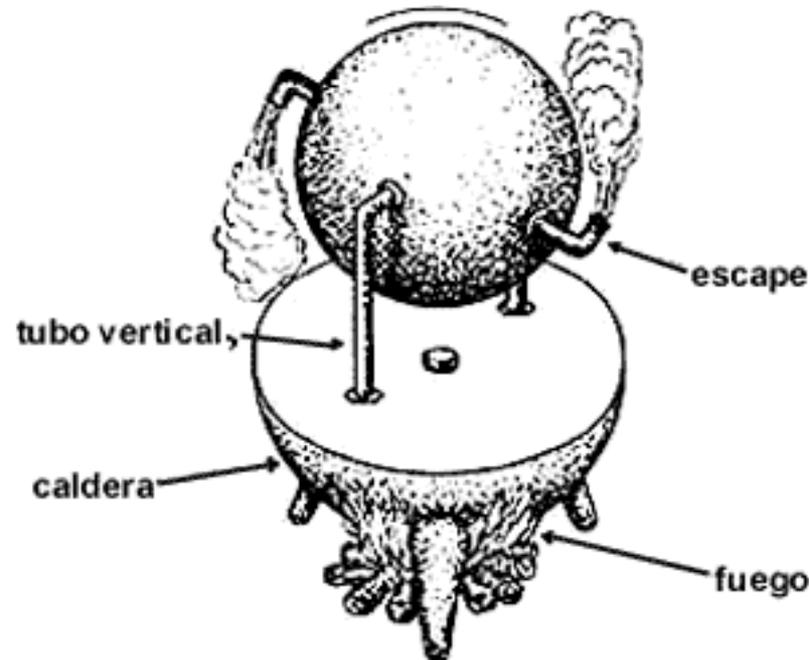
- Pode-se definir a turbina a vapor (TV) como sendo uma máquina térmica de fluxo motora, que utiliza a energia do vapor sob forma de energia cinética, ou seja, o papel da turbina a vapor consiste em transformar em energia mecânica a energia contida no vapor sobas formas de energia térmica e de pressão, através de movimento.

# TURBINAS A VAPOR

- Toda turbina se compõe de duas partes principais: a roda fixa ou estator e a roda móvel ou rotor.
- Na roda fixa estão os distribuidores destinados a transformar a energia do vapor, total ou parcialmente, em energia cinética;
- na roda móvel estão os receptores fixos, destinados a transformar a energia cinética em trabalho mecânico sobre o eixo motor e em certos casos transformar parte da energia do vapor em energia cinética

# TURBINAS A VAPOR

- Histórico:
- Aeroliple – 150 AC, desenvolvido por HERO – 1º dispositivo térmico que trabalhava sob o princípio de reação.





# TURBINAS A VAPOR

- Histórico:
- 1ª máquina a vapor Watt – 1780.
- Laval e Parsons (1895) – 1ª turbina a vapor. Registrada por George Westinghouse que produziu a 1ª TV comercial de 400 kW.
- 1920 – Potência máxima de 30 MW, 1,4 MPa e 290oC.
- Atualmente – Potência de até 1300 MW, 16 MPa e 540 oC.
- Principais fabricantes: GE, Westinghouse, Siemens, ABB, Alstom, TGM (Brasil)



# TURBINAS A VAPOR

- Finalidade:
  - acionamento elétrico de geradores (até 1300 MW)
  - Acionamento mecânico de grandes equipamentos de rotação (500 kW a 10 MW).
- Ex: propulsão de navios e bombas de rotação variável e grandes potências.



# TURBINAS A VAPOR

- **Turbina de ação:**
- a queda de pressão do vapor nos bocais e a queda de entalpia associada aumentam a energia cinética do vapor, que em alta velocidade incide sobre as pás (palhetas móveis) convertendo sua energia cinética em trabalho mecânico.
- Portanto o vapor atravessa as palhetas à pressão constante, atuando sobre elas unicamente em virtude de sua velocidade

# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto à pressão de saída na turbina**
  - · *Condensação*
  - · *Contrapressão*



# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Segundo o Modo de Ação do Vapor Sobre as Palhetas**
  - · *Turbinas de Ação*
  - · *Turbinas de Reação*
  - · *Turbinas Mistas*



# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto ao Número de Estágios**
  - · *Turbinas Simples*
  - · *Turbinas Múltiplas*

# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto a Direção do Escoamento**
  - · *Turbina Axial*
  - · *Turbina Radial*



# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto à Natureza do Vapor D'água**
  - · vapor saturado (seco ou úmido)
  - · vapor superaquecido ou ressuperaquecido

# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto ao Modo de Admissão do Vapor**
  - · Injeção Total
  - · Injeção Parcial

# TURBINAS A VAPOR

- **Classificação**
- **Quanto à Pressão do Vapor**
  - · Baixa pressão (até 30 kgf/cm<sup>2</sup>)
  - · Média pressão (de 30 a 100 kgf/cm<sup>2</sup>)
  - · Alta pressão (mais de 100 kgf/cm<sup>2</sup>)

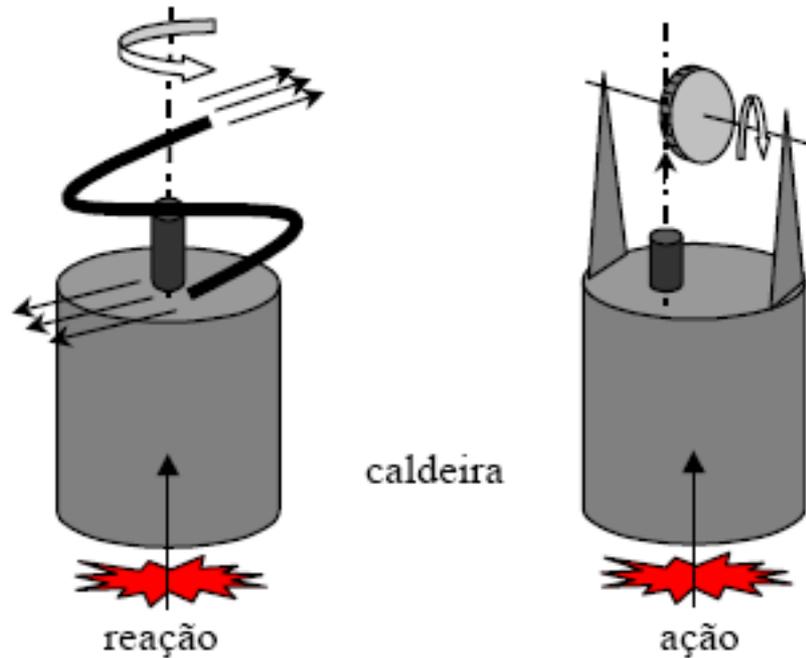


# TURBINAS A VAPOR

- **Turbina de ação:**
- a queda de pressão do vapor nos bocais e a queda de entalpia associada aumentam a energia cinética do vapor, que em alta velocidade incide sobre as pás (palhetas móveis) convertendo sua energia cinética em trabalho mecânico.
- Portanto o vapor atravessa as palhetas à pressão constante, atuando sobre elas unicamente em virtude de sua velocidade

# TURBINAS A VAPOR

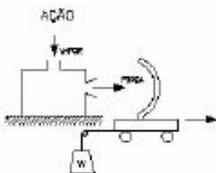
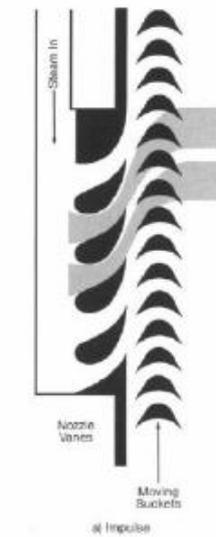
- Turbina de ação:



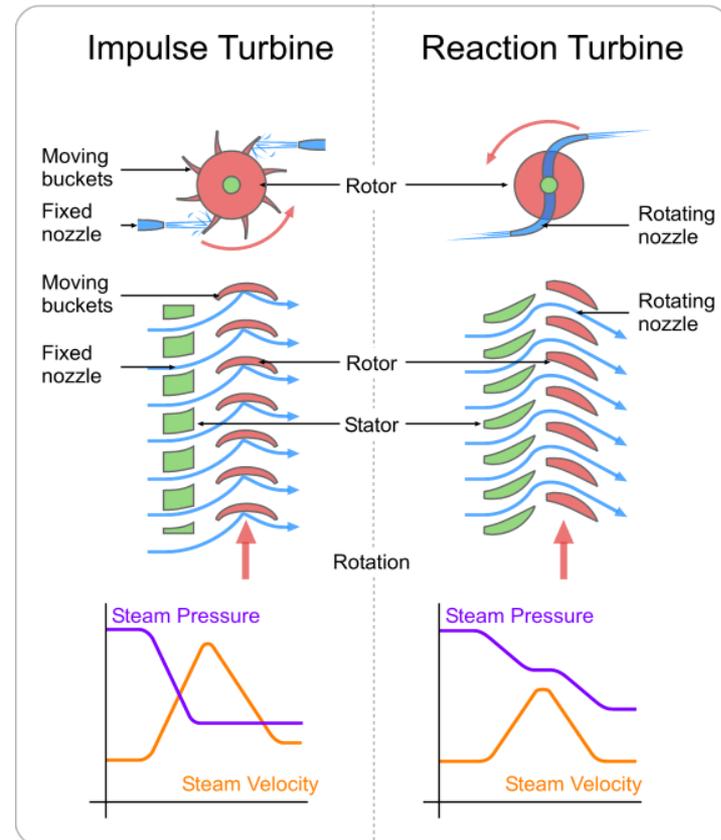
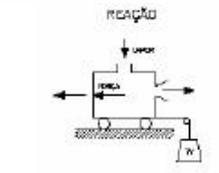
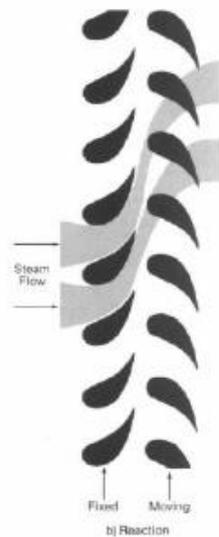
# TURBINAS A VAPOR

## o Turbina de ação:

Princípio de ação



Princípio de reação





# TURBINAS A VAPOR

- Turbina Laval (ação simples) – 1 rotor – baixo rendimento – velocidade alta de vapor nasaída.
- Turbina Curtis - + de 1 rotor (estágio) com paletas fixas e móveis, diminuindo a velocidade do vapor na saída – melhor rendimento.
- Turbina Rateau: Queda de pressão dividida em duas ou mais fileiras de bocais, é como 2 ou + turbinas de Laval em série.



# TURBINAS A VAPOR

- Turbinas Curtis-Rateau: + estágios e conjunto de bocais.
- Turbina de reação (Parsons): Múltiplos estágios de queda de pressão ao longo de sucessivas fileiras de palhetas móveis e fixas resultando em baixas velocidades do vapor em cada estágio.
- Turbinas mistas (ação e reação / Curtis-Parsons): Utiliza um estágio Curtis para diminuir a pressão nos estágios de reação.

# TURBINAS A VAPOR

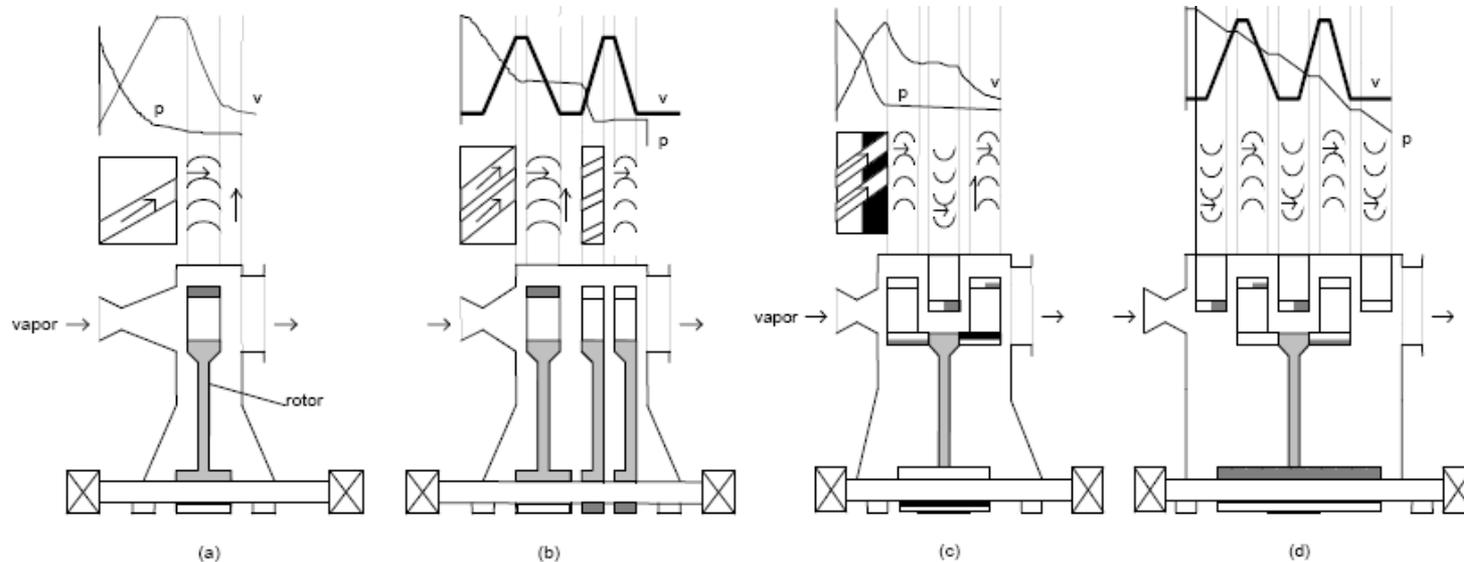


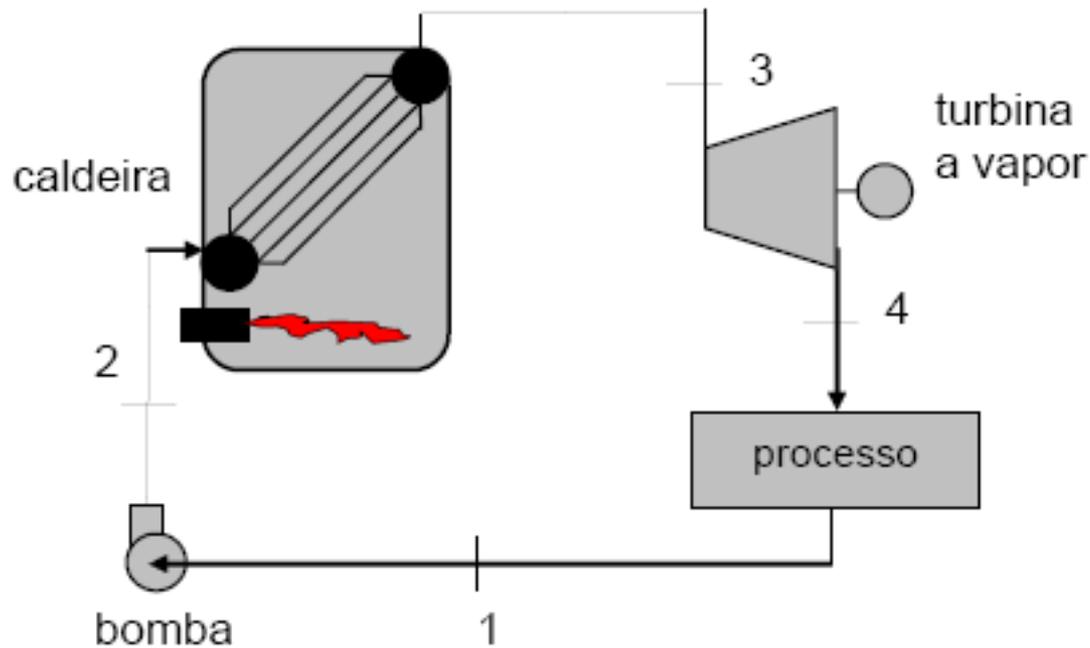
Figura 3.26 - Rotores (a) Laval, (b) Rateau, (c) Curtis e (d) Parsons



# TURBINAS A VAPOR

- **TV de contrapressão de fluxo direto:**
- fornecem integralmente a mesma vazão de vapor recebida para unidades de processo ou a trocadores de calor situados à jusante da turbina, submetendo-as a uma expansão desde a condição inicial (de alta pressão) até níveis de pressão superiores à pressão atmosférica, da ordem de 0,2 a 1,0 MPa.
- A potência elétrica gerada é função da vazão de vapor de processo. Geralmente não atende a demanda elétrica.

# TURBINAS A VAPOR

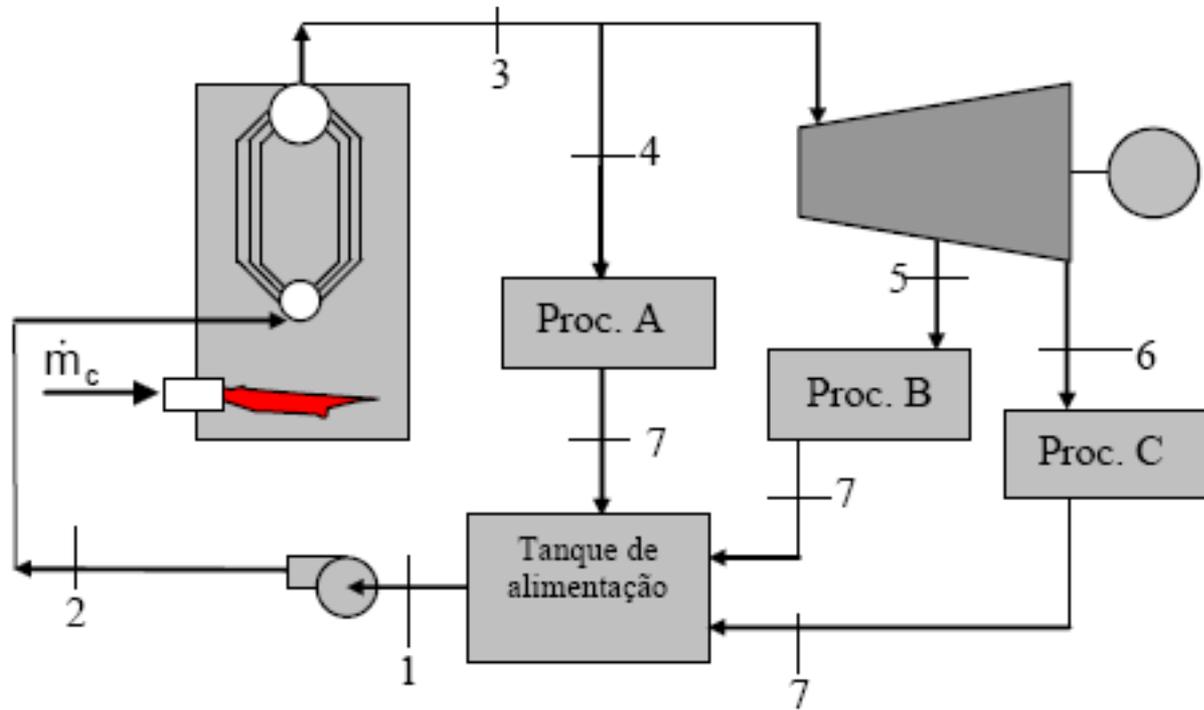




# TURBINAS A VAPOR

- **TV de contrapressão com extrações:**
- além de apresentarem pressões superiores à pressão atmosférica na saída contam com um ou mais pontos de escape intermediários de vapor, em condições específicas para o atendimento de certas necessidades (unidades de processo ou aquecedores, por exemplo);.

# TURBINAS A VAPOR

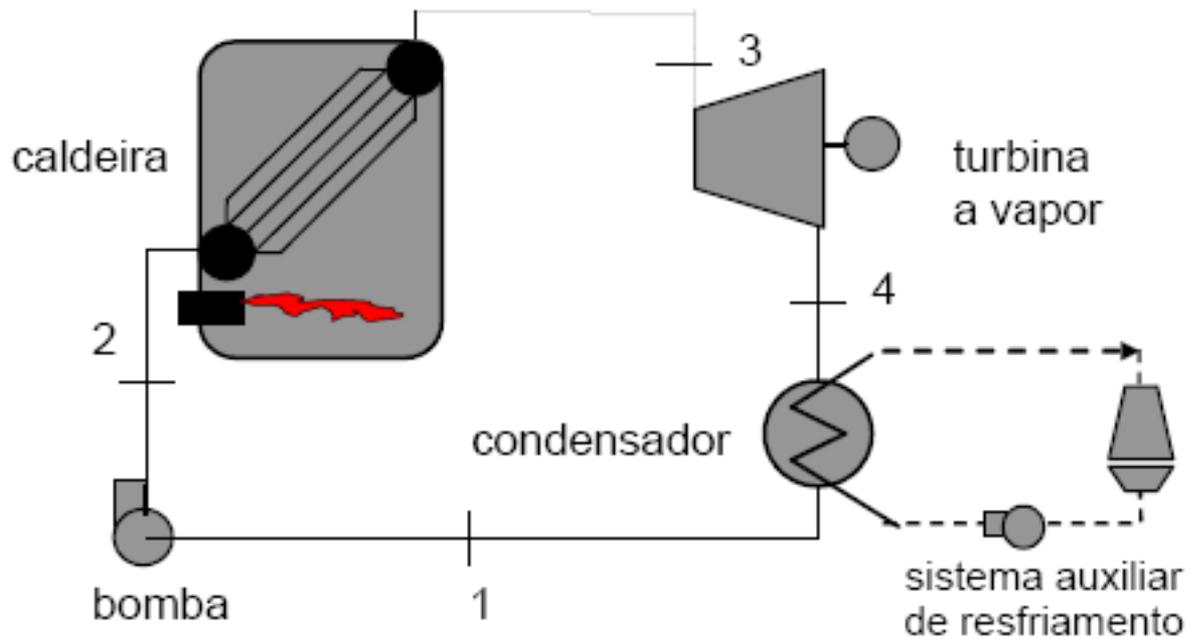




# TURBINAS A VAPOR

- **TV de condensação de fluxo direto:**
- rejeitam o vapor em uma condição de pressão abaixo da pressão atmosférica de modo a potencializar a geração de energia através de uma grande diferença entálpica;
- esse tipo de turbina é particularmente indicada para o emprego em centrais termelétricas de grande porte;  $P_{cond} < P_{atm}$  (15 kPa – condensa a 50 °C, título de aprox. 90%).

# TURBINAS A VAPOR

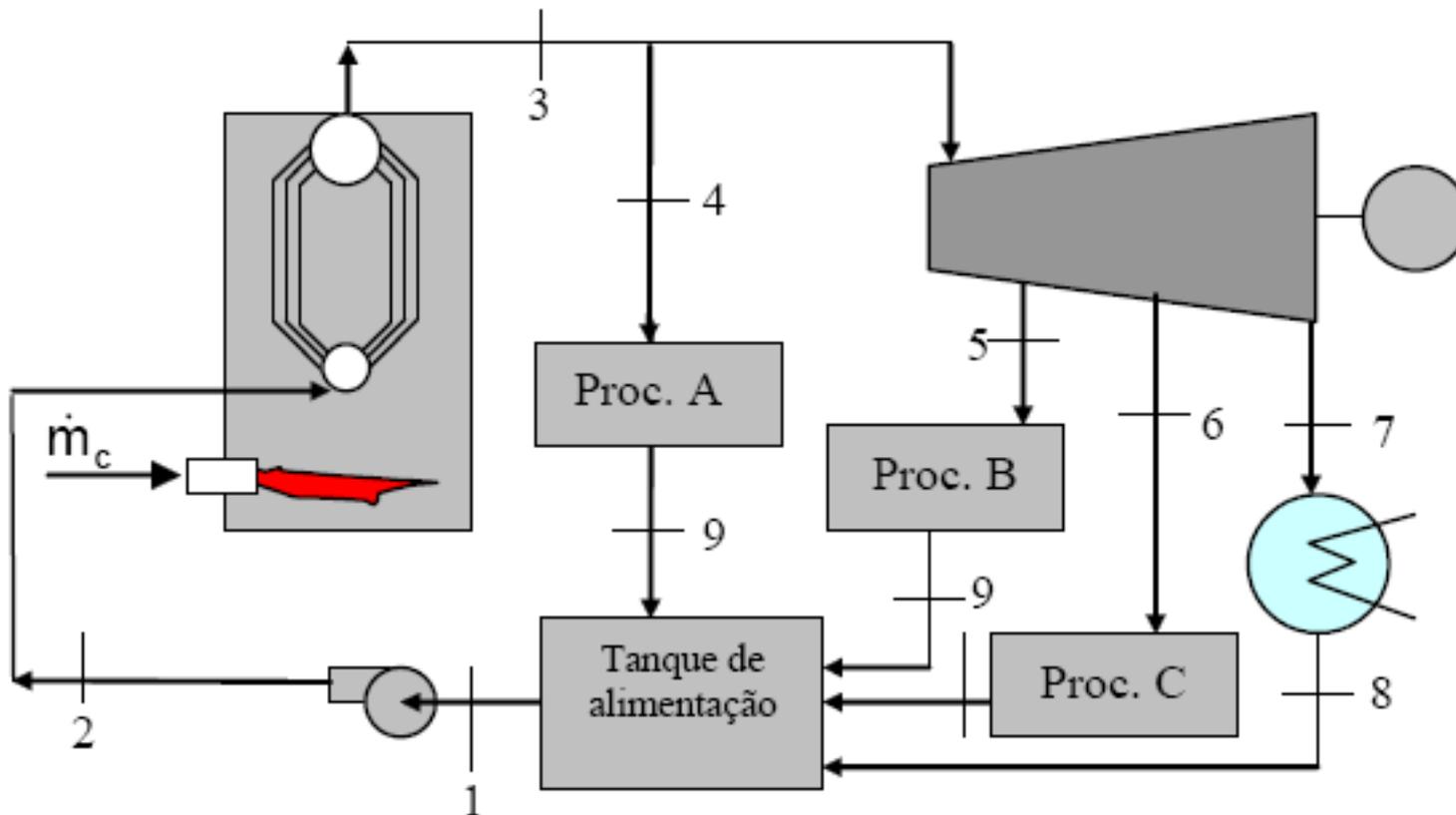




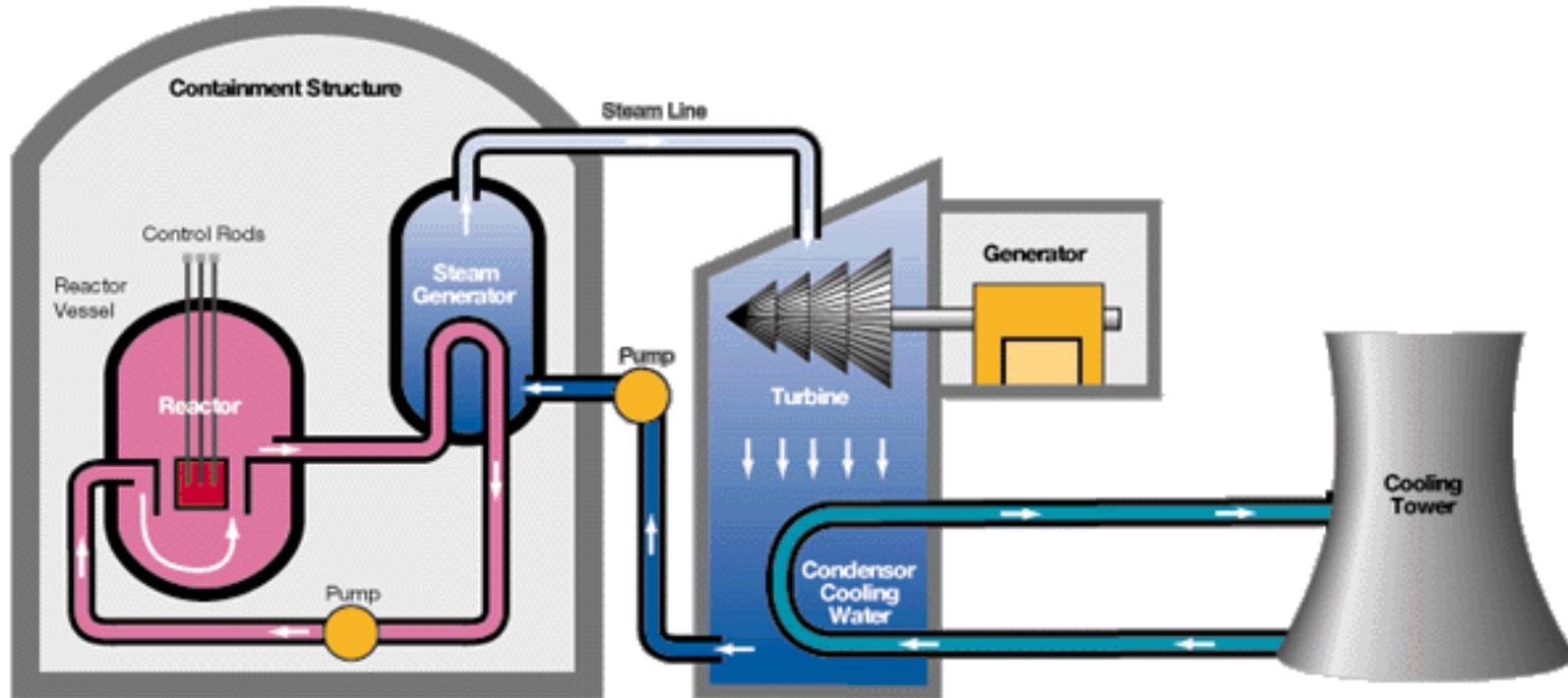
# TURBINAS A VAPOR

- **TV de condensação com extrações:**
- Recebem o vapor de alta pressão e em um ou mais pontos entre a admissão e da descarga é extraído vapor de processo com pressão préfixada conforme necessidade da unidade de consumo, sendo o restante expandido até a pressão do condensador.
- Trabalha geralmente em regime de paridade térmica e elétrica (auto-suficiência).

# TURBINAS A VAPOR



# TURBINAS A VAPOR



# TURBINAS A VAPOR



pgb1171 fotosearch.com.br



## BIBLIOGRAFIA

Balestieri, J. A. P. –Apostila de Máquinas Térmicas – Universidade Estadual Paulista (UNESP) – Guaratinguetá, SP