

USP - Escola de Engenharia de Lorena

OPERAÇÕES UNITÁRIAS II

TROCADORES DE CALOR COM MUDANÇA DE FASE

Prof. Antonio Carlos da Silva

- 
- **EVAPORADORES** **ESTUDADOS**
 - **TORRES DE RESFRIAMENTO**
 - **REFERVEDORES**
 - **CONDENSADORES**
 - **CALDEIRAS**

- 
- **EVAPORADORES**
 - **TORRES DE RESFRIAMENTO**
 - **REFERVEDORES**
 - **CONDENSADORES**
 - **CALDEIRAS**

TORRES DE RESFRIAMENTO

- **FINALIDADE:**
- Uma **torre de resfriamento** ou **torre de arrefecimento** é um dispositivo de remoção de calor usado para transferir calor residual de processo para a atmosfera. As torres de resfriamento podem utilizar a evaporação da água para remover o calor de processo e resfriar o fluido de trabalho para perto da temperatura de bulbo úmido ou utilizar somente ar para resfriar o fluido de trabalho para perto da temperatura de bulbo seco.

TORRES DE RESFRIAMENTO

- **FINALIDADE:**
- As aplicações mais comuns incluem o resfriamento da água que circula nas refinarias de petróleo, indústrias químicas, estações de energia e refrigeração do edifício.

TORRES DE RESFRIAMENTO

- Torres de resfriamento são um tipo especial de trocador de calor. No trocador convencional, os fluidos são separados. Nas torres, ambos os fluidos - ar e água - estão fisicamente em contato. Nessa condição, a troca se dá principalmente por evaporação, o que se mostra mais eficiente.

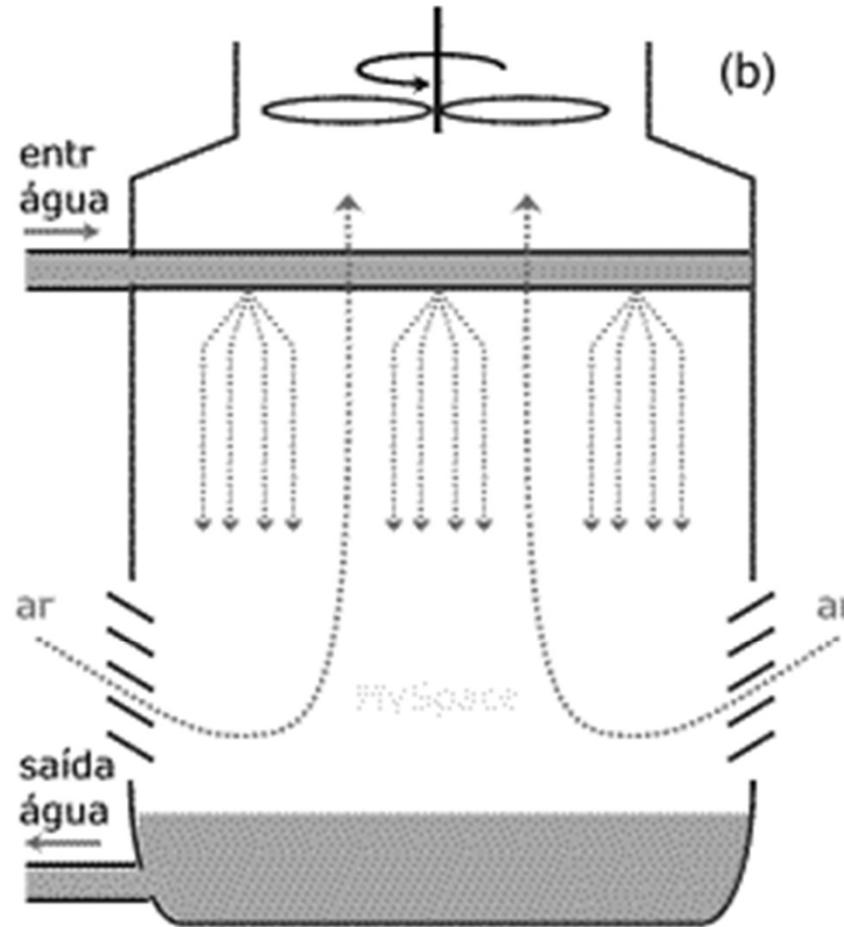
TORRES DE RESFRIAMENTO

- O princípio de funcionamento é bastante simples. Um ventilador no topo provoca um fluxo ascendente de ar que encontra o fluxo descendente da água. Na prática existem outros arranjos e também recursos para maximizar o contato do ar com a água, como chapas, colméias e outros.

TORRES DE RESFRIAMENTO

- Em muitos casos, torres formam uma espécie de central de resfriamento, isto é, os fluidos de vários equipamentos são resfriados por água que passa por trocadores tubulares e a água aquecida é resfriada por uma ou várias torres de resfriamento.

TORRES DE RESFRIAMENTO



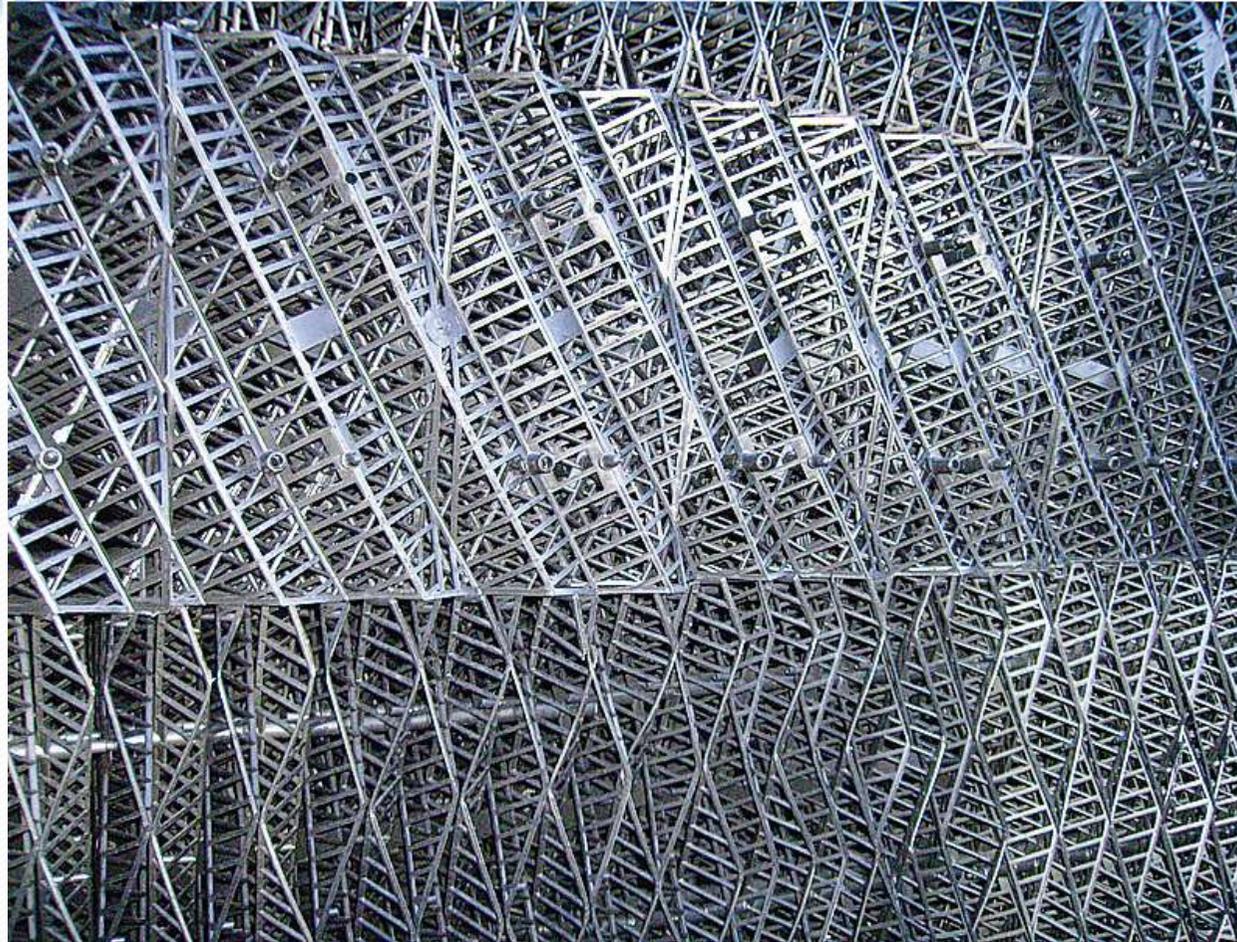
TORRES DE RESFRIAMENTO

- Na torre de resfriamento, o contato direto entre água e ar produz duas parcelas de troca de calor: a sensível devido ao aumento de temperatura do ar e a latente devido à evaporação da água.
- Considera-se uma torre de resfriamento ideal. Nela, não há troca através das paredes e o ar evapora o máximo possível de água, isto é, na saída ele tem a máxima quantidade de vapor d'água que pode conter, significando que está saturado.

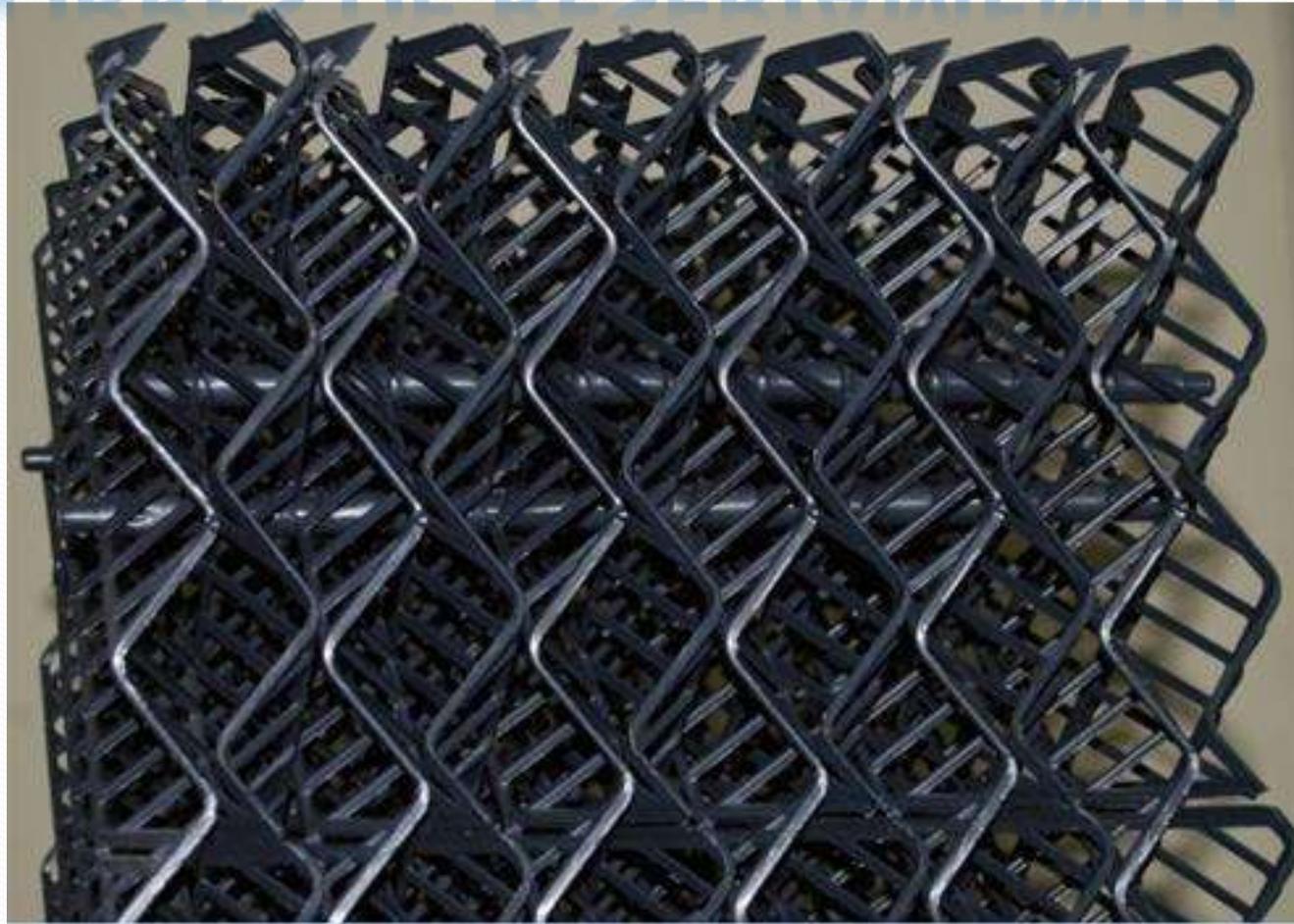
TORRES DE RESFRIAMIENTO



TORRES DE RESFRIAMIENTO



TORRES DE RESFRIAMIENTO



TORRES DE RESFRIAMIENTO

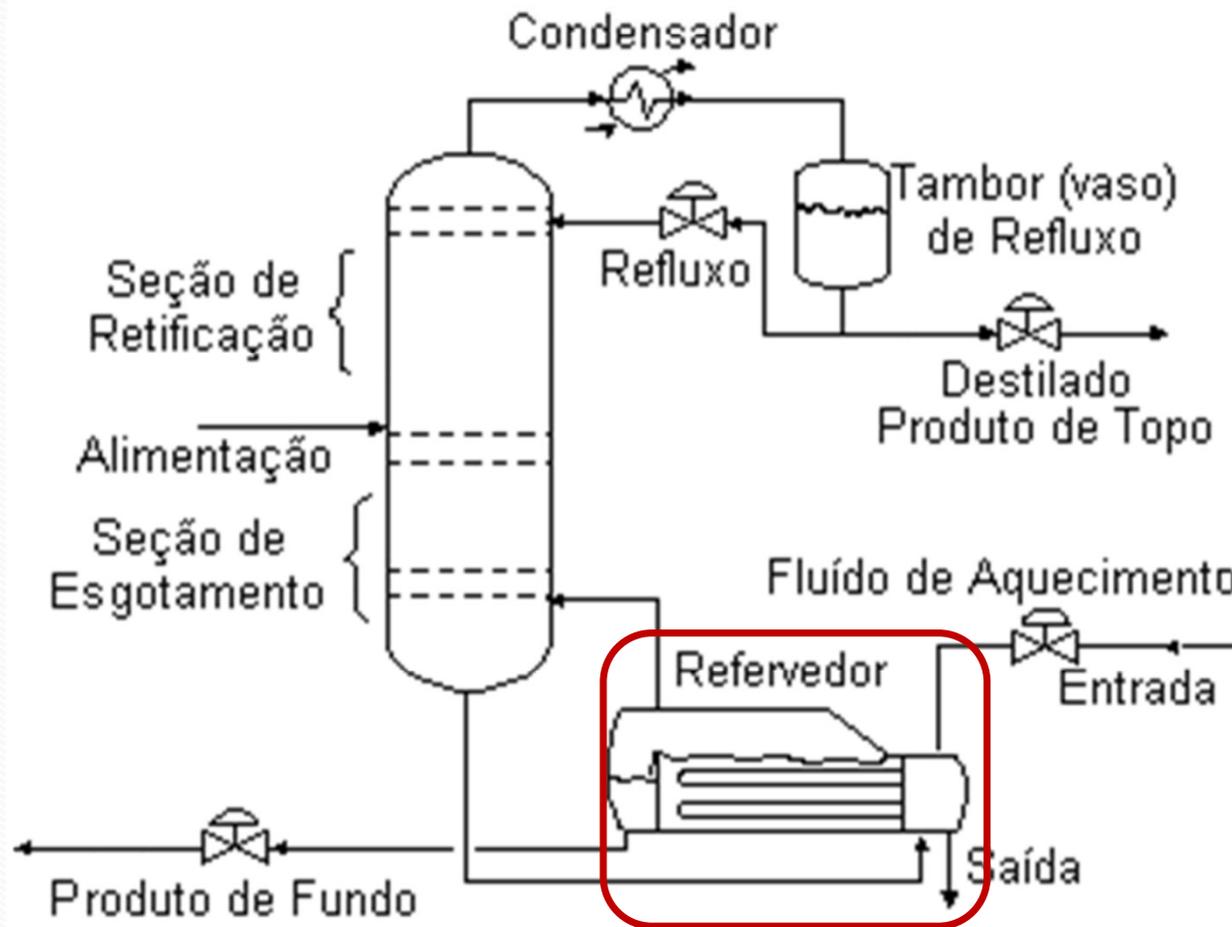


TORRES DE RESFRIAMENTO



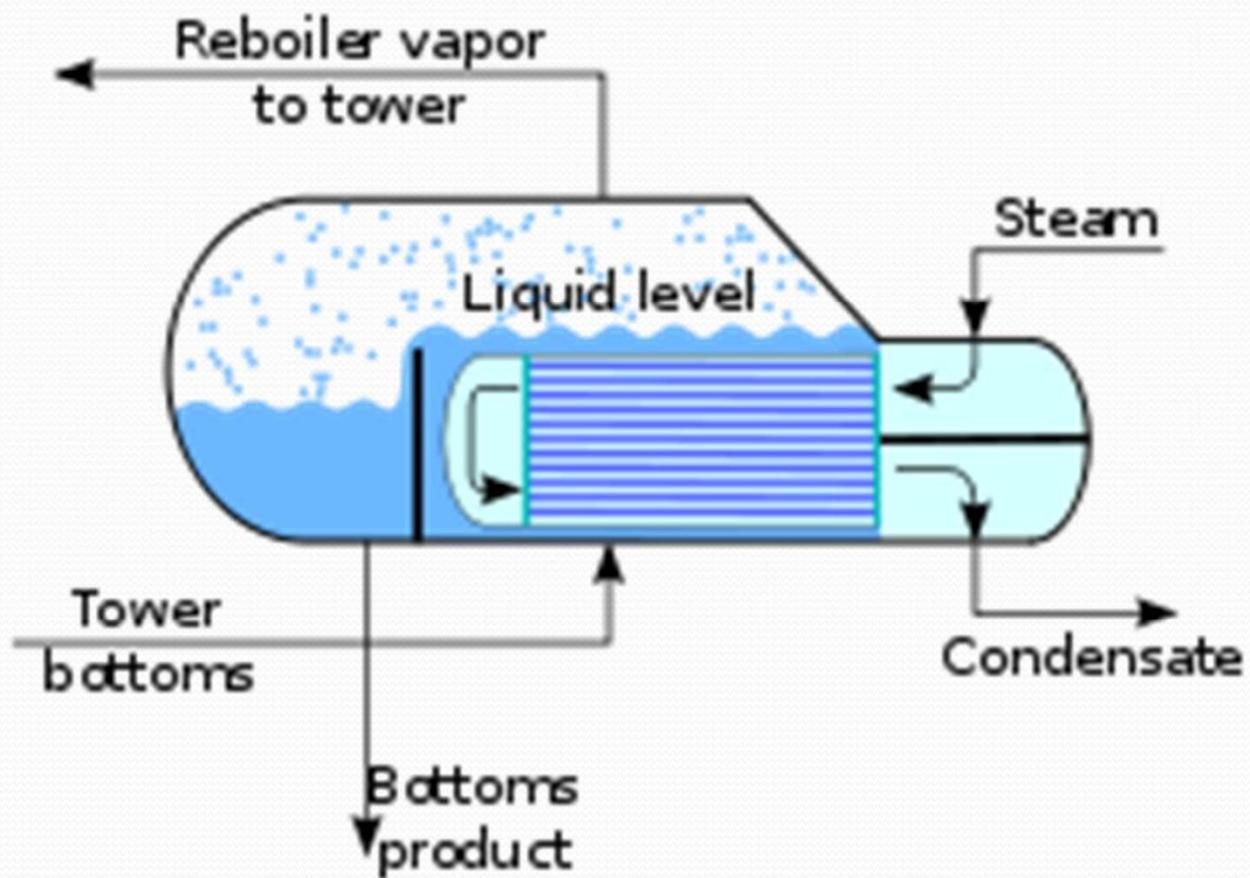
- 
- **EVAPORADORES**
 - **TORRES DE RESFRIAMENTO**
 - **REFERVEDORES**
 - **CONDENSADORES**
 - **CALDEIRAS**

REFERVEDORES

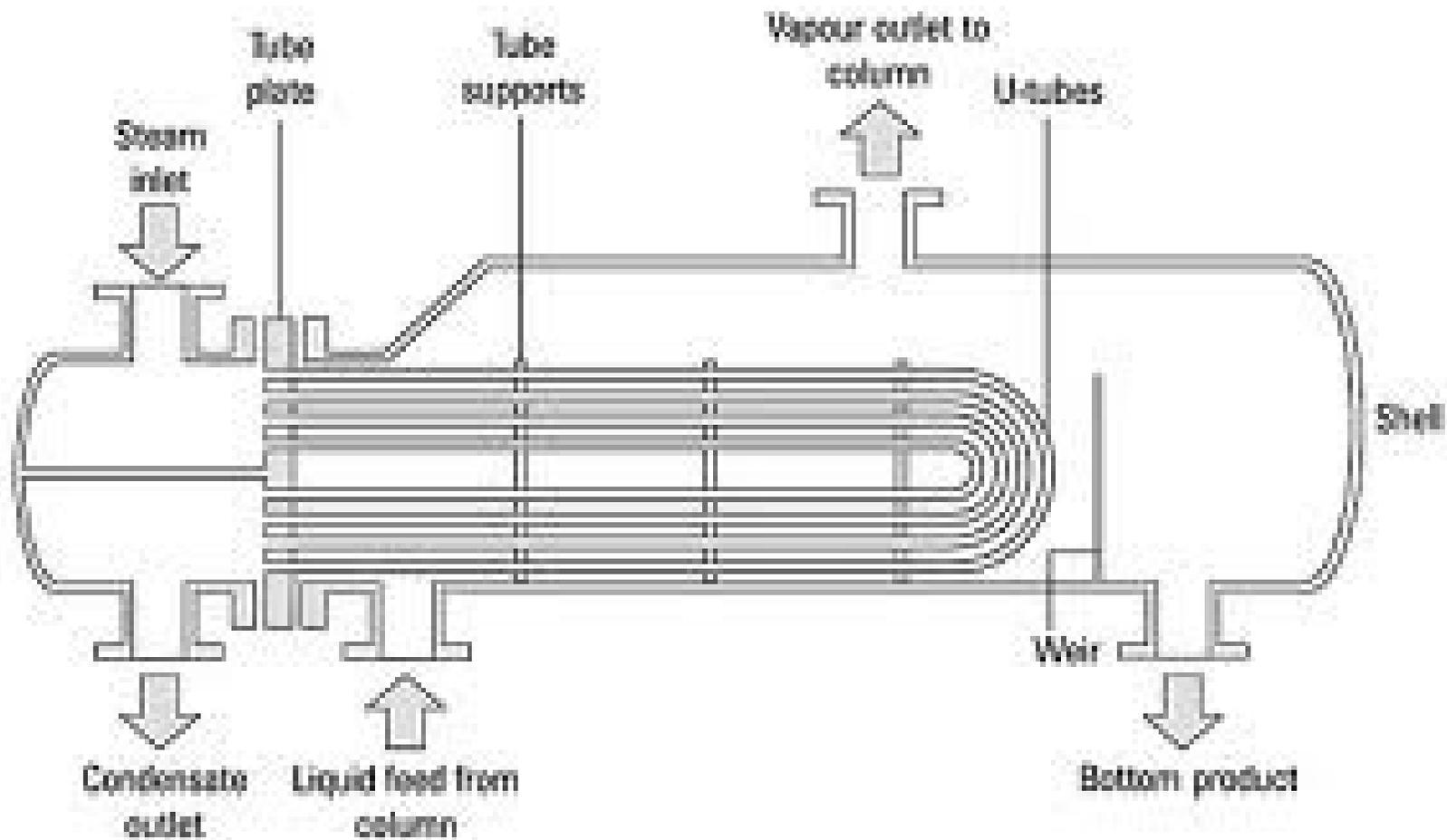


**Destilação
com
retificação**

REFERVEDORES



REFERVEDORES



REFERVEDORES



REFERVEDORES



REFERVEDORES

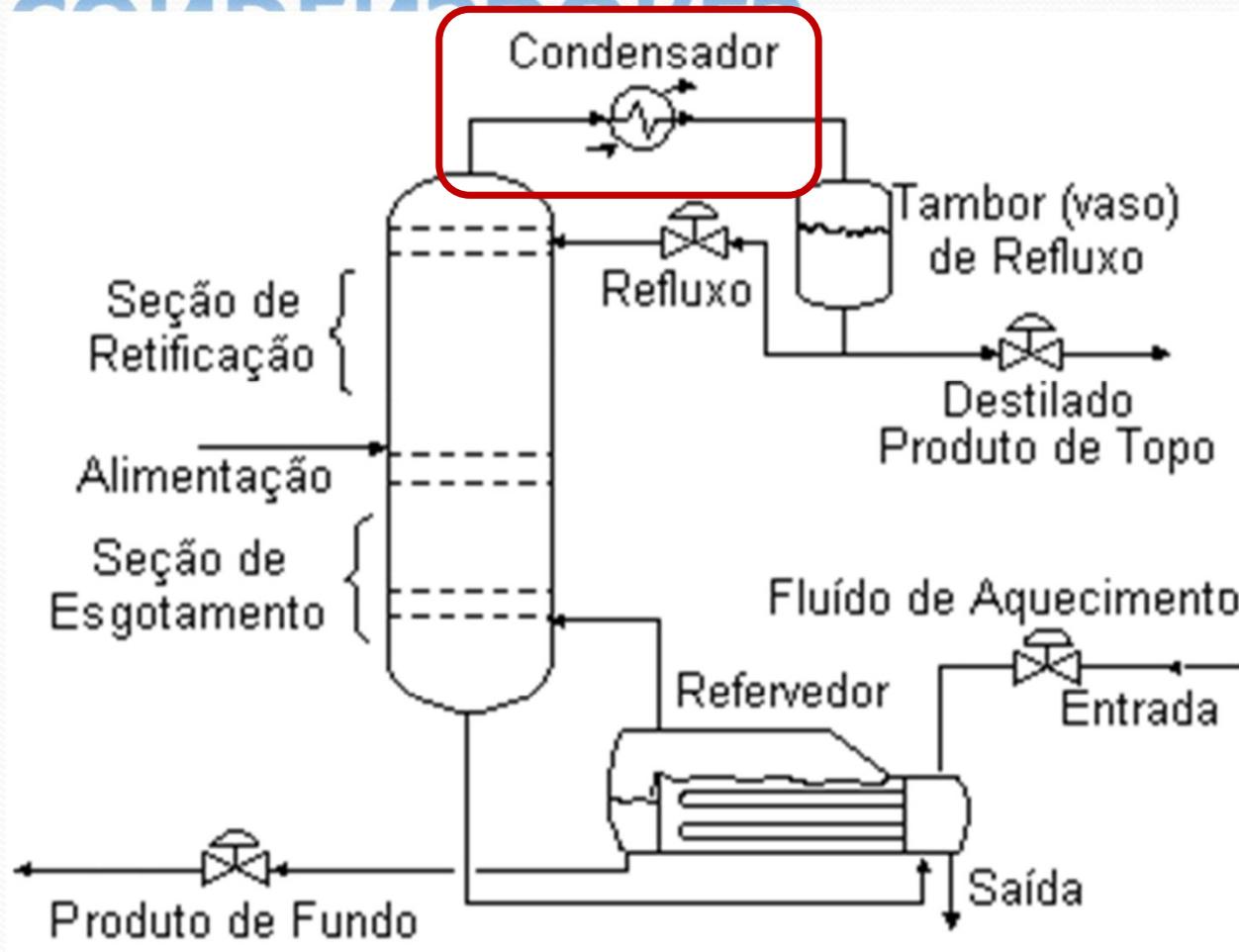
<https://youtu.be/E6fO3o-BGZw>

<https://youtu.be/MlrQyBmlmUY>

<https://youtu.be/wr0wnSH2xRY>

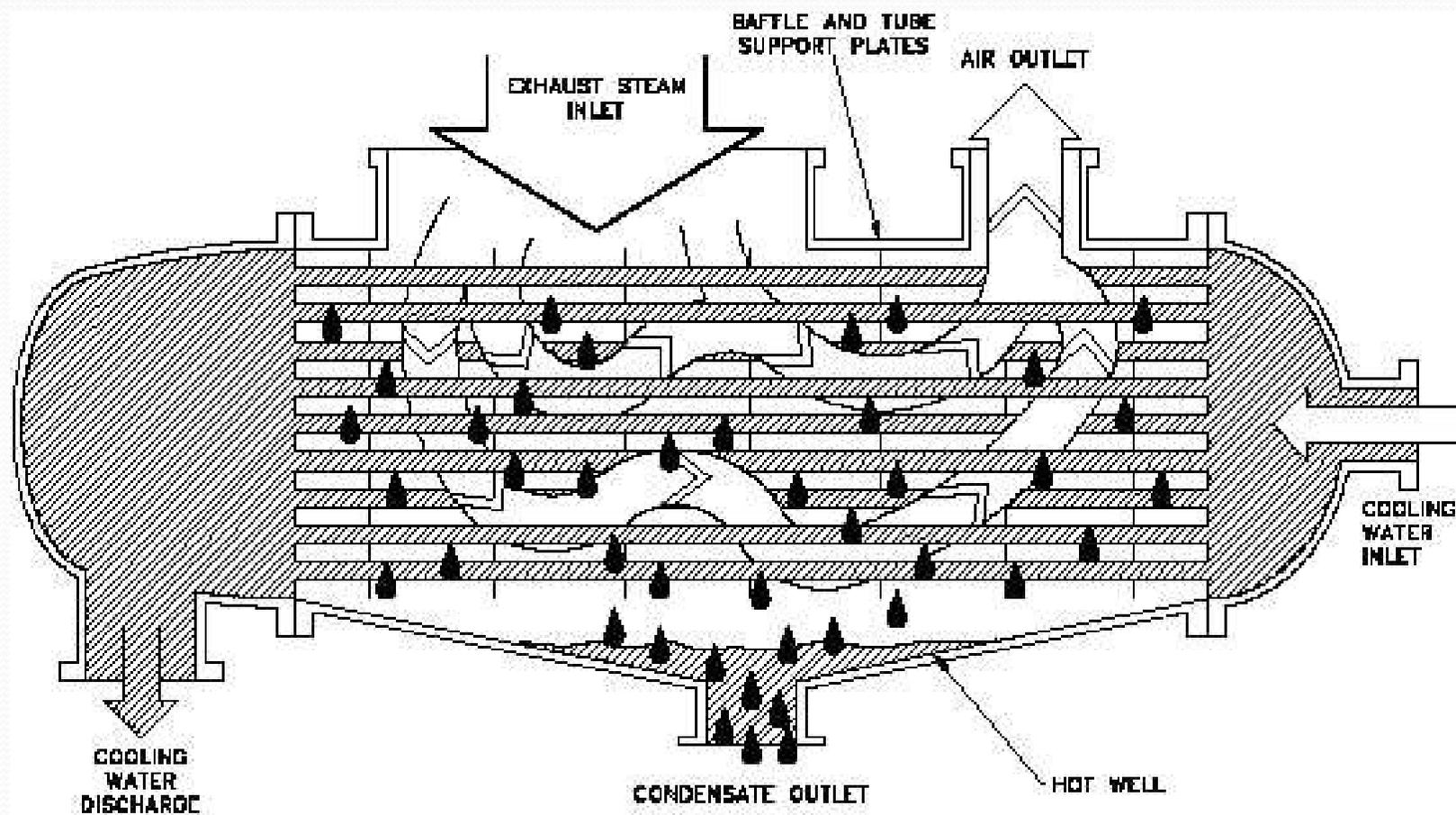
- 
- **EVAPORADORES**
 - **TORRES DE RESFRIAMENTO**
 - **REFERVEDORES**
 - **CONDENSADORES**
 - **CALDEIRAS**

CONDENSADORES

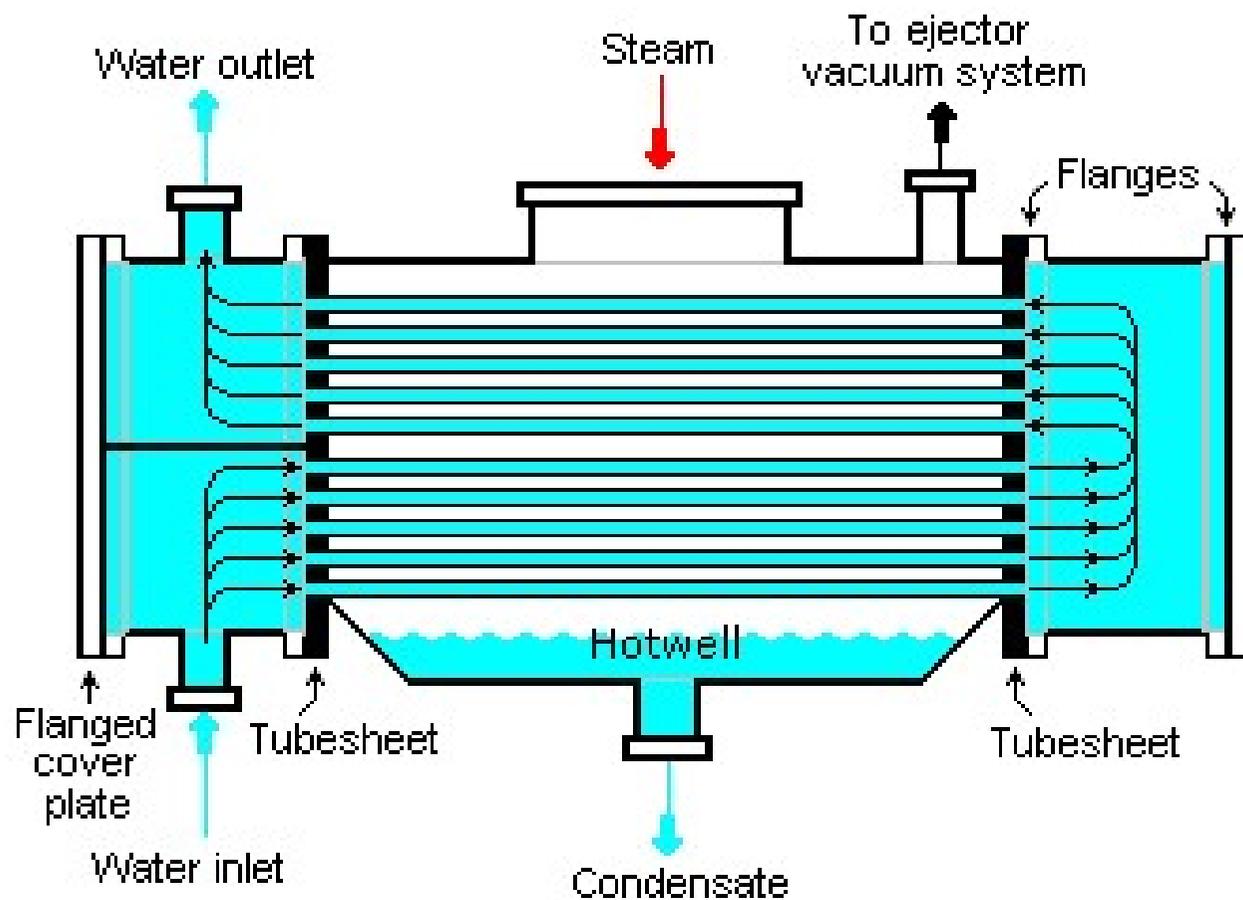


**Destilação
com
retificação**

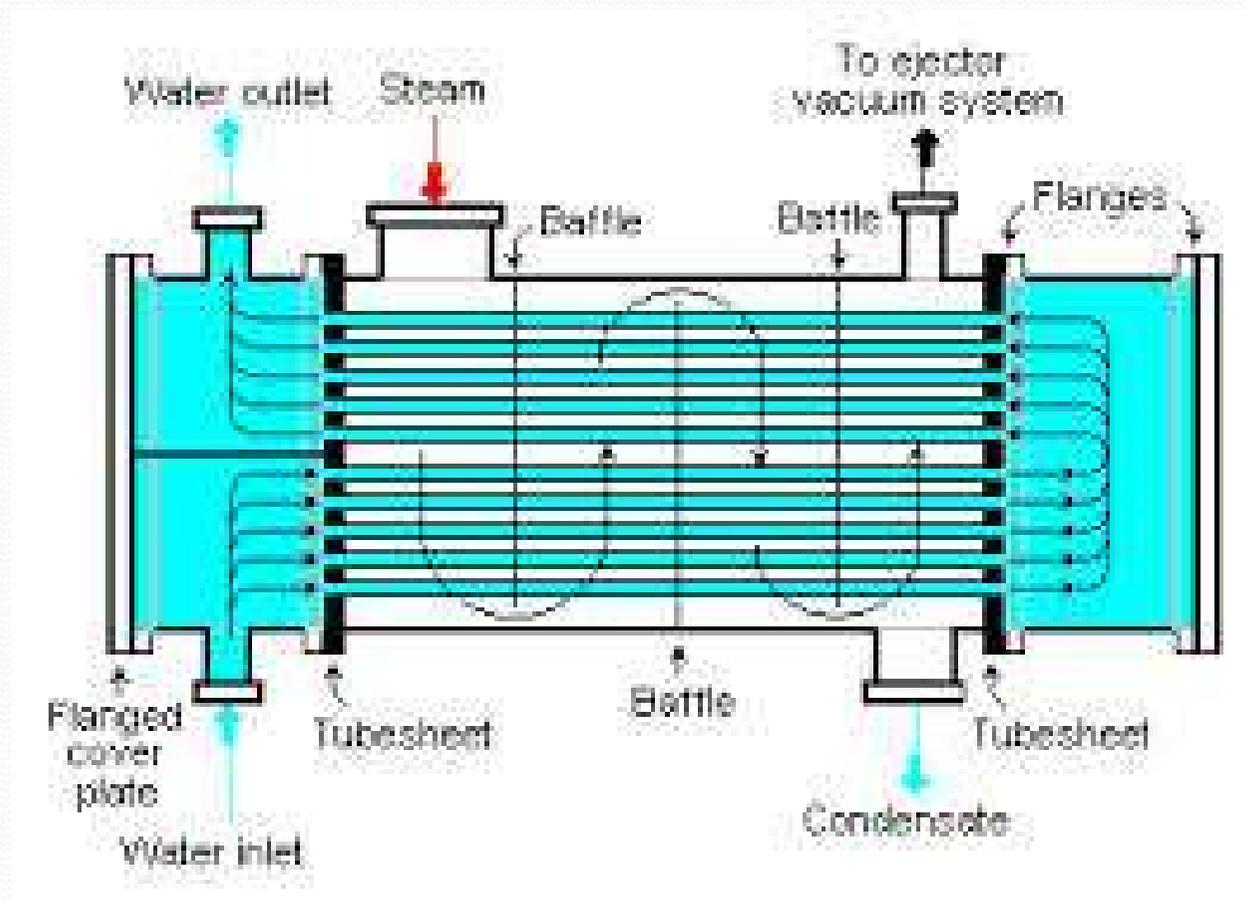
CONDENSADOR



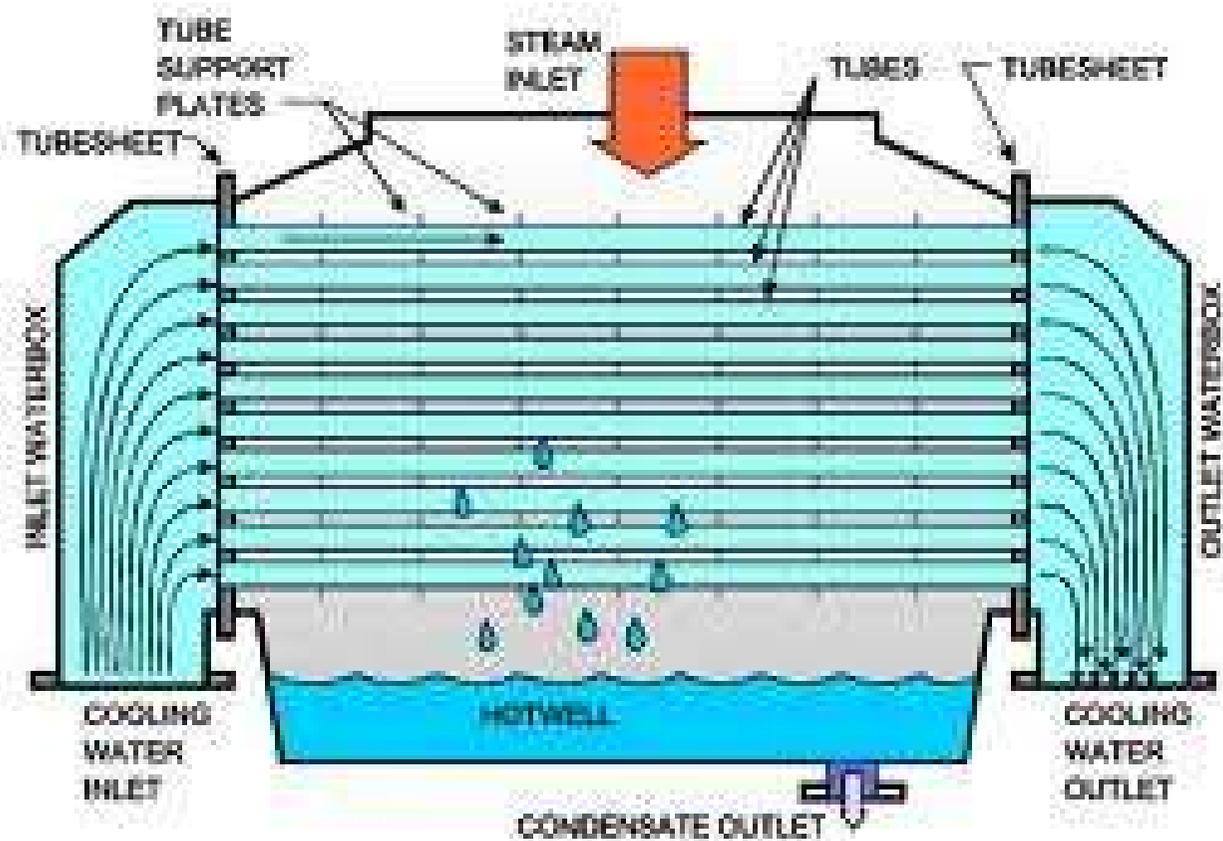
CONDENSADOR



CONDENSADOR



CONDENSADOR



CONDENSADOR

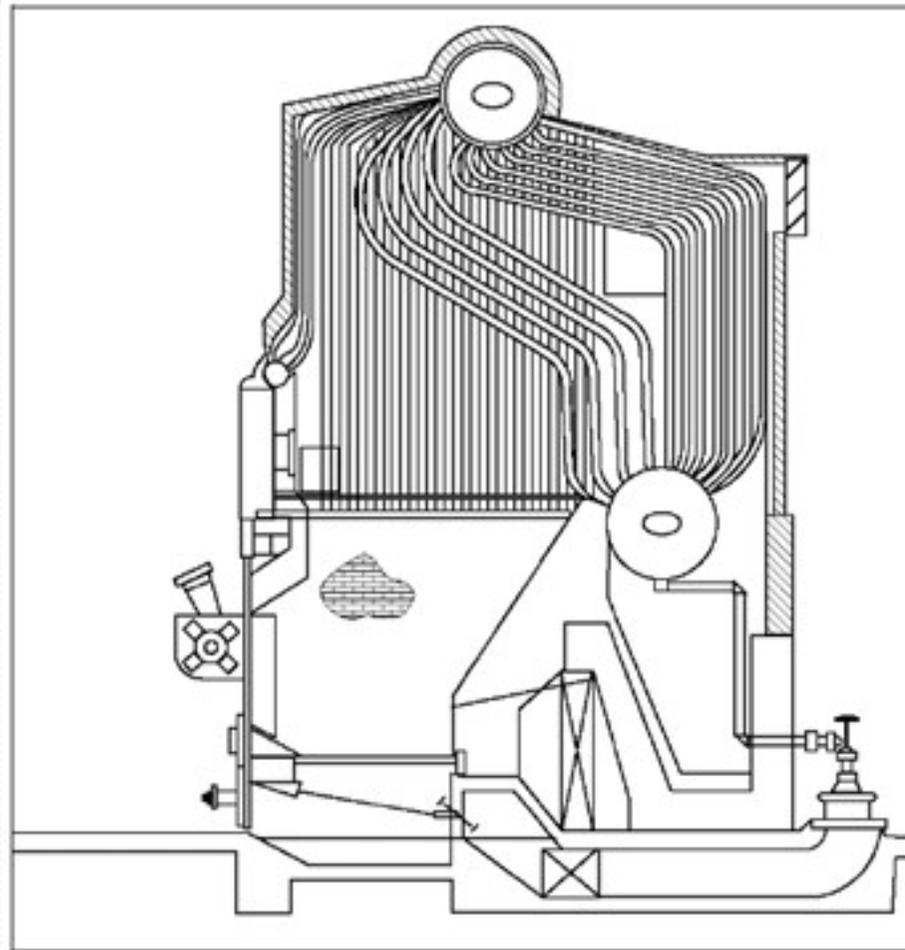


CONDENSADOR



- 
- **EVAPORADORES**
 - **TORRES DE RESFRIAMENTO**
 - **REFERVEDORES**
 - **CONDENSADORES**
 - **CALDEIRAS**

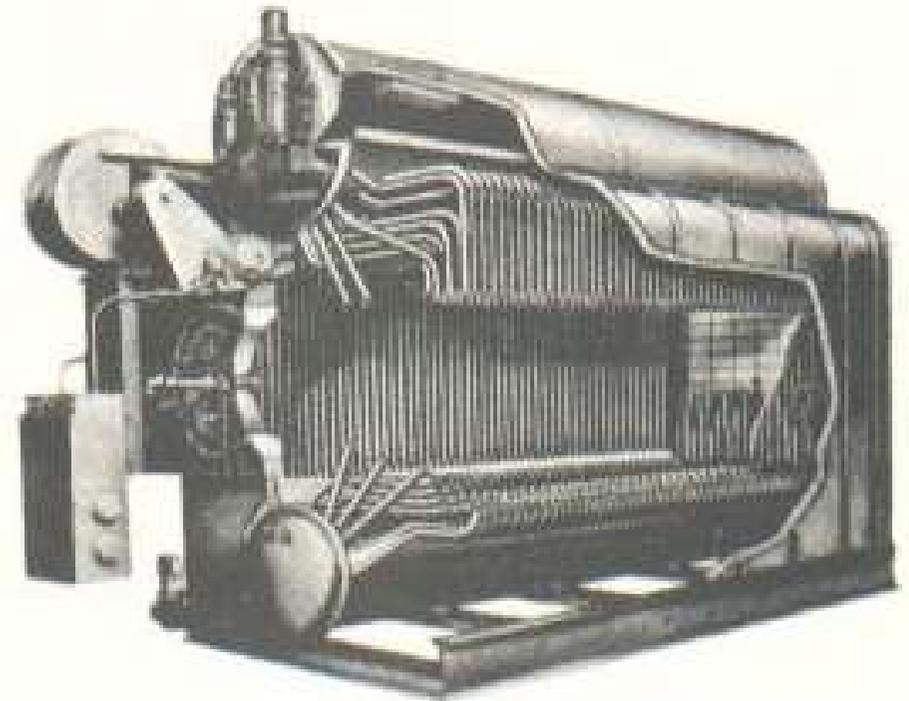
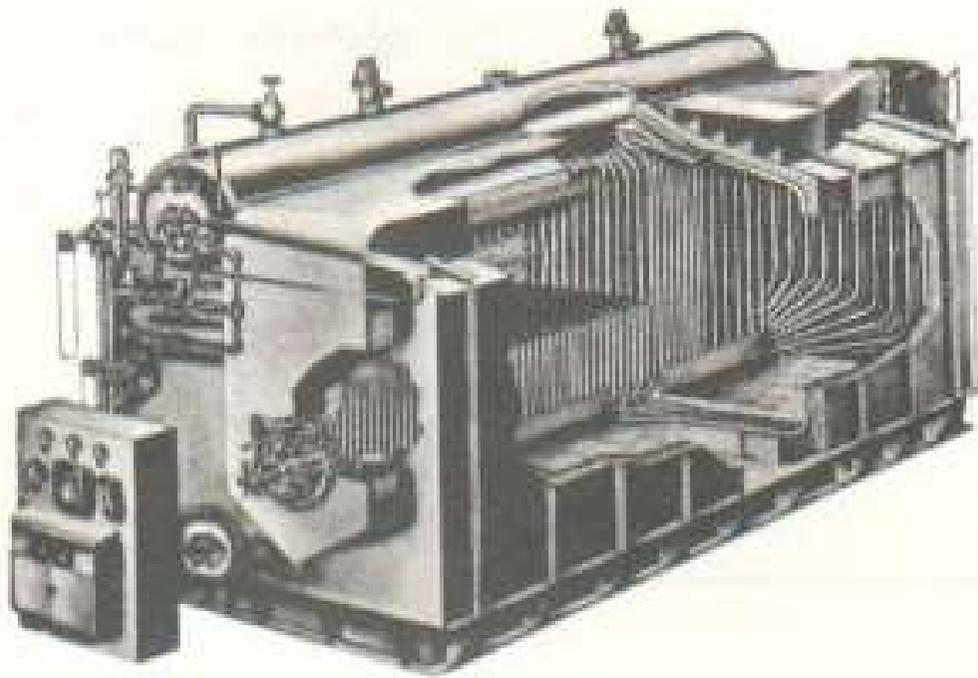
CALDEIRAS AQUATUBULARES



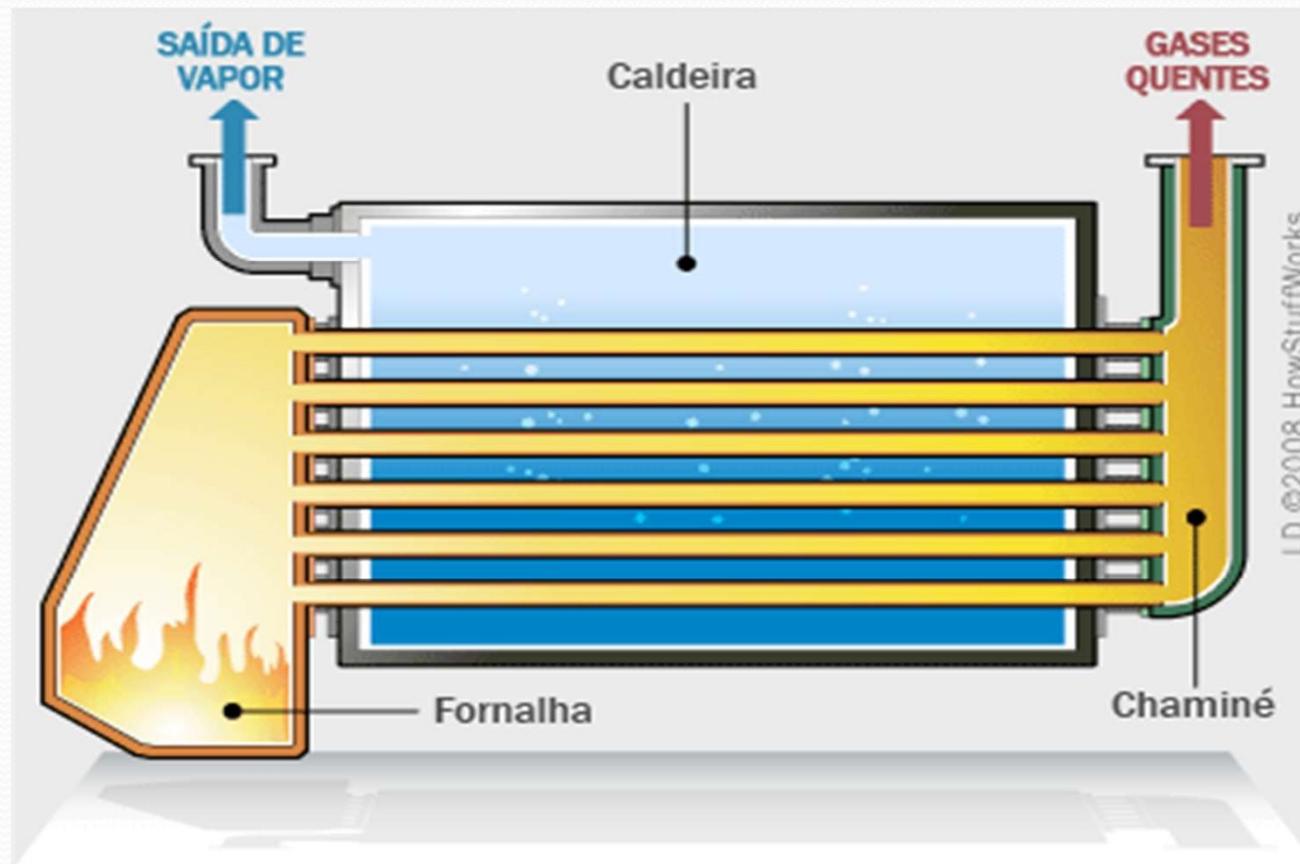
CALDEIRAS AQUATUBULARES



CALDEIRAS AQUATUBULARES



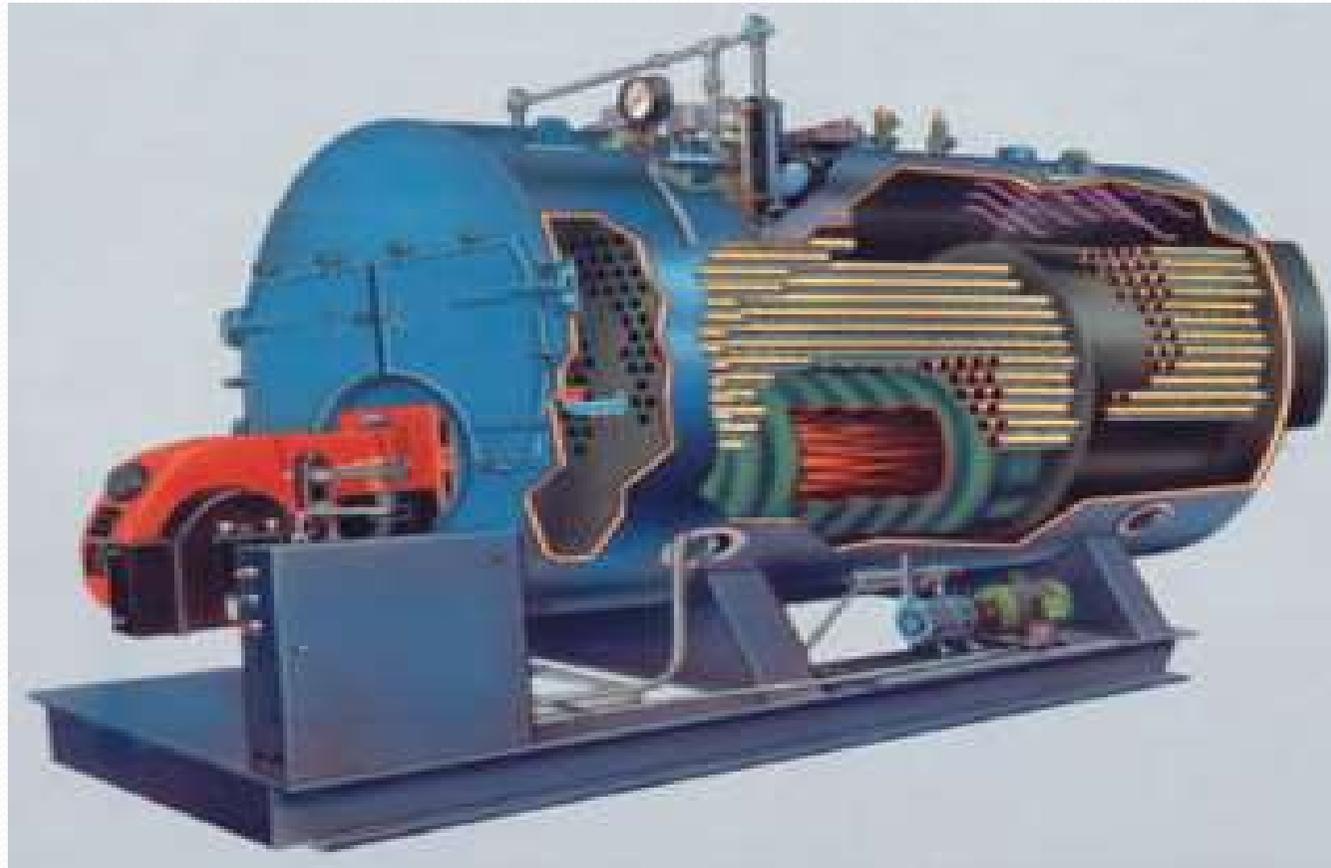
CALDEIRAS FLAMOTUBULARES



CALDEIRAS FLAMOTUBULARES



CALDEIRAS FLAMOTUBULARES



CALDEIRAS FLAMOTUBULARES



CALDEIRAS

https://youtu.be/PuERbBC_50o

<https://youtu.be/98u-bhwkUyA>