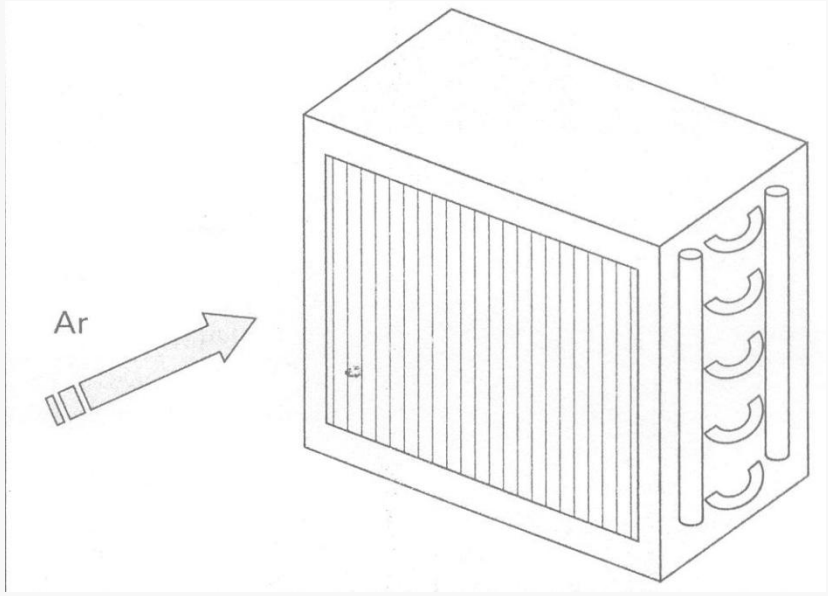
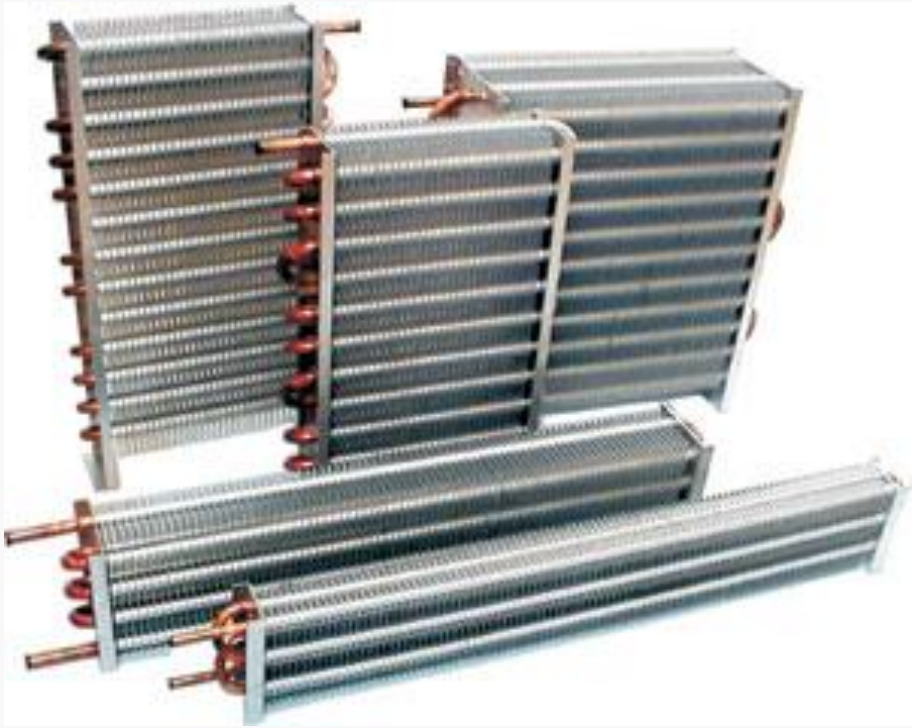
Condensadores

- Principais Tipos
  - Resfriados a ar – sistema de ar condicionado e refrigeração comercial



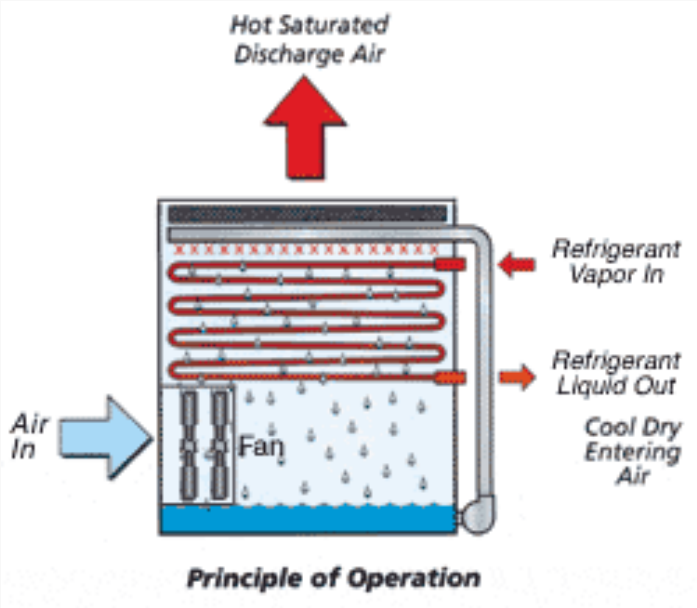


Condensadores

- Resfriados a água – sistema de ar condicionado e refrigeração comercial
  - Trocador casco e tubo – com água nos tubos
  - Trocador de placas
  - Trocador tube-in-tube (tubos concêntricos)

Condensadores

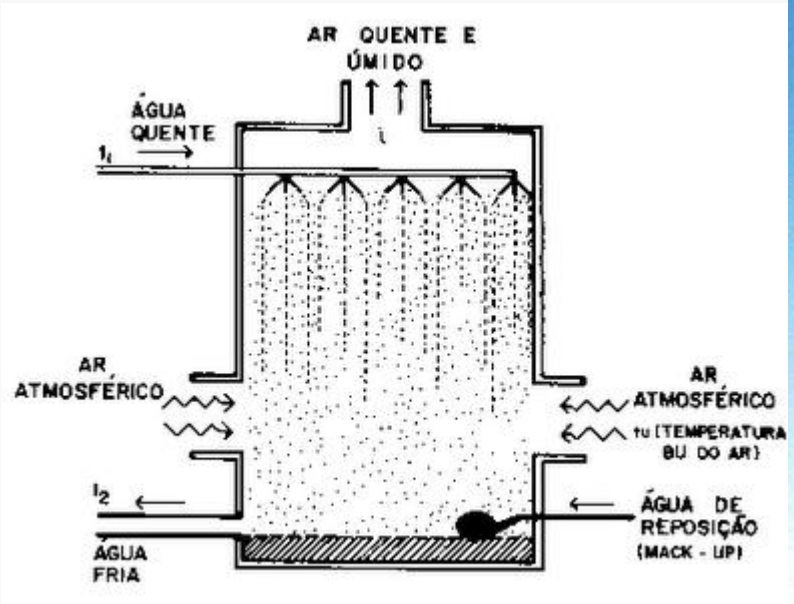
- Evaporativo – refrigeração industrial

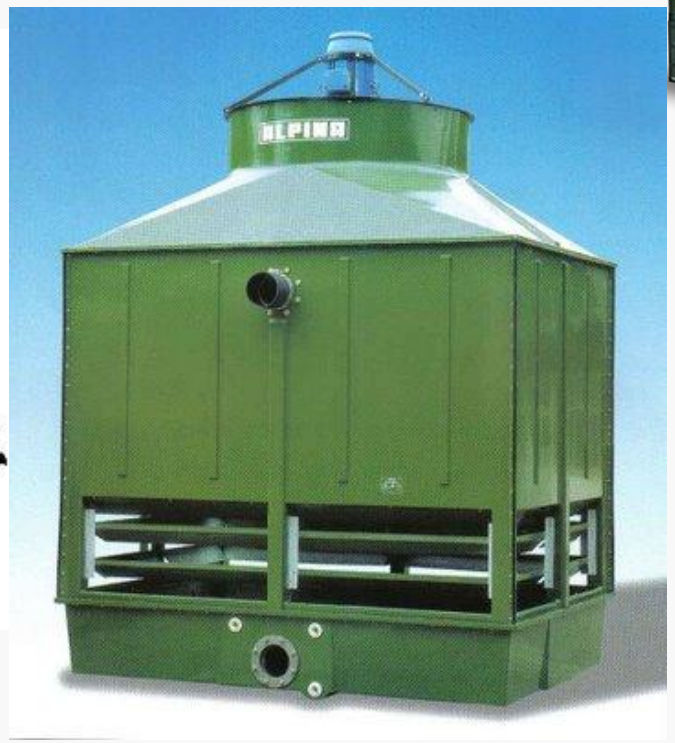


- Na refrigeração industrial é comum o uso de condensadores em paralelo e raro nos outros segmentos

Condensadores
Torres de Arrefecimento

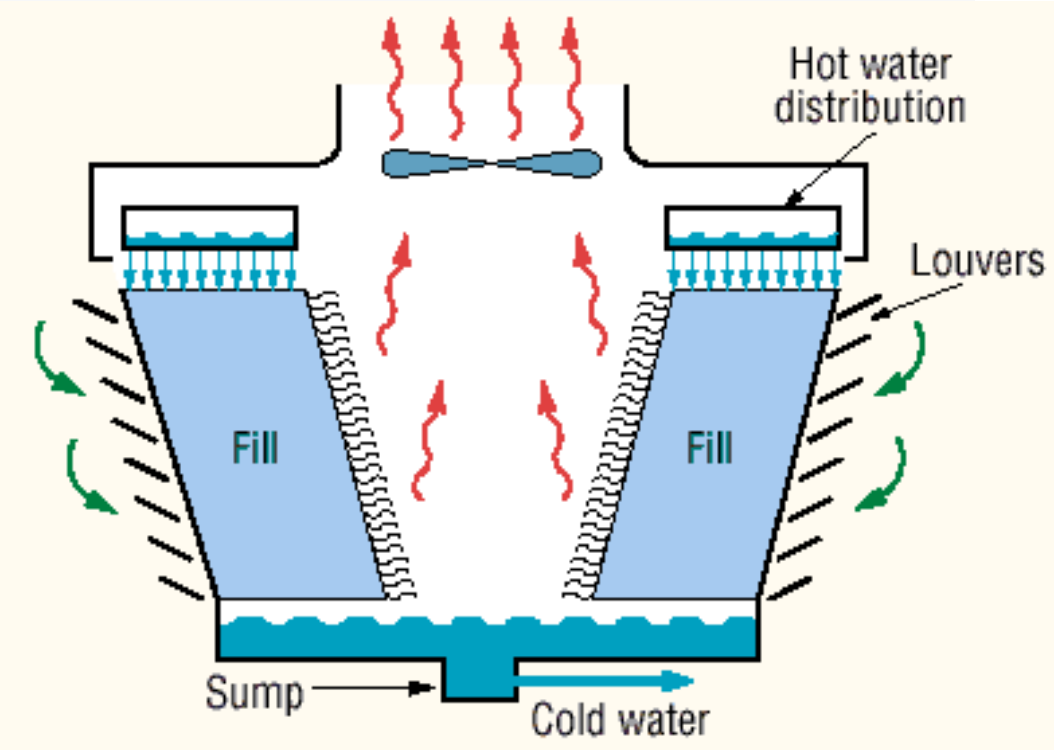
- Dois tipos
  - Contra-corrente





Condensadores
Torres de Arrefecimento

- Dois tipos
  - Corrente cruzada



Condensadores
Torres de Arrefecimento

- Processo na carta psicrométrica
  - O ar em contato com a superfície molhada (enchimento da torre) tende ao estado saturado à temperatura da superfície
  - Assim, incrementos na entalpia do ar devem ser acompanhados de reduções correspondentes da entalpia da água (e consequentemente de sua temperatura).

Condensadores
Torres de Arrefecimento

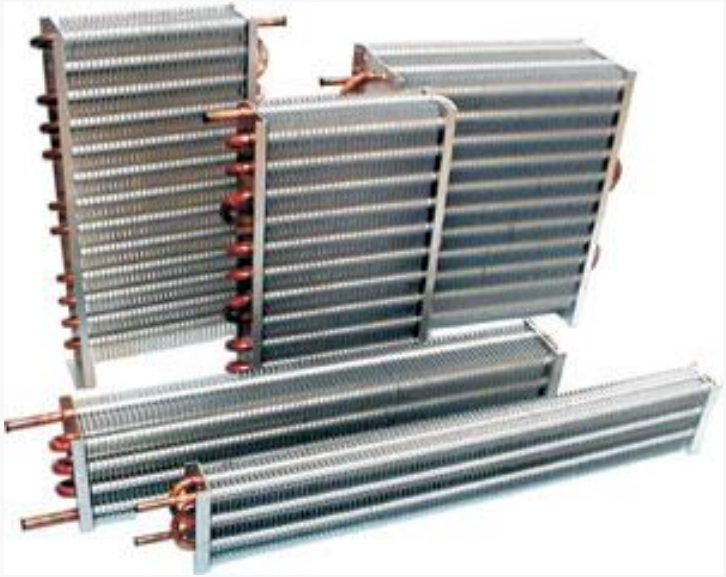
- Processo na carta psicrométrica
  - CASO A - Temp. da água é igual a TBU do ar
    - Processo ocorre com TBU constante
    - A variação de entalpia do ar é mínima
    - A temperatura da água permanece constante
    - Ocorre em resfriadores evaporativos, comuns em regiões áridas de baixa umidade
  - CASO B – Temp. da água é superior a TBU do ar
    - A entalpia do ar se eleva
    - Assim a água deve transferir calor para tal elevação, reduzindo a sua temperatura

Condensadores
Torres de Arrefecimento

- Processo na carta psicrométrica
  - A temperatura da água na saída da torre de arrefecimento tende a temperatura de bulbo úmido do ar de entrada.
  - Assim os catálogos de torres indicam a TBU do ar como única característica do ar ambiente que afeta o desempenho da torre.

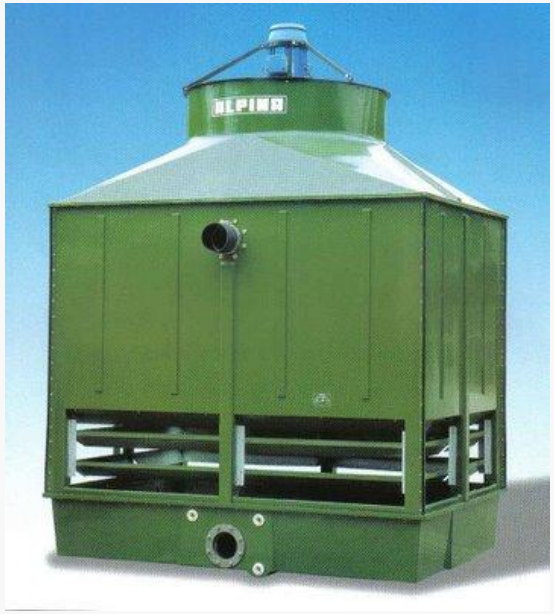
Condensadores

- Condensadores resfriados a ar
  - Menor custo inicial
  - Menor custo de manutenção
  - Maiores temperaturas de condensação (pois a referência é a TBS do ar) = menor eficiência do ciclo de refrigeração



Condensadores

- Condensadores resfriados a água
  - Menor temperatura de condensação (a referência é a TBU do ar) = maior eficiência do ciclo de refrigeração
  - Quando a distância é longa entre o compressor e o condensador, os resfriados a água são mais vantajosos que os evaporativos



Condensadores

- Condensadores evaporativos
  - É compacto
  - Permite operar com temperaturas de condensação inferiores aos resfriados a ar ou a água
  - São amplamente utilizados na refrigeração industrial
  - Menor temperatura de condensação = menor consumo de energia e menores temperaturas de descarga do compressor (fato importante quando temos amônia com gás refrigerante).

Condensadores Evaporativos

- No selecionamento do condensador evaporativo, três fatores são importantes:
  - TBU do ar – a capacidade do condensador reduz com o aumento da TBU do ar
  - Vazão de água – a capacidade do condensador aumenta com o aumento da vazão de água (dobrando a vazão aumenta 16% a capacidade)
  - Vazão de ar – a capacidade do condensador reduz com a redução da vazão de ar (reduzindo 50% a vazão, se reduz 42% a capacidade)

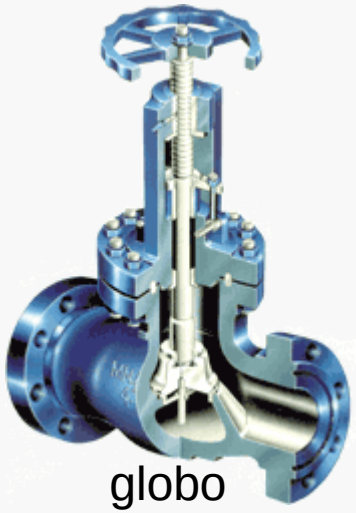
Condensadores Evaporativos

- Quando há uma redução na carga térmica, há uma redução da pressão de condensação, aumentando a eficiência do ciclo de refrigeração.
- Mas existem limites inferiores para a pressão de condensação.
- Para cargas superiores a 50% e TBU>15°C recomenda-se o uso do condensador a plena carga (reduz Tc).
- Para cargas inferiores a 50% ou TBU<15°C deve-se controlar a pressão de condensação (desativando condensadores que estão em paralelo, desativando ventiladores, ou reduzindo rotação dos ventiladores).

Válvulas

- Válvula de bloqueio de atuação manual
  - Aberta ou fechada
  - Função: isolar um determinado componente ou região do sistema
  - Tipos: globo, em ângulo, de esfera, de gaveta e de borboleta.

globo



globo

em ângulo

esfera

Válvulas

- Válvula de bloqueio de atuação manual

borboleta

gaveta

  - Gaveta e borboleta não apresentam boa vedação, por esta razão raramente são empregadas em sistemas de refrigeração.

Válvulas

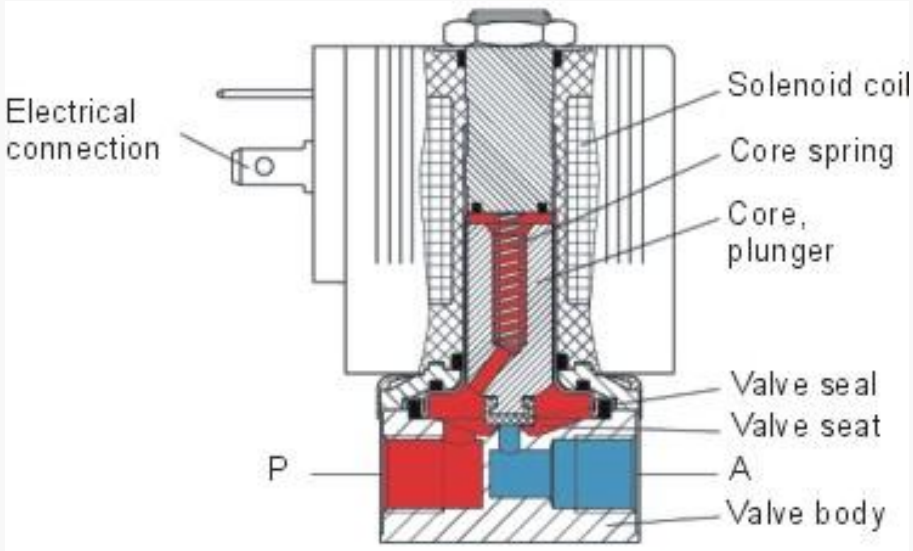
- Válvula de expansão manual ou válvula de balanceamento
  - São válvulas de controle = regulam a vazão
  - Válvulas de expansão manual tem duas utilizações: balanceamento ou associadas com válvulas de controle de nível

Válvulas

- Válvula de retenção
  - Permite o escoamento somente em um único sentido
  - Dois tipos: junta pivotada ou mola

Válvulas

- Válvula de solenóide
  - Válvula de bloqueio acionadas eletricamente
  - Podem ser normalmente fechadas (NF) ou normalmente abertas (NA)



Válvulas

- Válvula reguladora de pressão
  - Usada para controlar a pressão em um determinado equipamento ou tubulação
  - Existem as de ajuste manual, as de ajuste através de sinal pneumático, de sinal baseado em temperatura ou por sinal elétrico

Válvulas

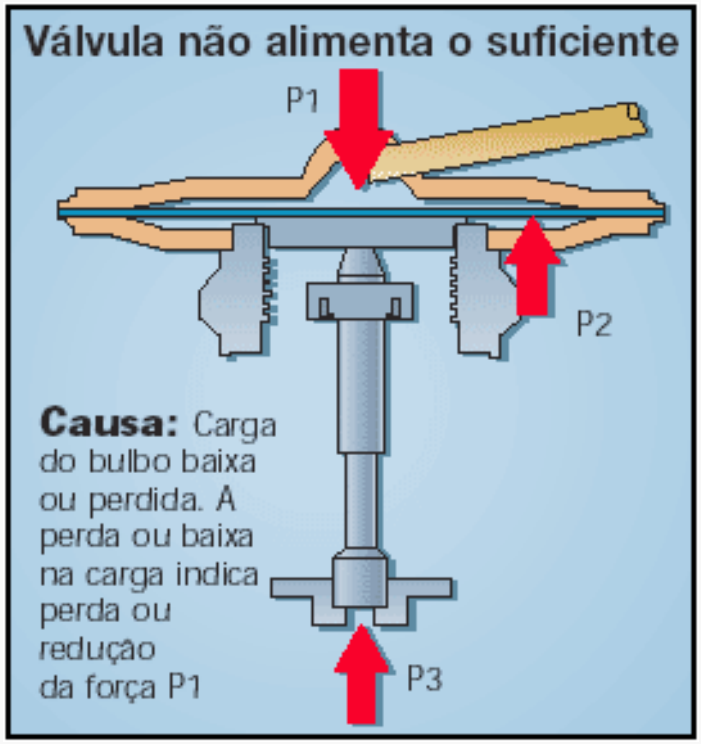
- Válvula controladora de nível
  - Em refrigeração industrial temos reservatórios onde se procura manter constante o nível do líquido. Ex.: separador de líquido, tanque de resfriador intermediário)
  - O controle de nível pode ser efetuado de dois modos: controle a montante ou controle a jusante.

Válvulas

- Válvula de expansão controladas por superaquecimento
  - São as mais utilizadas em instalações frigoríficas (ar condicionado e refrigeração comercial)
  - Conhecida por válvula de expansão termostática
  - Função: regular a vazão de refrigerante para o evaporador de modo a compensar a taxa com que o mesmo se evapora.

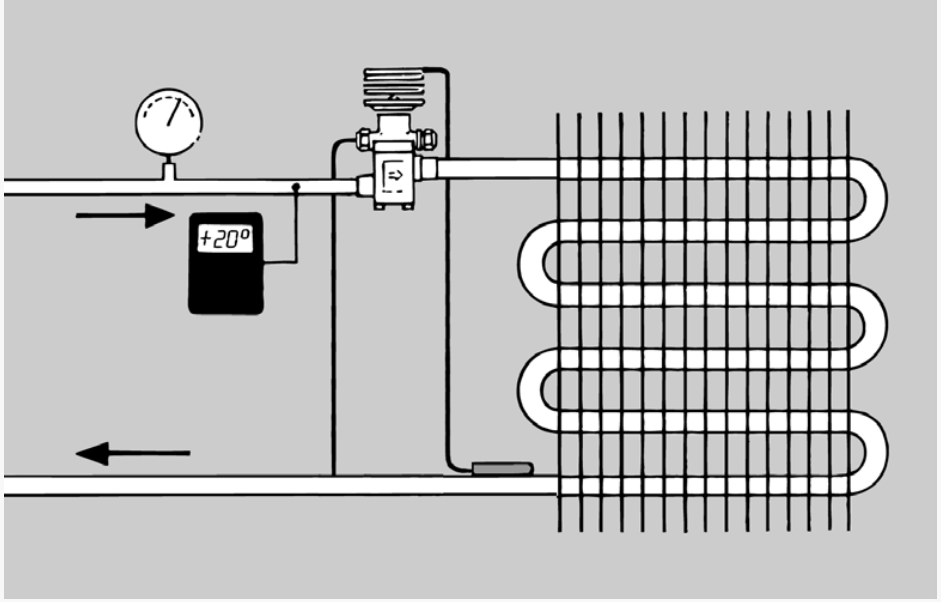
Válvulas

- Válvula de expansão controladas por superaquecimento
  - Ação das pressões sobre o diafragma
  - Controle proporcional



Válvulas

- Válvula de expansão controladas por superaquecimento
  - Quando a perda de carga do evaporador é considerável, existe a necessidade de usar uma válvula de expansão termostática com equalização externa de pressão.



Válvulas

- Aspectos negativos do emprego de válvulas termostáticas em sistemas com baixas temperaturas de evaporação:
  - A variação na Te pode resultar em superaquecimentos exagerados
  - Quando Te é muito baixa, cada grau de diferença de temperatura resulta em grande variações de capacidade de refrigeração e potência de compressão. Assim superaquecimento de 4 a 7°C pode ser muito elevado
  - Com amônia a vazão de refrigerante é diferente com relação aos demais refrigerantes, dificultando o ajuste da válvula
  - Sistemas de amônia usam tubos de aço, que dificultam a condução de calor entre o refrigerante e o bulbo da válvula

Outros dispositivos de expansão

- Tubo capilar
  - Reduz a pressão devido ao atrito do refrigerante com as paredes internas do tubo (perda de carga)
  - Diâmetro interno da ordem de 0,6 mm
  - O comprimento depende do tipo de fluido e da relação de compressão do sistema
  - Vantagem=equalização de pressão= menor torque de partida do compressor
  - Vantagem= menor custo

Outros dispositivos de expansão

- Orifício
  - Reduz a pressão devido a perda de carga introduzida ao escoamento.