

Compressores

- Na refrigeração industrial e no condicionamento de ar são utilizados praticamente todos os tipos e compressores:
 - Alternativos
 - Rotativos de parafusos
 - Rotativos Scroll
 - Rotativos de palhetas
 - Centrífugos

Compressores

- De acordo com os aspectos construtivos os compressores podem ser:
 - **Tipo aberto** – eixo de acionamento atravessa a carcaça, sendo acionado por um motor exterior.
 - **Tipo semi-hermético** – a carcaça aloja tanto o compressor quanto o motor de acionamento. Permite a desmontagem.
 - **Tipo hermético** – a carcaça aloja tanto o compressor quanto o motor de acionamento. Mas não permite a desmontagem.
- Os semi-herméticos e os herméticos não necessitam de selo de vedação para o eixo, mas podem perder um pouco de eficiência em virtude do aquecimento do refrigerante pelo enrolamento do motor

Compressores



aberto

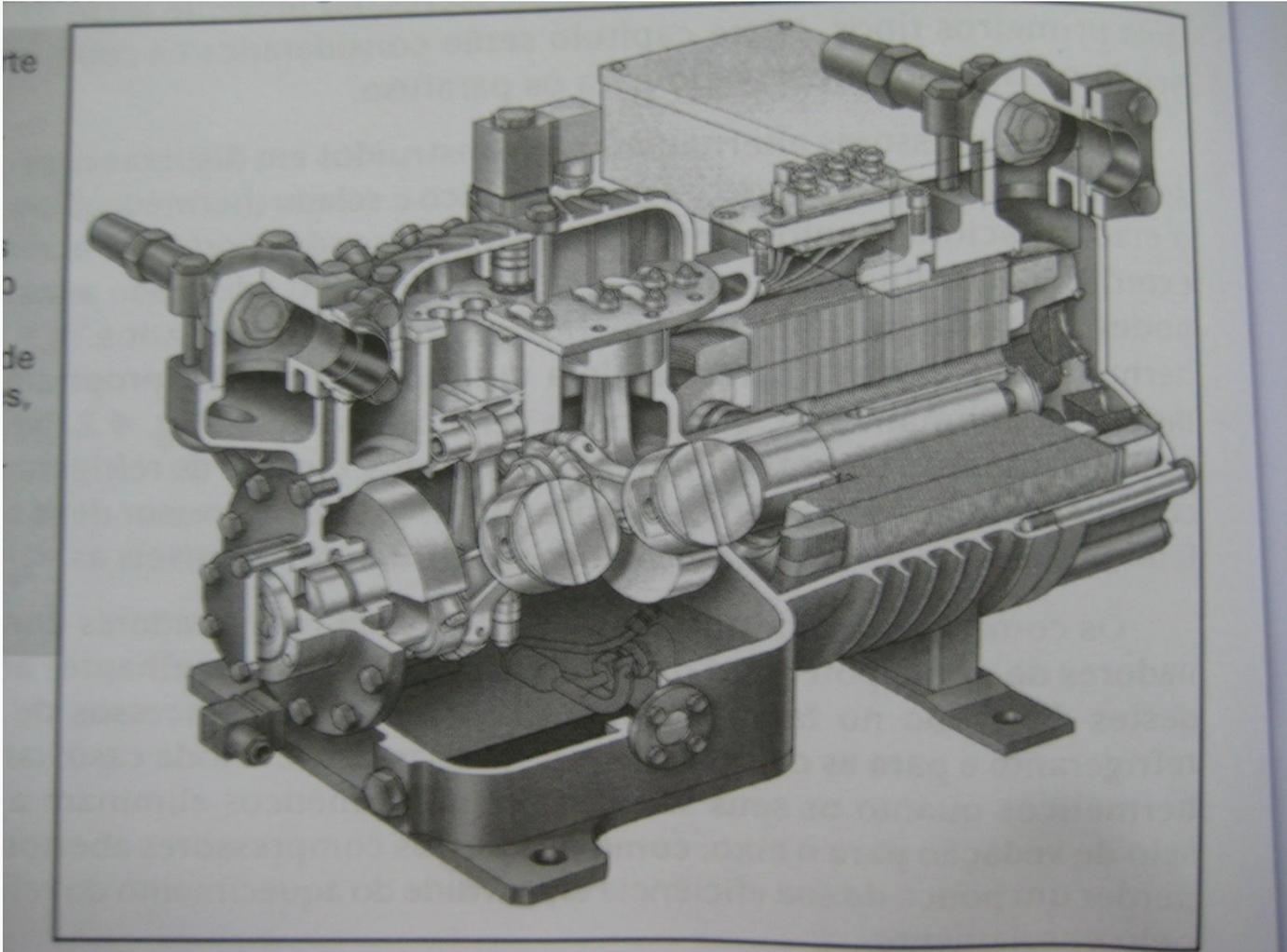


Semi-hermético



hermético

Compressores



Semi-hermético

Compressor Alternativo

- Rendimento volumétrico

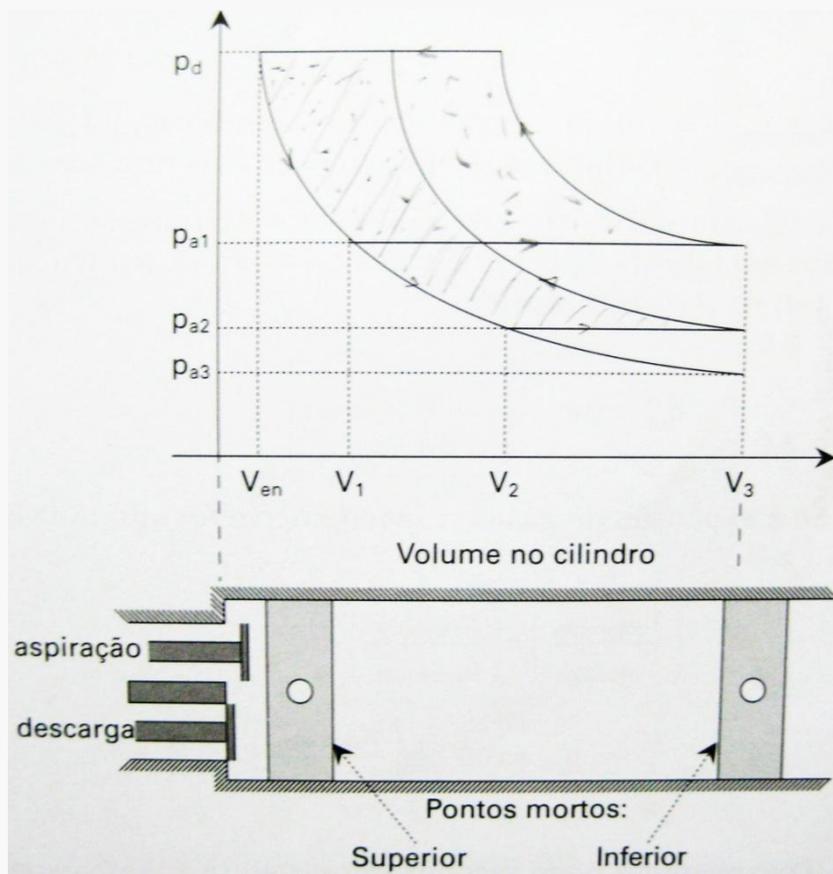
- Rendimento volumétrico efetivo.

$$\eta_{vr} = 100 \cdot \frac{\text{vazão volumétrica que entra no compressor, m}^3/\text{s}}{\text{taxa de deslocamento, m}^3/\text{s}}$$

- Taxa de deslocamento é o volume varrido pelos pistões durante o seu curso

Compressor Alternativo

- Rendimento volumétrico de espaço nocivo



$$\text{Fração de espaço nocivo} \\ \varepsilon = 100 \cdot [V_{en} / (V_3 - V_{en})]$$

$$\text{Rendimento de espaço nocivo} \\ \eta_{en} = 100 \cdot [(V_3 - V_1) / (V_3 - V_{en})]$$

$$\text{Rendimento de espaço nocivo} \\ \eta_{en} = 100 - \varepsilon [(V_1/V_{en}) - 1]$$

Compressor Alternativo

- Rendimento volumétrico de espaço nocivo

$$\dot{V} = \dot{m} \cdot v$$

- Como a massa é constante durante a expansão do gás do espaço nocivo

$$V_1/V_{en} = v_{sucção} / v_{descarga}$$

$$\eta_{en} = 100 - \epsilon [(v_{sucção}/v_{descarga}) - 1]$$

Compressor Alternativo

□ Desempenho de um compressor ideal

- Compressor ideal = compressão e expansão isoentrópicas
- A expansão do gás retido no espaço nocivo é o único fator que afeta a eficiência volumétrica do compressor ideal
- Neste caso,

$$\dot{m} = \dot{V} / v_{\text{sucção}}$$

- Onde

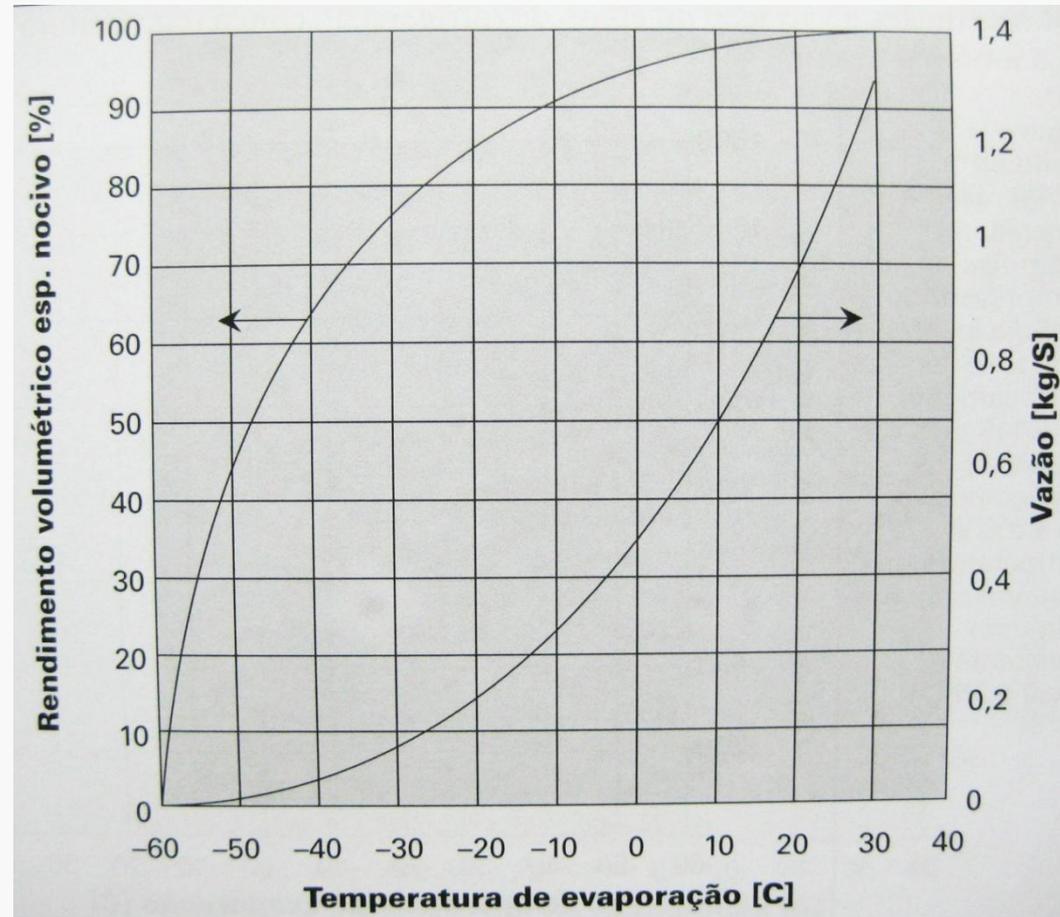
$$\dot{V} = \eta_v \cdot \text{taxa de deslocamento} / 100$$

- Se $\eta_v = \eta_{\text{en}}$

$$\dot{m} = (\text{taxa de deslocamento}) \cdot \eta_{\text{en}} / (100 \cdot v_{\text{sucção}})$$

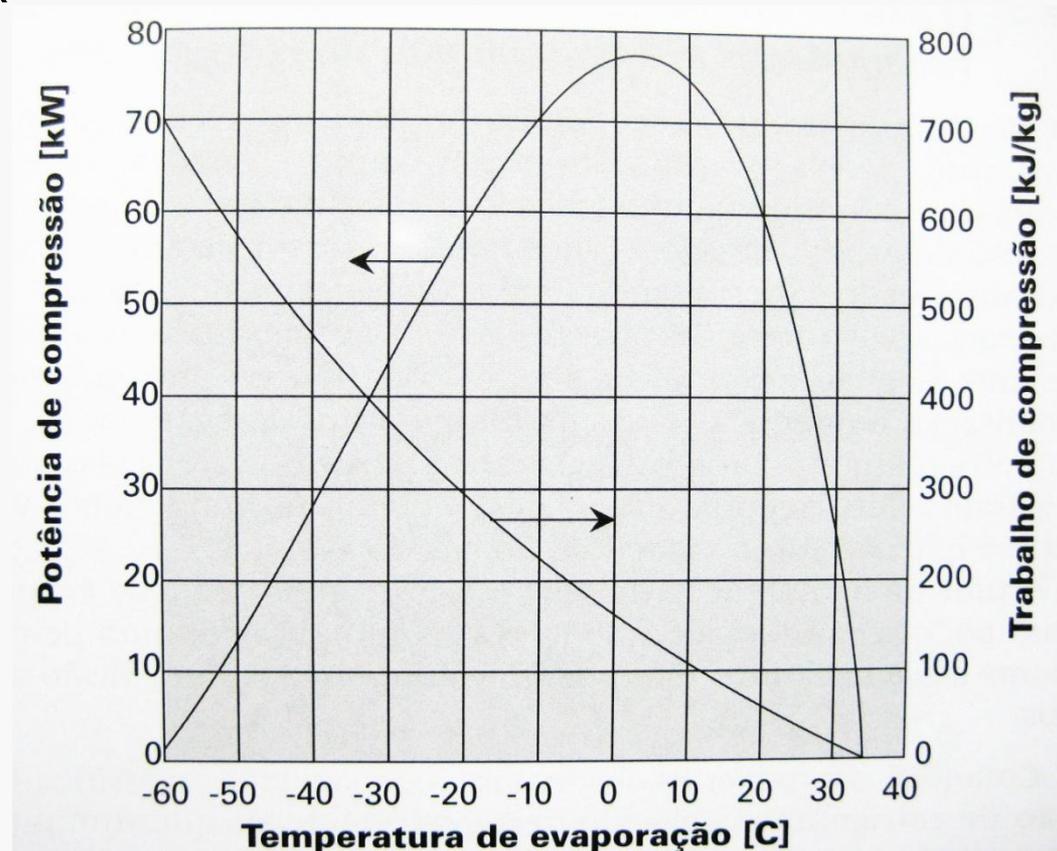
Compressor Alternativo

- Efeito da temperatura de evaporação sobre o fluxo de massa de refrigerante
 - Compressor de amônia
 - $\varepsilon = 4\%$
 - Taxa de deslocamento = $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $T_c = 35^\circ\text{C}$ fixa



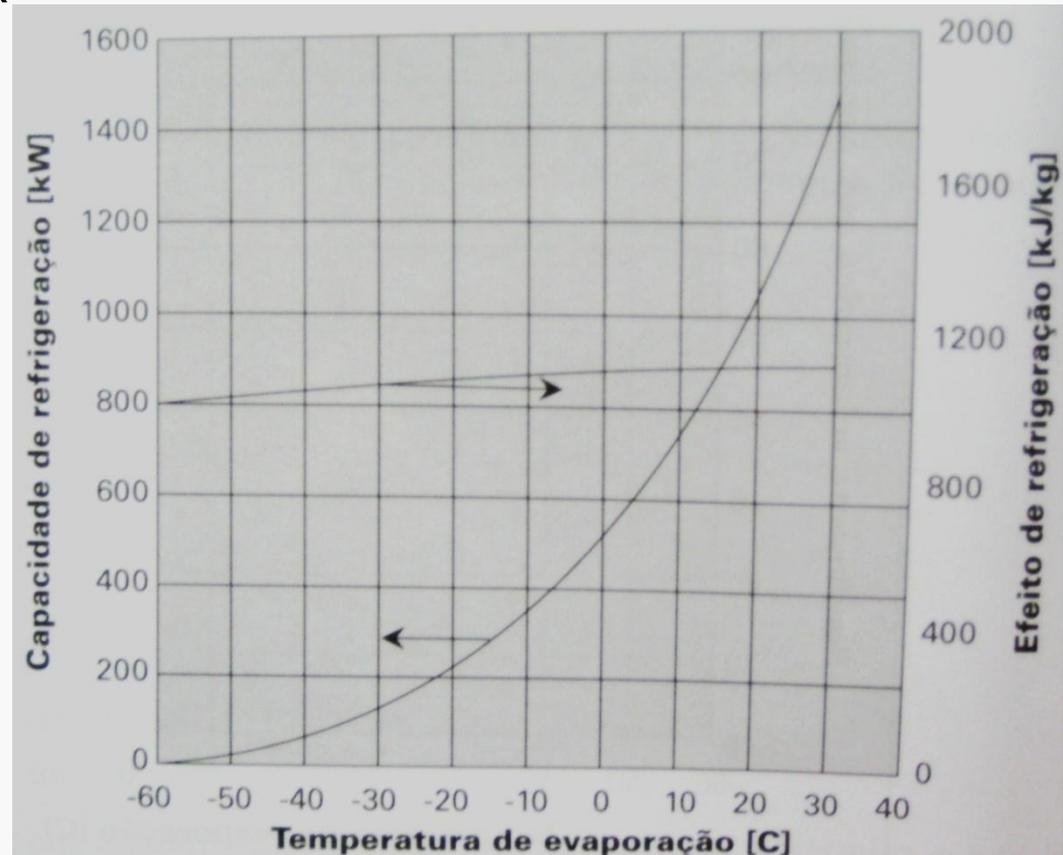
Compressor Alternativo

- Efeito da temperatura de evaporação sobre a potência de compressão
 - Compressor de amônia
 - $\varepsilon = 4\%$
 - Taxa de deslocamento = $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $T_c = 35^\circ\text{C}$ fixa



Compressor Alternativo

- Efeito da temperatura de evaporação sobre a capacidade de refrigeração
 - Compressor de amônia
 - $\varepsilon = 4\%$
 - Taxa de deslocamento = $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
 - $T_c = 35^\circ\text{C}$ fixa



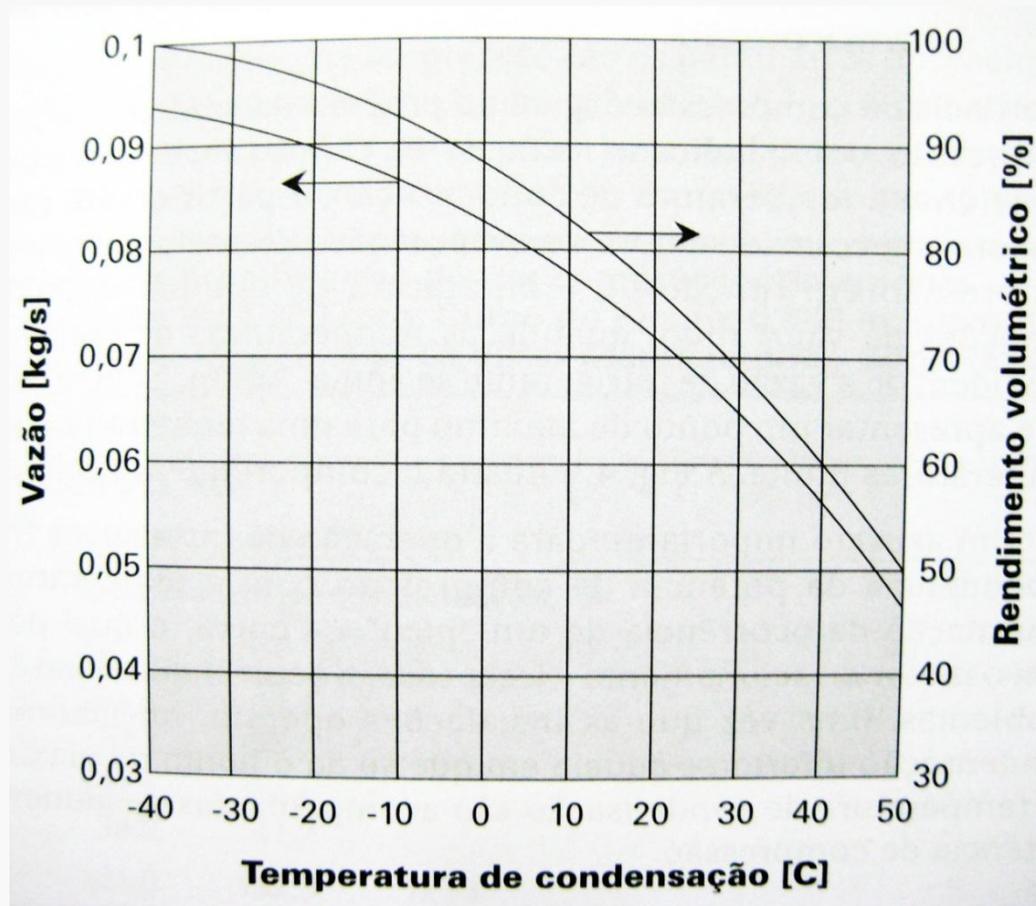
Compressor Alternativo

- Efeito da temperatura de evaporação sobre o COP e a vazão em volume por kW de refrigeração
 - Compressor de amônia
 - $\varepsilon = 4\%$
 - Taxa de deslocamento
= 0,146 m³/s
 - $T_c = 35^\circ\text{C}$ fixa

Compressor Alternativo

□ Efeito da temperatura de condensação sobre o fluxo de massa do refrigerante e a o rendimento volumétrico

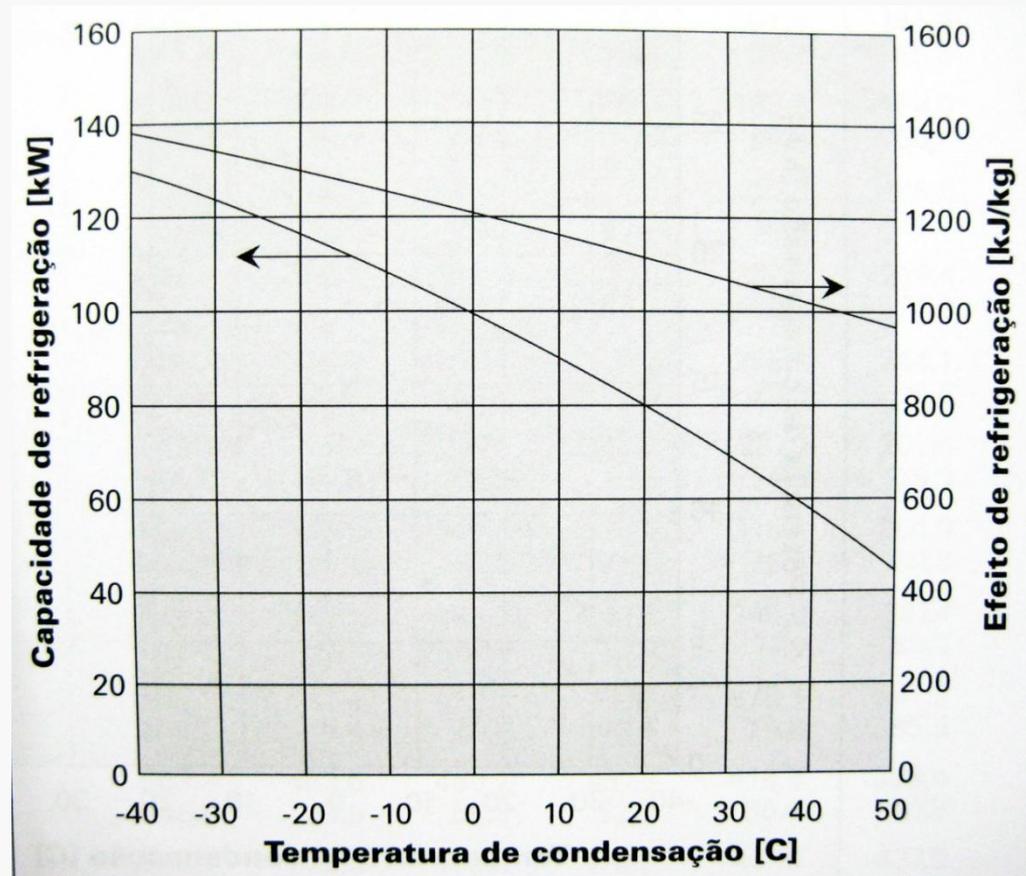
- Compressor de amônia
- $\varepsilon = 4\%$
- Taxa de deslocamento
= $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
- $T_E = -40^\circ\text{C}$ fixa



Compressor Alternativo

□ Efeito da temperatura de condensação sobre a capacidade de refrigeração

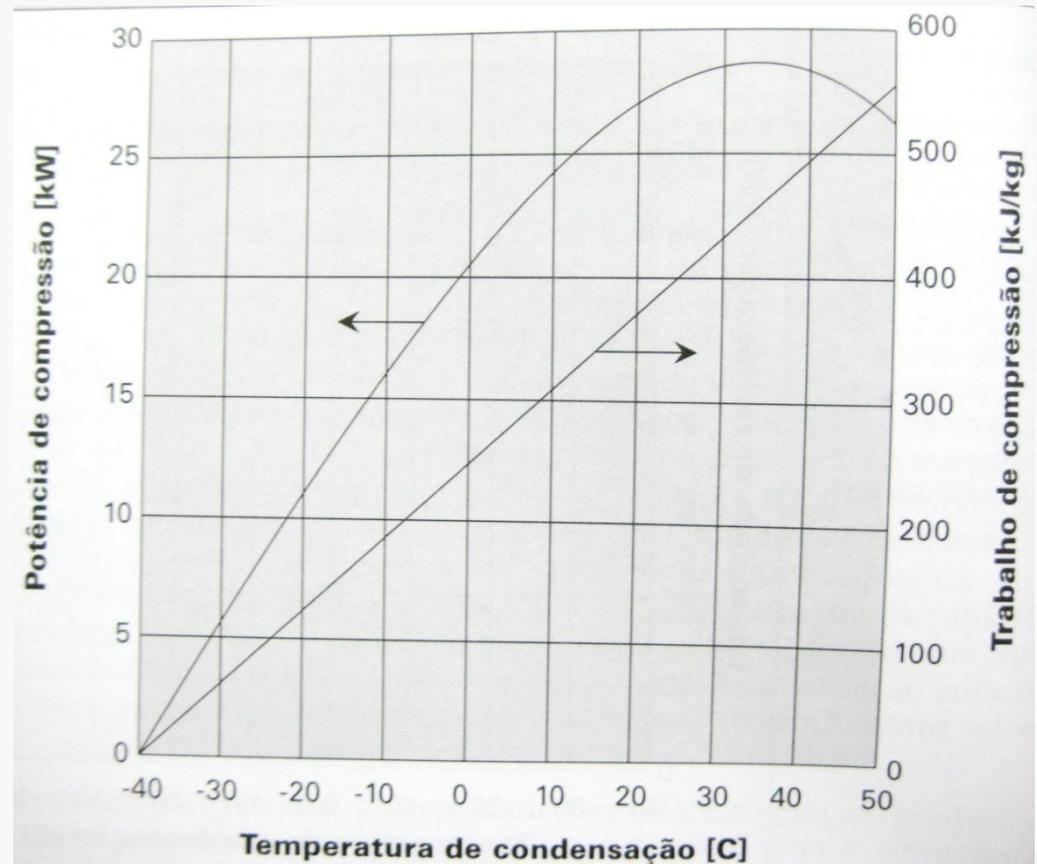
- Compressor de amônia
- $\varepsilon = 4\%$
- Taxa de deslocamento
= $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
- $T_E = -40^\circ\text{C}$ fixa



Compressor Alternativo

□ Efeito da temperatura de condensação sobre a potência de compressão

- Compressor de amônia
- $\varepsilon = 4\%$
- Taxa de deslocamento
= $0,146 \text{ m}^3/\text{s}$
- $T_E = -40^\circ\text{C}$ fixa



Compressor Alternativo

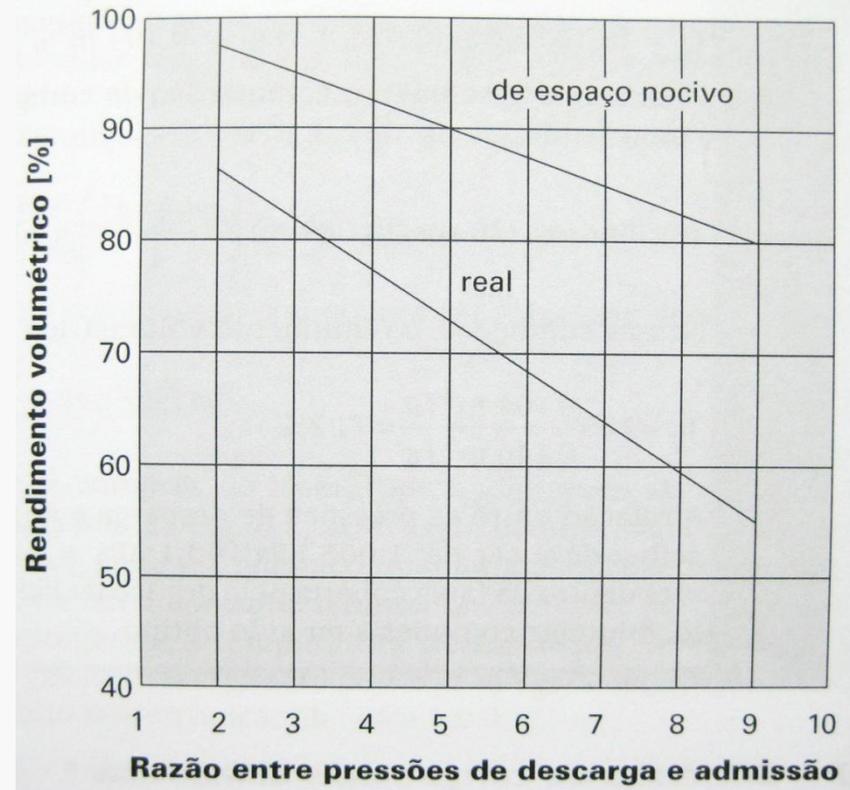
- **Efeito da temperatura de condensação sobre o COP**
 - Quando maior a T_c , menor será o COP
 - Na prática é desejável T_c reduzida.
 - Trabalhar com ar ou água o mais frios possíveis
 - Operar com as máx. vazões econômicas de ar ou água
 - Ter superfícies mantidas permanentemente limpas

- As tendências de desempenho dos compressores alternativos desenvolvidas analiticamente para o compressor ideal podem ser observadas em compressores reais

Compressor Alternativo

□ Rendimento Volumétrico Real

- Além do espaço nocivo outros fatores contribuem para a determinação do η_v :
 - Perda de carga nas válvulas de sucção e descarga
 - Fugas pelos anéis dos êmbolos e pelas válvulas de descarga e sucção
 - Aquecimento do gás pelo cilindro
- Assim $\eta_v < \eta_{en}$



Compressor Alternativo

□ Eficiência de compressão

$$\eta_c = 100. \frac{\text{trabalho de compressão isoentrópica}}{\text{trabalho de compressão real}}$$

- η_c varia de 65 a 70% para compressores alternativos abertos
- O atrito entre as superfícies e a perda de carga nas válvulas são fatores que contribuem para diminuir o rendimento de compressão.

Compressor Alternativo

- **Relação entre pressões e diferenças máximas de pressão**
 - Relações entre as pressões de admissão e descarga superiores a 8 ou 9 não são recomendadas, em virtude das elevadas temperaturas de descarga resultantes.
 - A diferença entre as pressões de descarga e de admissão afeta a carga mecânica sobre os mancais. A diferença máxima admitida varia entre 1000 e 2000 kPa.

- **Temperaturas de descarga do compressor**
 - Muito alta = decomposição do óleo lubrificante e redução da vida útil das válvulas
 - Assim principalmente nos compressores de amônia o cabeçote é resfriado a água
 - A recomendação é limitar a temperatura de descarga em 135°C

Compressor Alternativo

□ Lubrificação e Resfriamento do óleo

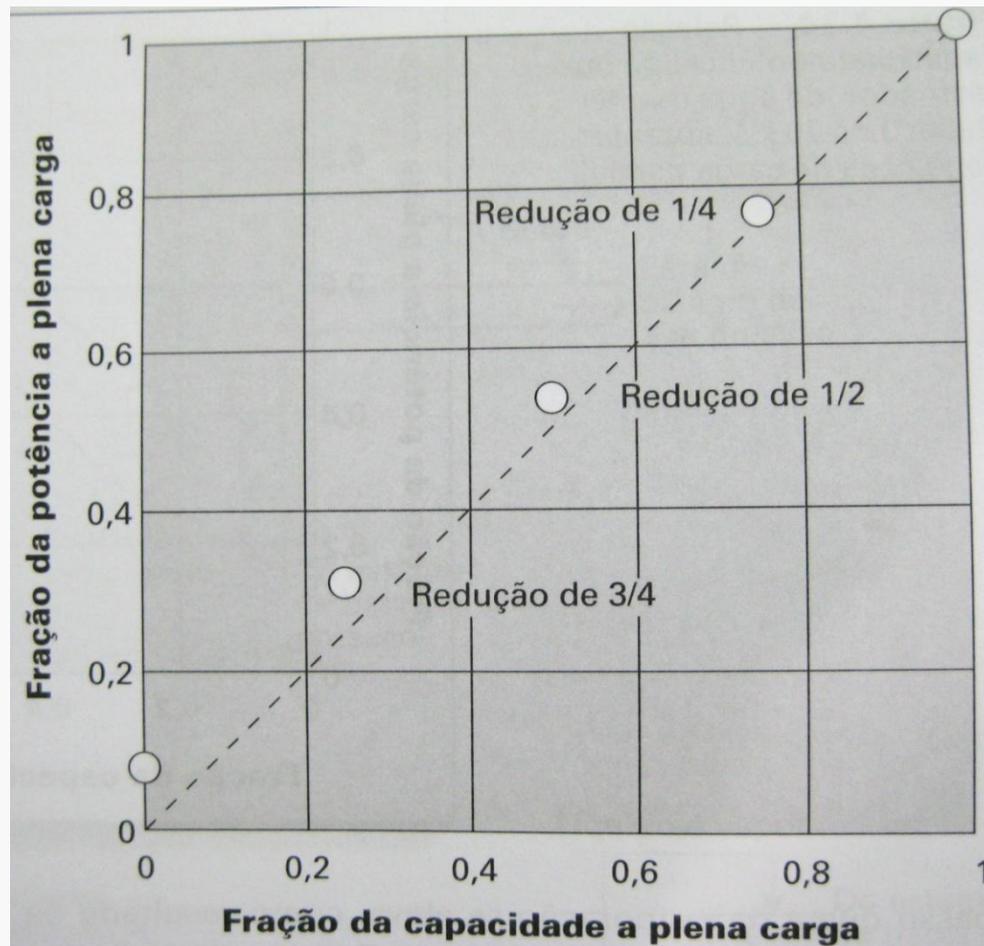
- Compressores de pequeno porte = Lubrificação por salpico
- Compressores maiores = Lubrificação forçada com bomba de deslocamento volumétrico
- Sistemas auxiliares:
 - Sistema de refrigeração do óleo (grande porte=à água)
 - Aquecedor do cárter (evitar a dissolução do refrigerante)
 - Controle de segurança (temp. alta ou pressão baixa do óleo)

□ Controle de capacidade

- Compressores de pequeno porte = Liga-desliga do compressor
- Controle de rotação do motor do compressor (alto custo)
- Mais usual = desativação de cilindros (manter as válvulas de admissão abertas)

Compressor Alternativo

□ Controle de capacidade



Compressor Alternativo

□ Mercado dos compressores alternativos

- Em refrigeração industrial o compressor alternativo ainda domina a faixa de capacidade inferiores a 300 kW (86TR).
- Acima desta faixa o tamanho do compressor alternativo constitui uma desvantagem
- O alternativo pode ser utilizado com vantagem quando o controle de capacidade se faz necessário, através da desativação de cilindros
- Outra vantagem é a manutenção em campo