

Conservação a Baixas Temperaturas

Baixas Temperaturas na conservação de Alimentos

Processamento Geral de Alimentos

João Noronha

Escola Superior Agrária de Coimbra

19 Novembro de 2010

Baixas temperaturas. Porquê?

- Aumento da vida útil dos produtos
 - Minimização das reacções químicas
 - Limitando o crescimento microbiano

- A velocidade das reacções passa a metade por cada diminuição de 10°C
 - $Q_{10}=2$
- A congelação da água faz reduzir a quantidade de água disponível para os microrganismos

Acima do ponto de congelação

- Produtos com actividade fisiológica (Frutas e hortaliças)
 - Diminuição da respiração e transpiração para valores mínimos
- Produtos sem actividade fisiológica (carne, leite, pratos cozinhados)
 - Prolongar vida útil por breve período (dias) mantendo características do produto original

Abaixo do ponto de congelação

- Recomendado $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$
- Inibição da actividade dos microrganismos
- Redução da velocidade das reacções
- Redução da Actividade da água devido à sua transformação em Gelo



- Manutenção da Qualidade
- Manutenção do valor nutritivo dos alimentos
- Algumas alterações na Textura dos alimentos

Cadeia de Frio

- A refrigeração e a Congelação não levam a uma estabilização Química nem Microbiológica
 - Se a temperatura aumenta a velocidade das reacções químicas e as taxas de crescimento de microrganismos aumentam
- É necessário uma “Cadeia de Frio”
 - Desde a saída da fabrica
 - Até ao consumo/preparação do alimento

Refrigeração ou congelação



Armazenamento na fábrica



Transporte



Armazenamento Grossista



Transporte



Armazenamento no retalhista



Exposição Venda



Armazenamento no consumidor

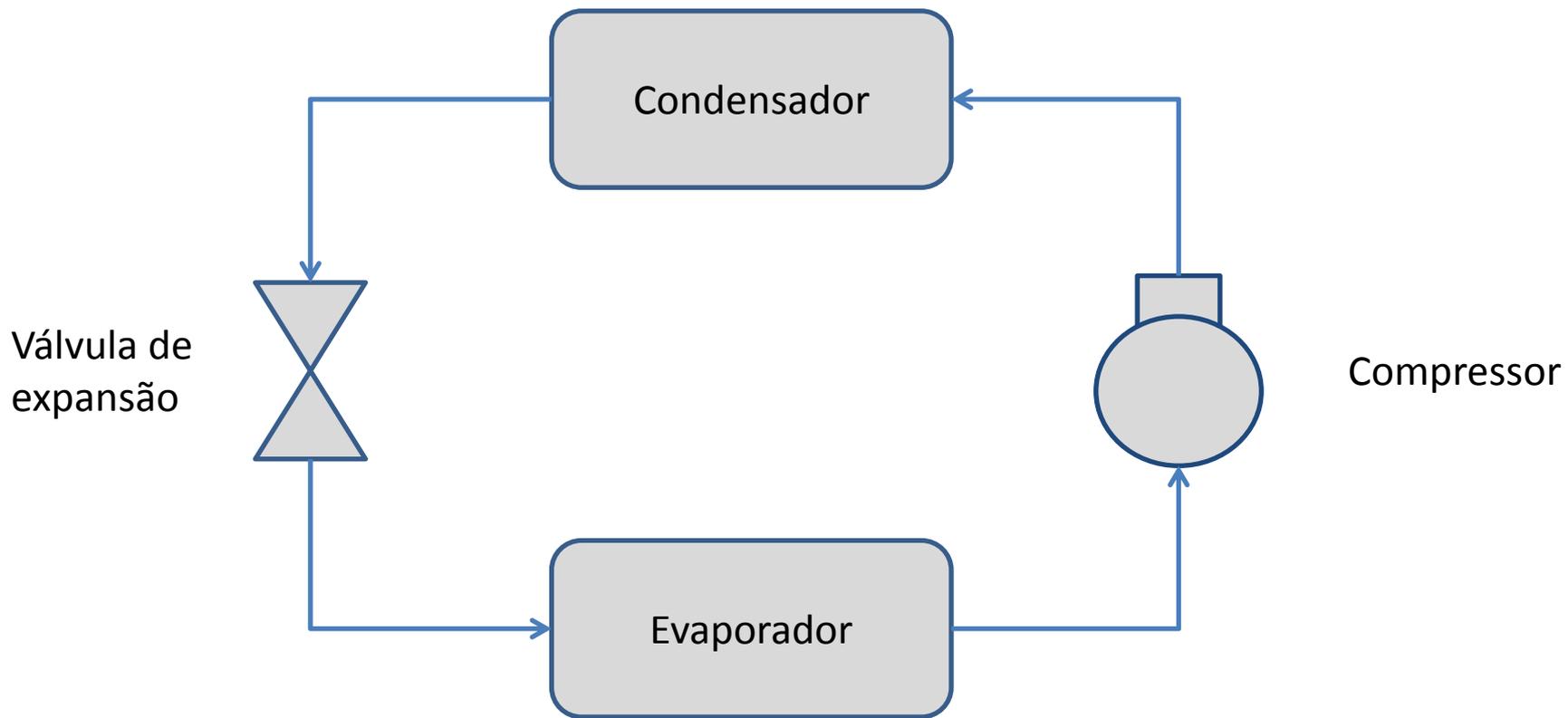


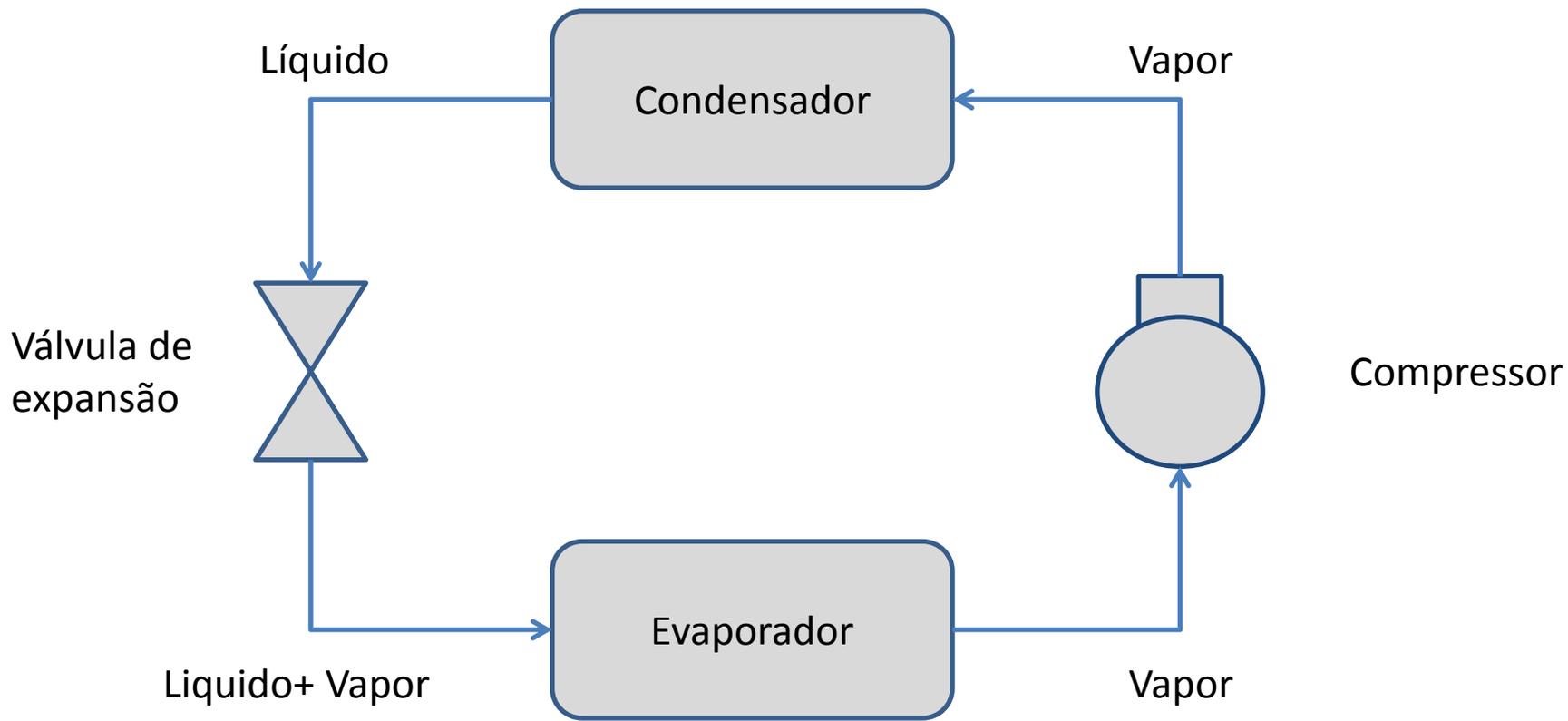
19-11-2010

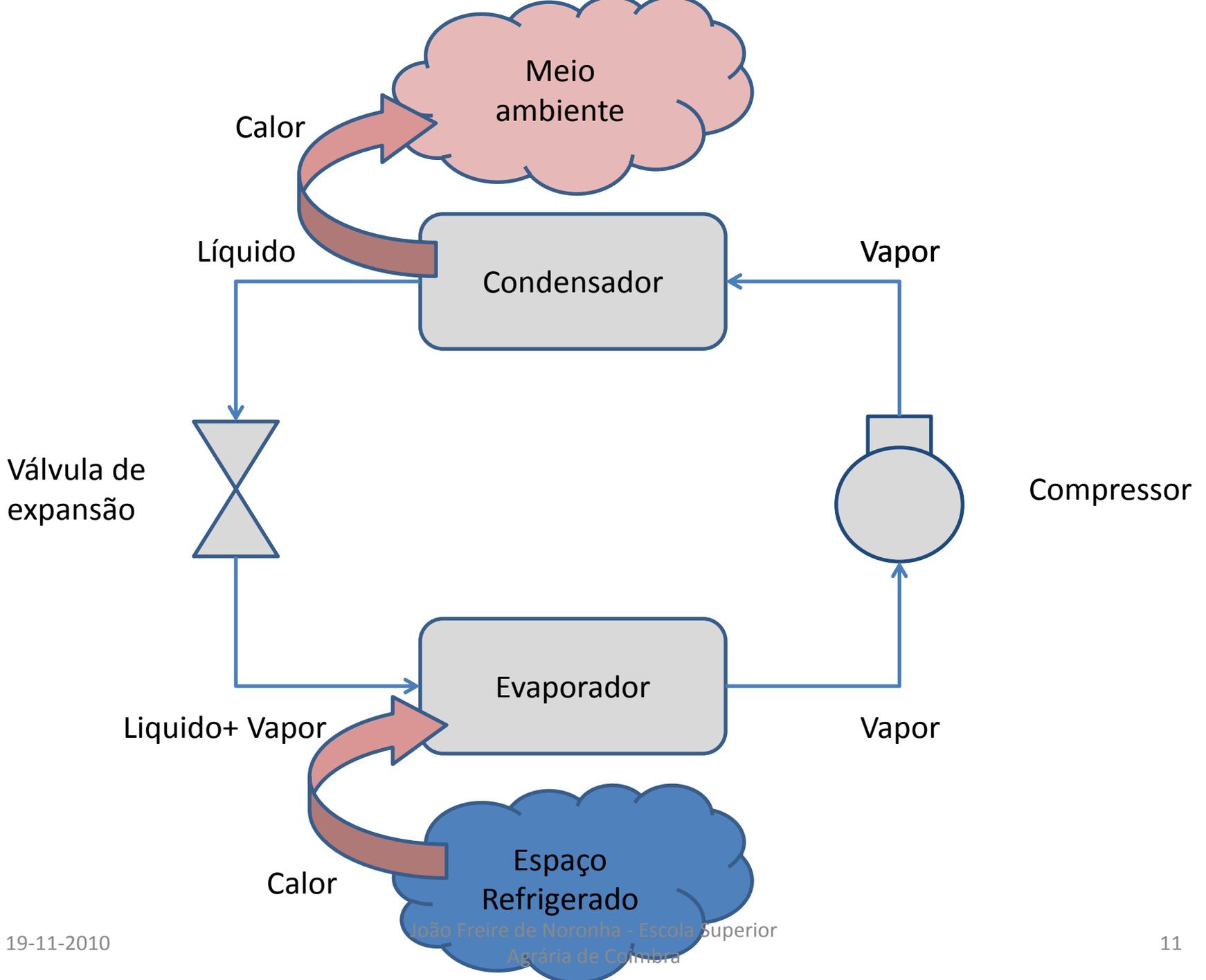
João Freire de Noronha - Escola Superior
Agrária de Coimbra

Produção de Frio

- Sistemas mecânicos
 - Máquina frigorífica de compressão de vapor
- Sistema Criogénicos
 - Vaporização de líquidos – Azoto líquido
 - Sublimação de sólidos – Dióxido de Carbono sólido

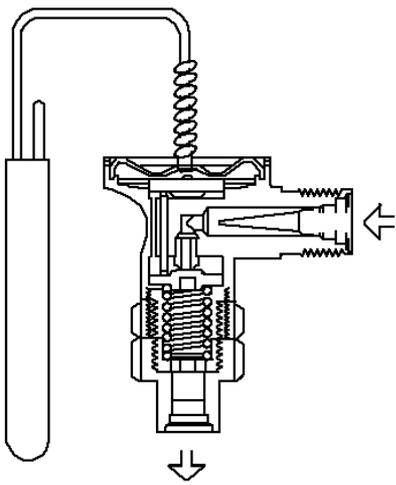
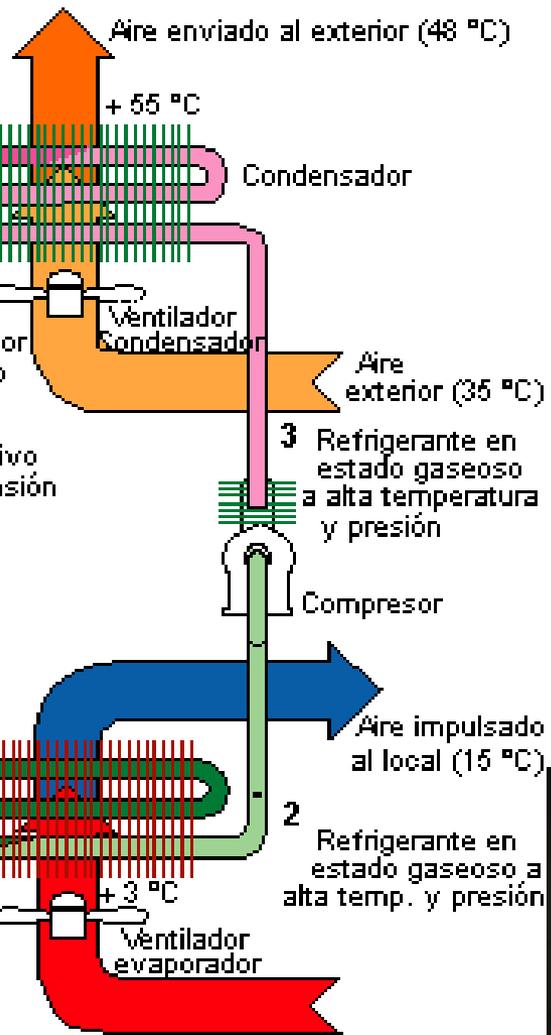




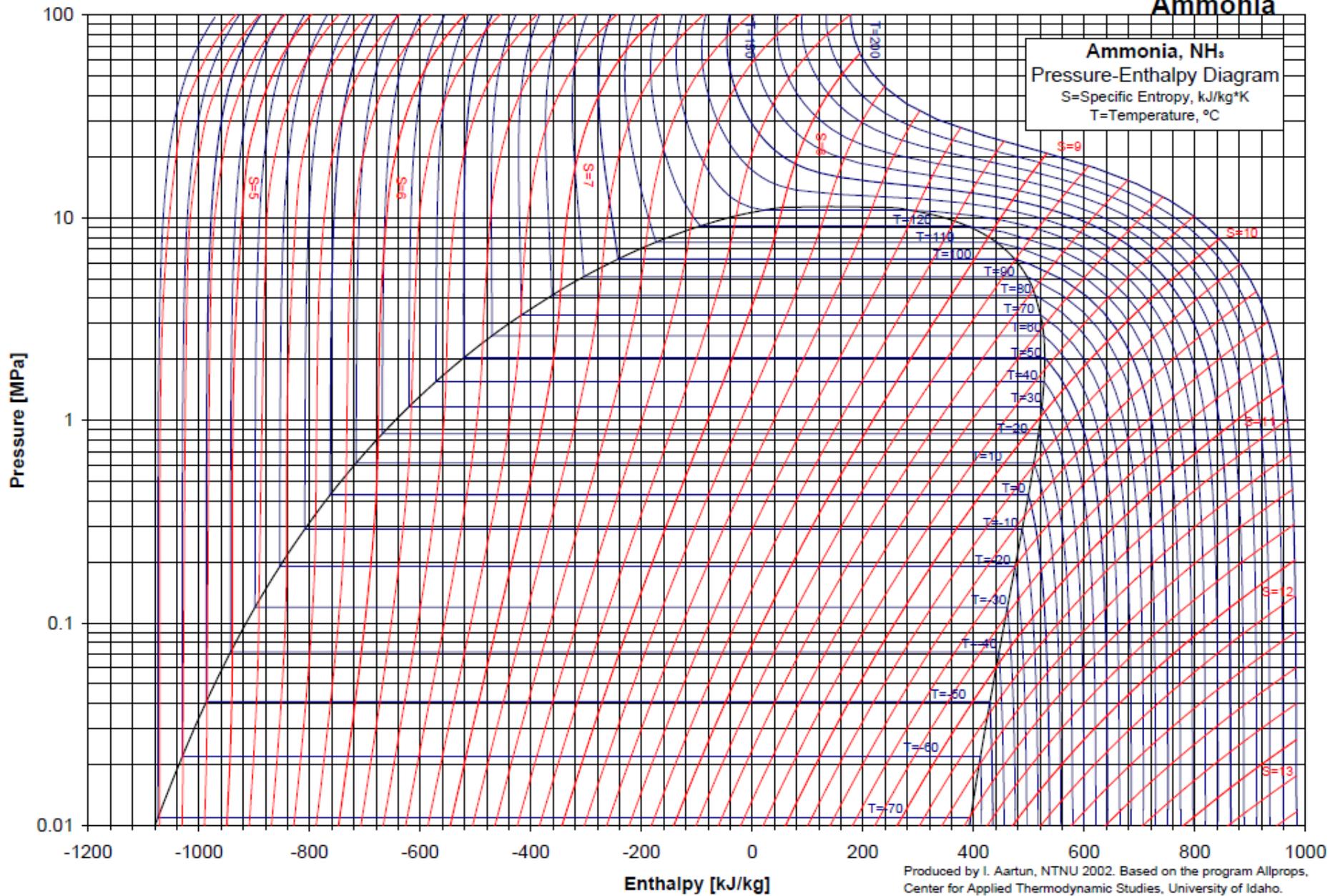


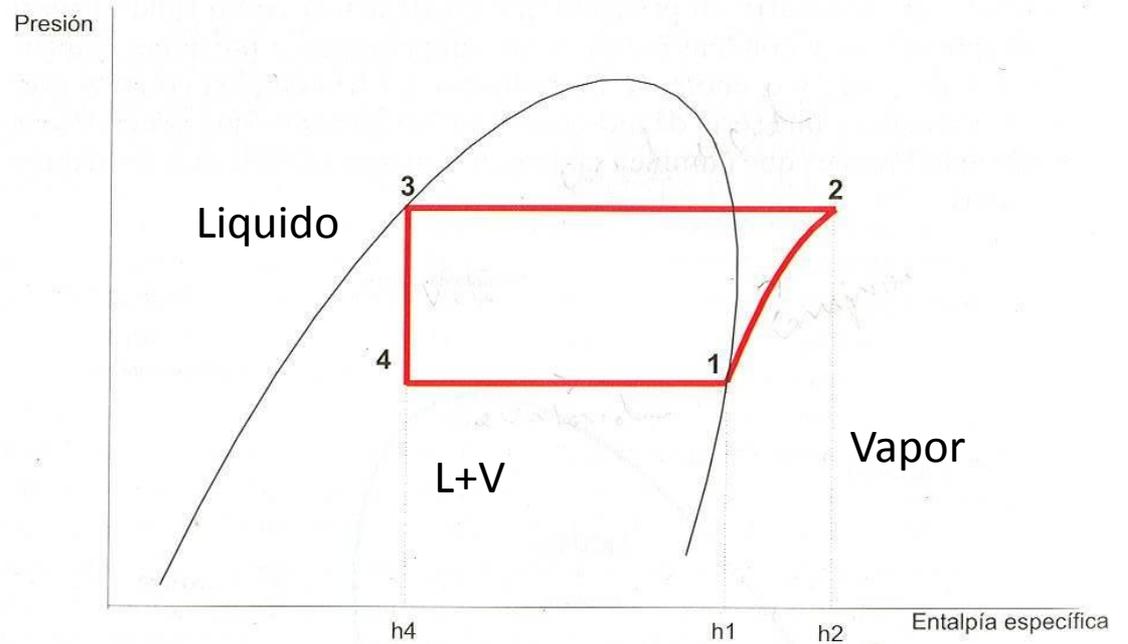
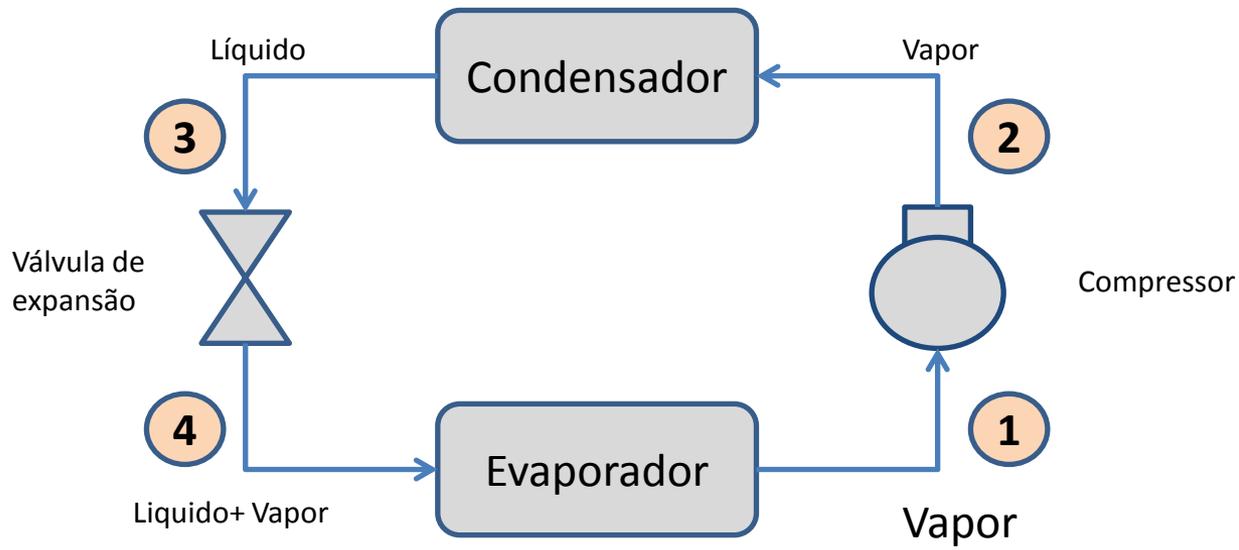


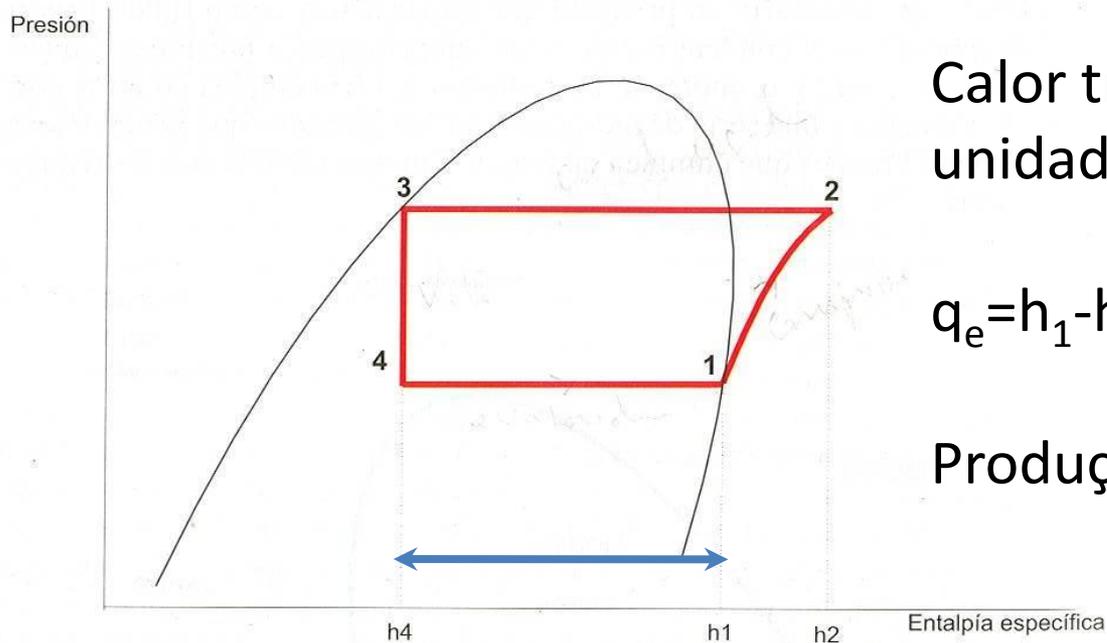
Refrigerante líquido



Ammonia







Calor trocado no evaporador por unidade de massa de refrigerante

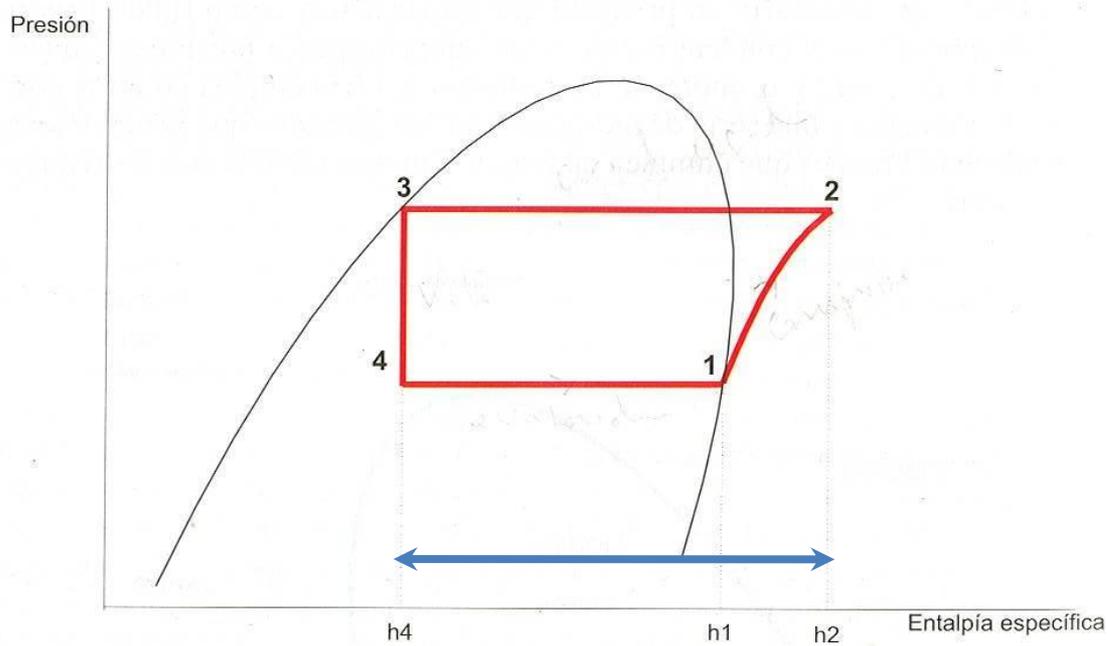
$$q_e = h_1 - h_4 \text{ (J} \cdot \text{kg}^{-1}\text{)}$$

Produção Frigorífica Específica

Produção Frigorífica

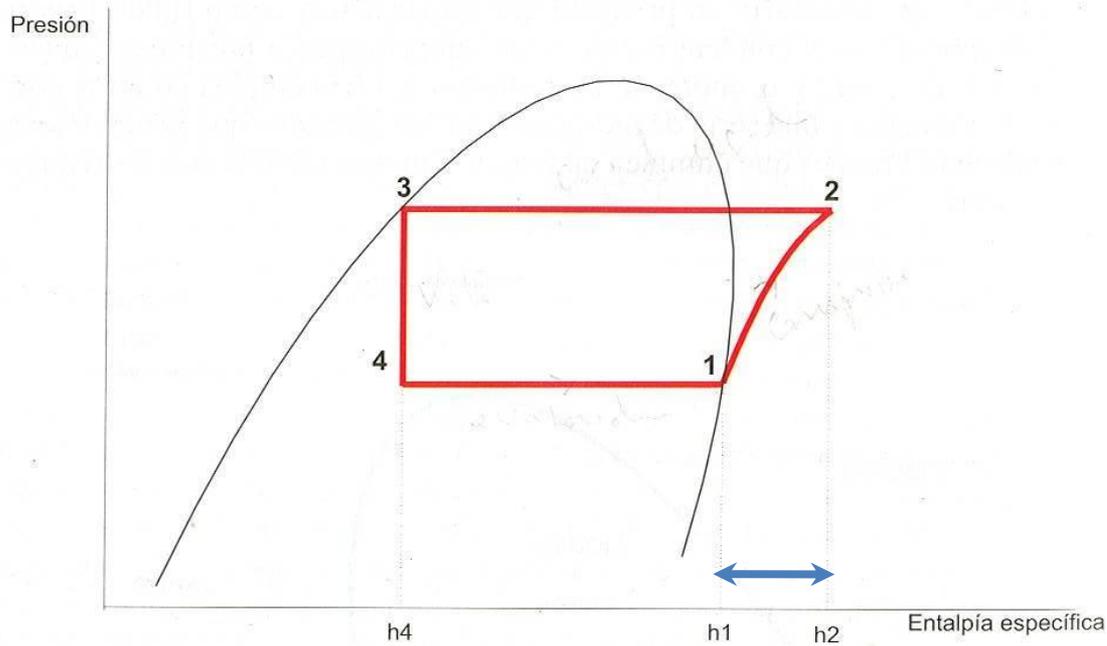
m – caudal mássico do refrigerante (kg/s^{-1})

$$Q_0 = m \cdot q_e \text{ (W)}$$



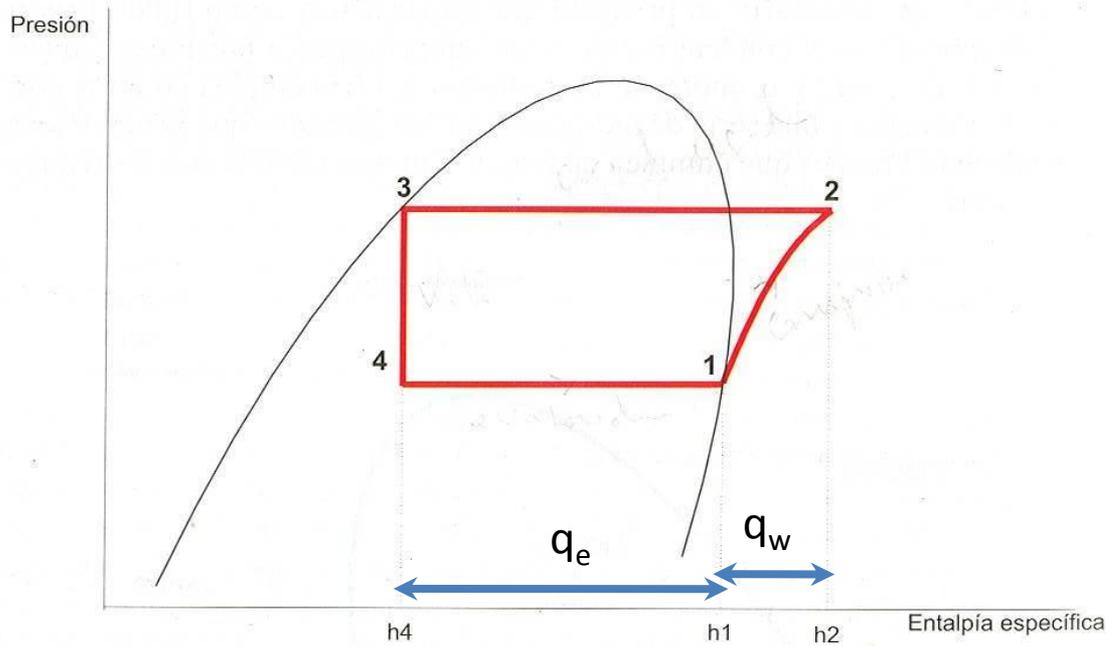
Calor trocado no condensador por unidade de massa de refrigerante

$$q_c = h_2 - h_3 \text{ (J} \cdot \text{Kg}^{-1}\text{)}$$



Trabalho específico de compressão

$$q_w = h_2 - h_1 \text{ (J} \cdot \text{Kg}^{-1}\text{)}$$

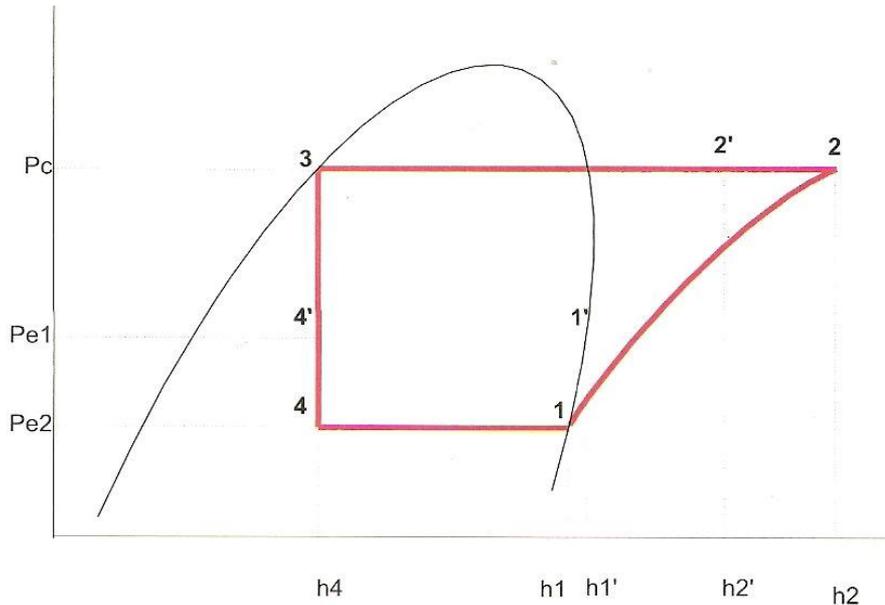


Eficiência do Ciclo

$$\varepsilon = \frac{q_e}{q_w}$$

Indicador do custo da produção frigorífica

Temperaturas mais baixas?



Temperatura mais baixa

$$\varepsilon = \frac{q_e}{q_w} = \frac{h_1 - h_4}{h_2 - h_1}$$

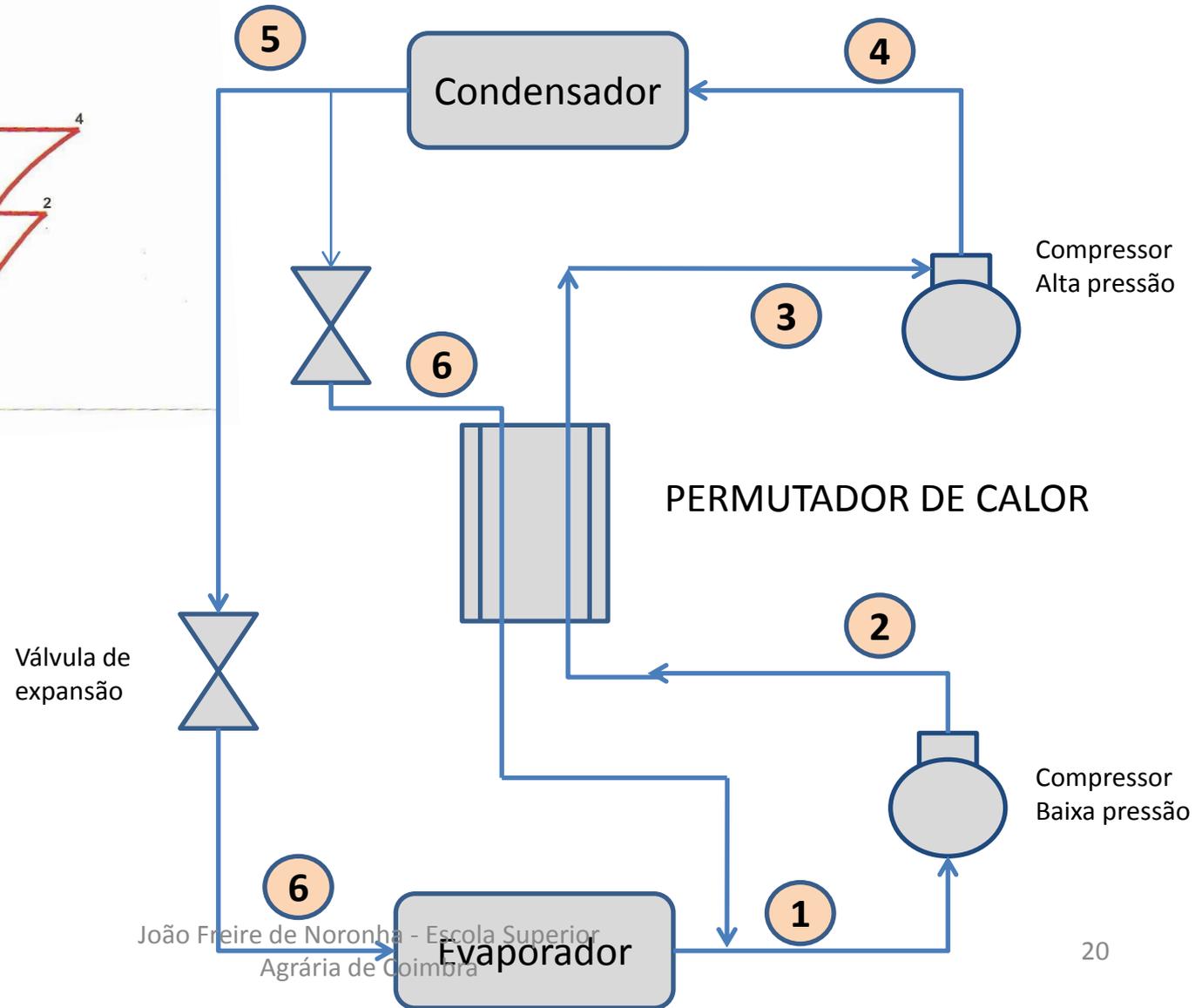
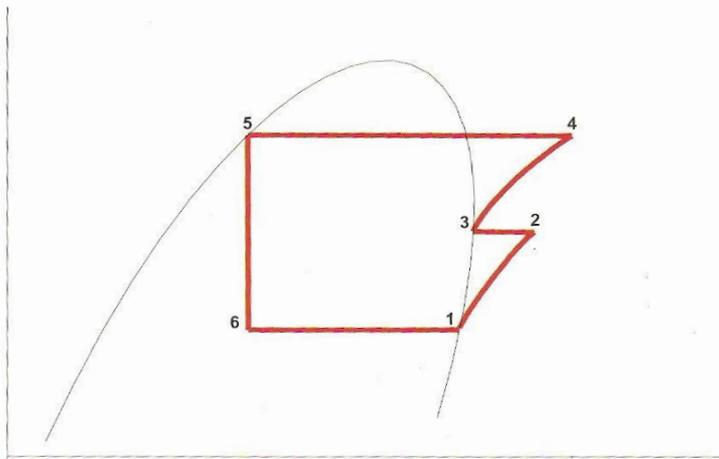
Temperatura mais elevada

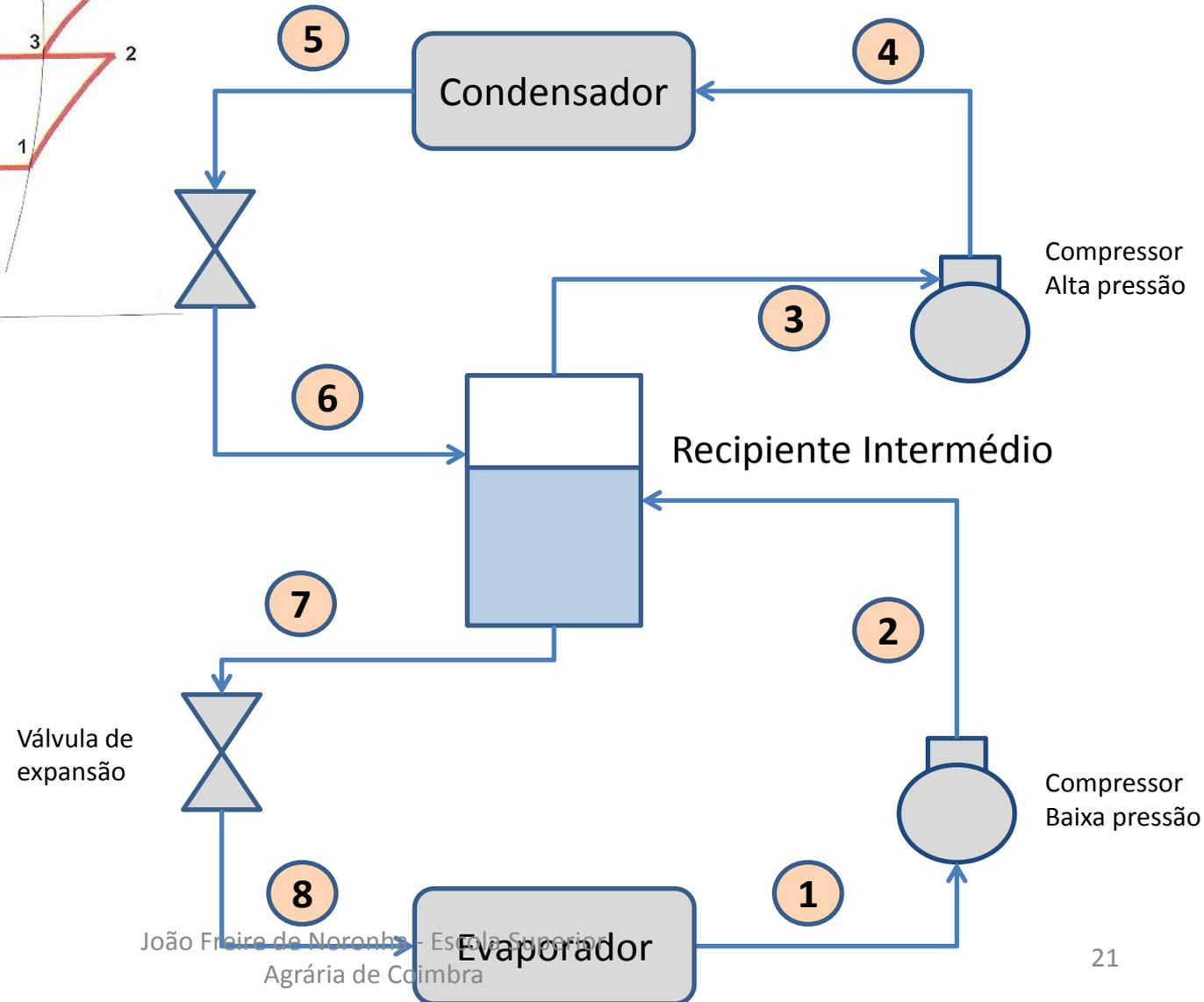
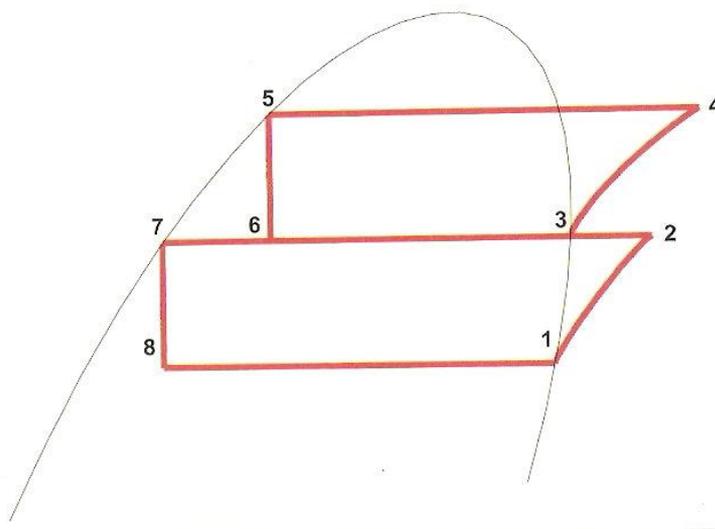
$$\varepsilon' = \frac{q'_e}{q'_w} = \frac{h_1' - h_4'}{h_2' - h_1'}$$

$\varepsilon < \varepsilon'$  Eficiência diminui

Temperatura de descarga no evaporador aumenta

Solução? Ciclos de compressão dupla







19-11-2010

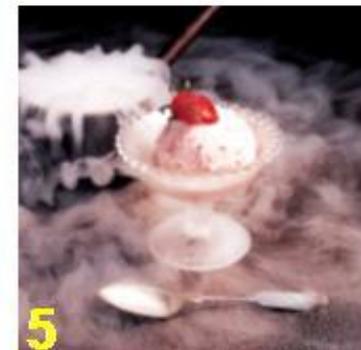
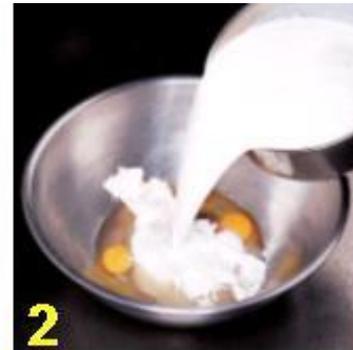


João Freire de Boronha - Escola Superior
Agrária de Coimbra

22

Sistemas Criogénicos

- Vaporização de líquidos ou sublimação de sólidos
- Os vapores são libertados para a atmosfera
 - Não são reaproveitados
 - Processo aberto
- Processo muito Rápido!



Requisitos que devem cumprir os fluidos criogénicos

- Poder ser libertados para a atmosfera sem risco para os utilizadores e p/ o meio ambiente
- Que a sua ebulição ou sublimação ocorra a temperaturas suficientemente baixas que possibilite a sua utilização em processos de refrigeração ou congelação
- Custo reduzido que assegure a rentabilidade dos processos de arrefecimento ou congelação

Sistemas Criogénicos

- Azoto líquido
- Dióxido de Carbono líquido
- Dióxido de carbono sólido
 - Gelo Seco ou neve carbónica



Escolha....

- Compatibilidade com o alimento a processar
- Facilidade de operação
- Temperatura de mudança de estado (não é factor limitante)
- Custo da operação

Propriedades físicas

Produto	Mudança de estado		Calor específico
	temperatura	Calor latente	
Azoto líquido	-195,8 °C	199 kJ/kg	1,1 kJ/(kg.K)
CO2 sólido	-78,5 °C	572 kJ/kg	0,83 kJ/(kg.K)

Vantagens

- Equipamentos simples com investimento moderado onde tem maior peso o custo do agente criogénico
- Velocidades de arrefecimento muito rápidas (elevado coeficiente de filme)
- Congelação instantânea da superfície do alimento (evita a desidratação dos alimentos)

Criogénico vs mecânico

- À economia de exploração do sistema mecânico contrapõe-se a elevada capacidade de transferência térmica do sistema criogénico
- Interessante a solução conjunta (congelamento):
 - Iniciar o processo em sistema criogénico e
 - Concluir a congelamento em sistema mecânico

Azoto vs Dióxido de Carbono

- Azoto é um gás inerte (não ataca produtos nem equipamentos nem material de embalagem)
- O azoto pode causar danos irreversíveis em produtos vivos refrigerados (frutas e legumes) e condições anaerobiose (necessidade de soluções adequadas)
- O CO₂ pode combinar-se com a água e formar ácidos que podem deteriorar produtos, embalagens e equipamentos
- Sensibilidade diferente p/distintas espécies vegetais (não ultrapassar as concentrações máximas nos locais refrigeração)

Ammonia

