

UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

Ivo Rodrigues
2007/2008

UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

1. Aplicação do frio na conservação de Alimentos...

- prolongar a vida útil dos alimentos minimizando as reacções de degradação e limitando o crescimento microbiológico
- $Q_{10} = 2$
 - Transpiração e respiração mínima (frutas e legumes)

1. Aplicação do frio na conservação de alimentos...

- ... temperaturas acima do ponto de congelação
 - c/ actividade biológica
 - frutas e legumes - transpiração e respiração reduzidas ao mínimo
 - s/ actividade biológica
 - carne, leite, pratos cozinhados,.... prolongar a vida útil mantendo as características do produto original

1. Aplicação do frio na conservação de alimentos...

- ... temperaturas abaixo do ponto de congelação (-18 °C)
 - inibem a actividade microbológica
 - reduzem a velocidade das reacções
 - reduzem a a_w
 - mantêm a qualidade e valor nutritivo dos alimentos

1. Aplicação do frio na conservação de alimentos...

- Com a redução da temperatura dos alimentos nunca se consegue a sua estabilização química nem microbiológica
- é imperativo a existência de uma *cadeia de frio* que mantenha a temperatura estabelecida desde a linha de produção ao momento anterior ao consumo do alimento



2. Produção de frio

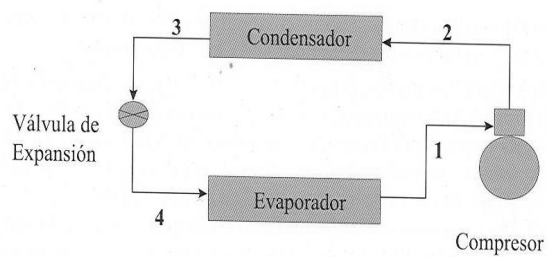
- Sistemas mecânicos
 - Máquina frigorífica de compressão de vapor
- Sistemas criogênicos
 - Líquidos que vaporizam ou sólidos que sublimem em processo aberto

2. Produção de frio

- Sistemas mecânicos
 - Máquina frigorífica de compressão de vapor
 - Evaporador
 - Condensador
 - Válvula de expansão
 - Compressor

2. Produção de frio

- Sistemas mecânicos
 - Máquina frigorífica de compressão de vapor



2. Produção de frio

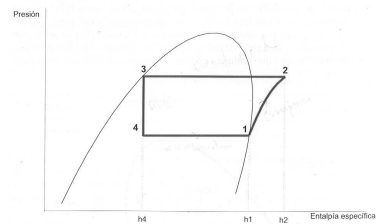
- Sistemas mecânicos
 - Diagrama P-H do fluido frigorífico

2. Produção de frio

- Sistemas mecânicos
 - Diagrama P-H ideal

2. Produção de frio

- Sistemas mecânicos
 - Produção frigorífica específica do sistema
 - Qt de energia (calor) trocada no condensador



$$q_e = h_1 - h_4 (J.kg^{-1})$$

$$q_c = h_2 - h_3 (J.kg^{-1})$$

UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

2. Produção de frio

- Sistemas mecânicos

- Trabalho específico de compressão

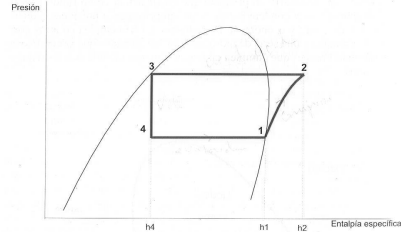
$$q_w = h_2 - h_1 (J.kg^{-1})$$

- Produção frigorífica do sistema

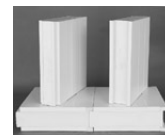
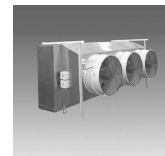
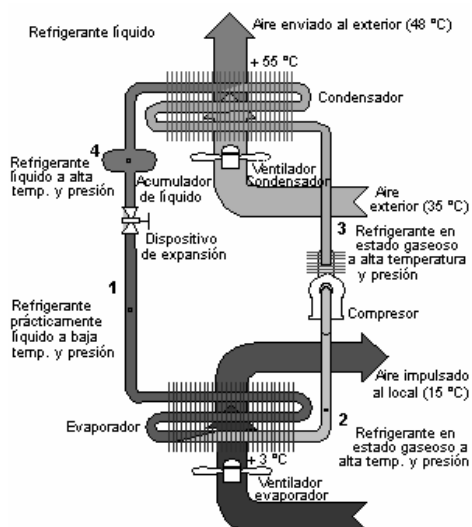
$$Q_0 = m.q_e = m.(h_1 - h_4)(W)$$

- Eficiência do ciclo

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



UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS



UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS



UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

2. Produção de frio

- **Sistemas criogénicos**
 - 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

2. Produção de frio

- Sistemas criogénicos
 - Azoto líquido
 - Dióxido de carbono líquido
 - Dióxido de carbono sólido
(gelo seco ou neve carbónica)

2. Produção de frio

- Sistemas criogénicos
 - A escolha do agente criogénico faz-se considerando:
 - Compatibilidade com o alimento a processar
 - Facilidade de operação
 - Temperatura de mudança de estado (não é factor limitante)
 - Custo da operação

2. Produção de frio

- Sistemas criogénicos

Produto	Mudança de estado		Calor específico
	temperatura	Calor latente	
Azoto líquido	-195,8 °C	199 kJ/kg	1,1 kJ/(kg.K)
CO ₂ sólido	-78,5 °C	572 kJ/kg	0,83 kJ/(kg.K)

2. Produção de frio

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

2. Produção de frio

- Sistemas criogénicos (*Azoto versus CO₂*)
 - 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)

2. Produção de frio

- Sist. criogénicos *versus* Sist. mecânicos)
 - A economia de exploração do sistema mecânico contrapõe-se com a elevada capacidade de transferência térmica do sistema criogénico
 - Interessante a solução conjunta (congelação):
 - Iniciar o processo em sistema criogénico e
 - Concluir a congelação em sistema mecânico

UTILIZAÇÃO DE BAIXAS TEMPERATURAS NA CONSERVAÇÃO DE ALIMENTOS

