

D.01.01 – Fundamentos de Refrigeração

Refrigeração e Condicionamento de Ar

Prof. C. Naaktgeboren, PhD



<https://github.com/CNThermSci/ApplThermSci>

Compiled on 2021-02-16 01h48m23s UTC

Esta apresentação baseia-se primordialmente na referência [1], **Capítulo 1** (tópico de leitura).

Introdução à Refrigeração

- **Refrigeração** é a ação de **remoção de calor** de um **corpo** ou **espaço fechado** com o propósito de **reduzir sua temperatura**;

Introdução à Refrigeração

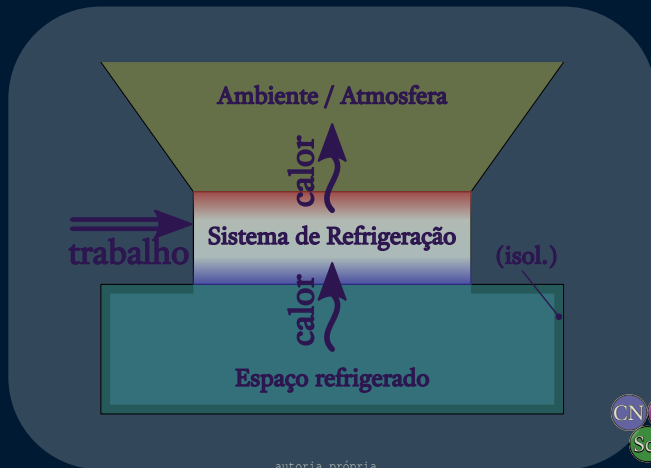
- **Refrigeração** é a ação de **remoção de calor** de um **corpo** ou **espaço fechado** com o propósito de **reduzir sua temperatura**;
- **Sistemas de refrigeração** fazem isso criando uma **superfície fria** para troca de calor com o sistema a ser resfriado;

Introdução à Refrigeração

- Em **regime permanente**, o sistema de refrigeração **não acumula energia térmica** (interna); assim, o calor retirado do espaço refrigerado é **transferido para um meio externo**;
- **Sistemas de refrigeração** fazem isso criando uma **superfície quente** para troca de calor com o meio externo;
- Devido à **segunda lei da termodinâmica**, a superfície quente deve ser de **maior temperatura** em relação ao meio externo.
- Também pela **segunda lei**, a operação do sistema de refrigeração não ocorre espontaneamente, havendo a necessidade de **fornecimento de trabalho**.

Introdução à Refrigeração

- O esquemático ilustra um refrigerador genérico;
- Sistemas e interações energéticas são identificados;
- As cores empregadas são indicativas de temperatura.



Tipos de Sistemas de Refrigeração

Dentre os tipos de sistema de refrigeração, destaca-se:

- Sistemas de **compressão de vapor**;

Tipos de Sistemas de Refrigeração

Dentre os tipos de sistema de refrigeração, destaca-se:

- Sistemas de **compressão de vapor**;
- Sistemas à **ar ou à gás**;

Tipos de Sistemas de Refrigeração

Dentre os tipos de sistema de refrigeração, destaca-se:

- Sistemas de **compressão de vapor**;
- Sistemas à **ar ou à gás**;
- Sistemas de **absorção**;

Tipos de Sistemas de Refrigeração

Dentre os tipos de sistema de refrigeração, destaca-se:

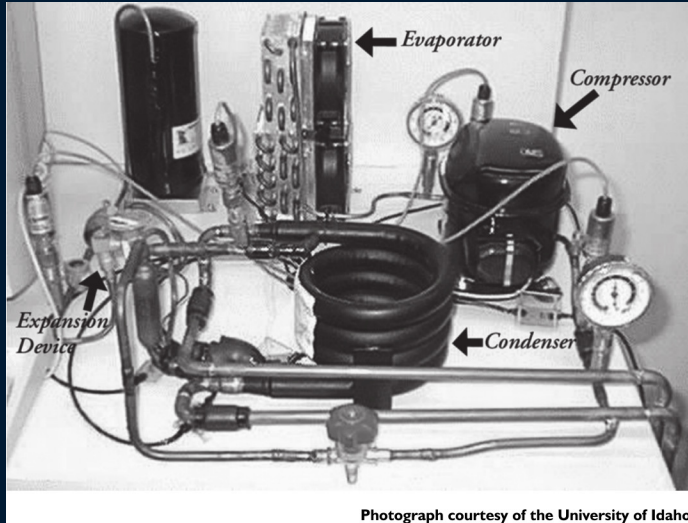
- Sistemas de **compressão de vapor**;
- Sistemas à **ar ou à gás**;
- Sistemas de **absorção**;
- Sistemas **termo-elétricos**;

Tipos de Sistemas de Refrigeração

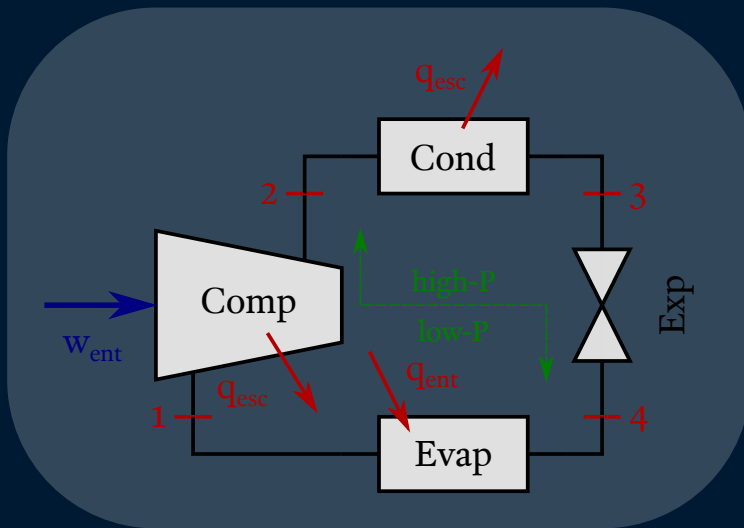
Dentre os tipos de sistema de refrigeração, destaca-se:

- Sistemas de compressão de vapor;
- Sistemas à ar ou à gás;
- Sistemas de absorção;
- Sistemas termo-elétricos;
- Resfriadores evaporativos.

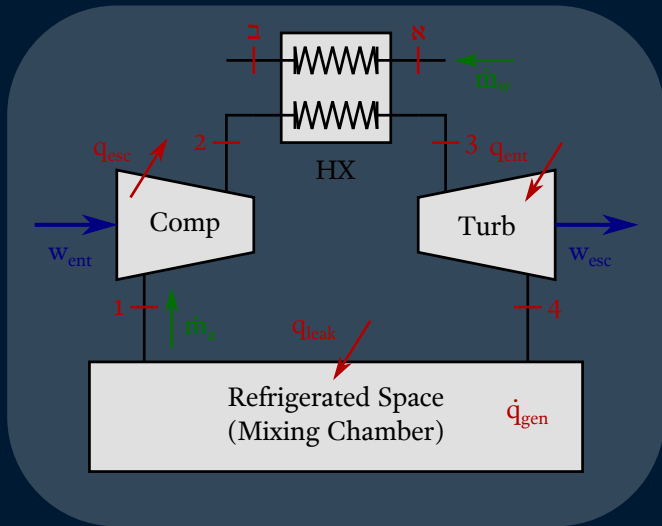




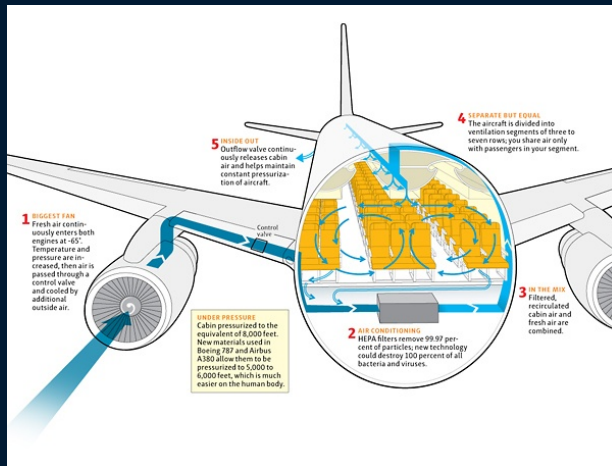
Sistema simples de refrigeração por compressão de vapor.
Fonte: referência [1]

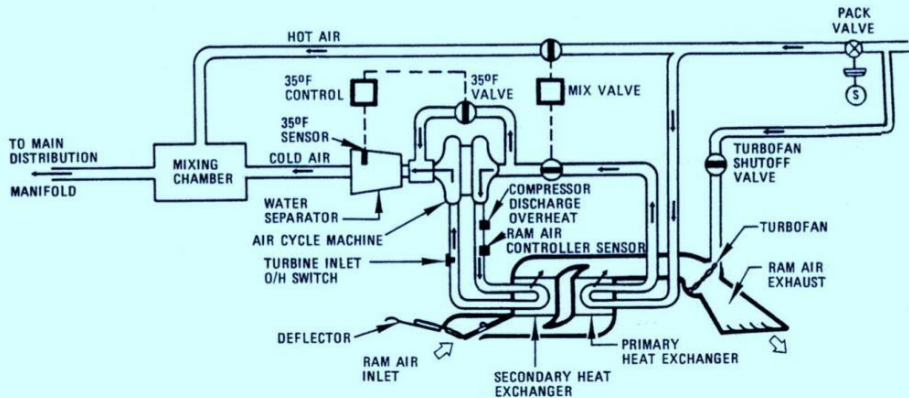


Esquemático de sistema de refrigeração por compressão de vapor.
Fonte: autoria própria

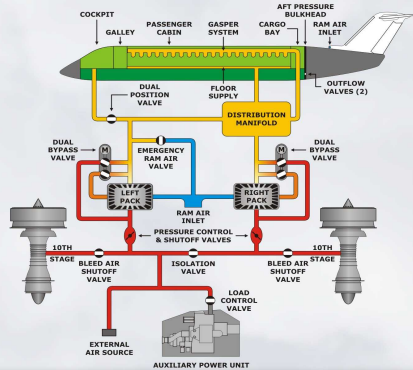
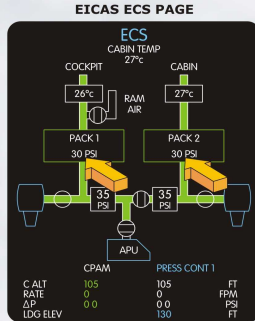


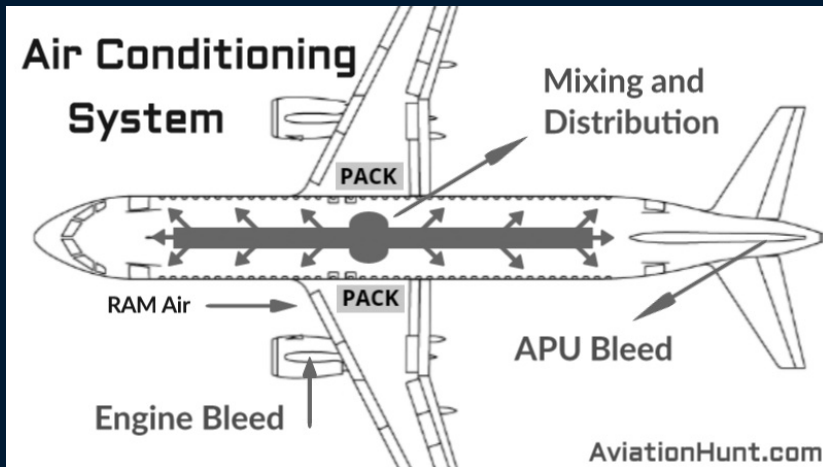
Esquemático de sistema de refrigeração a ar.
Fonte: autoria própria





NORMAL AC PACK MODE





Sistemas de Absorção

- Sistemas de **absorção** são semelhantes a sistemas a **vapor**;
- Porém, sistemas de absorção trocam **compressão de gás** por **bombeamento** de líquido;
- Isto evidentemente **economiza trabalho**;
- Porém exige **fornecimentos e retiradas de calor** extras na **absorção** e **geração** do vapor;
- Tais sistemas utilizam fluidos **refrigerante** e **absorvente**;
- Variantes **mais comuns**: (i) NH_3 em H_2O e (ii) H_2O em LiBr ;

Sistemas de Absorção

- Sistemas de **absorção** são semelhantes a sistemas a **vapor**;
- Porém, sistemas de absorção trocam **compressão de gás** por **bombeamento** de líquido;
- Isto evidentemente **economiza trabalho**;
- Porém exige **fornecimentos e retiradas de calor** extras na **absorção** e **geração** do vapor;
- Tais sistemas utilizam fluidos **refrigerante** e **absorvente**;
- Variantes **mais comuns**: (i) **NH₃ em H₂O** e (ii) **H₂O em LiBr**;
- Solubilidade do refrigerante no absorvente é **função da temperatura**.

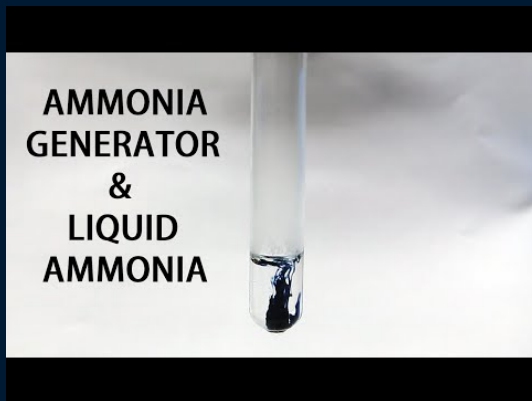
Sistemas de Absorção – Solubilidade de NH_3 em H_2O

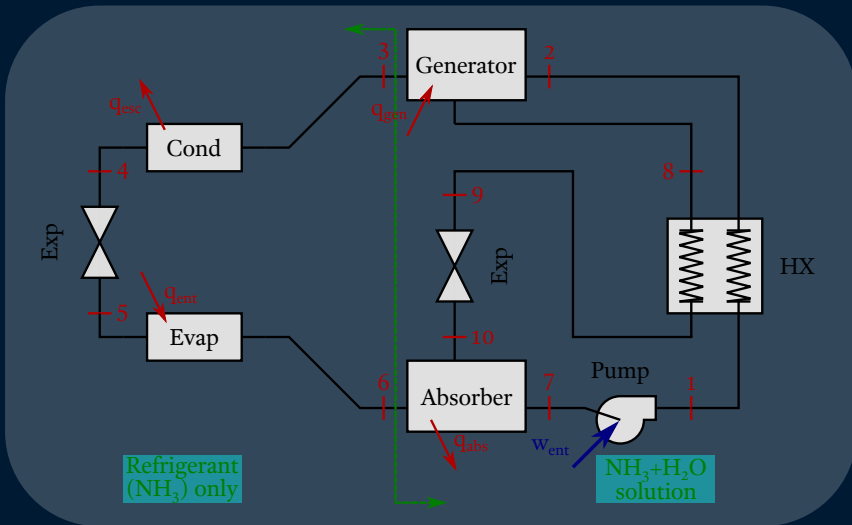
PERIODIC VIDEOS

Ammonia Fountain



Sistemas de Absorção – Solubilidade de NH_3 em H_2O



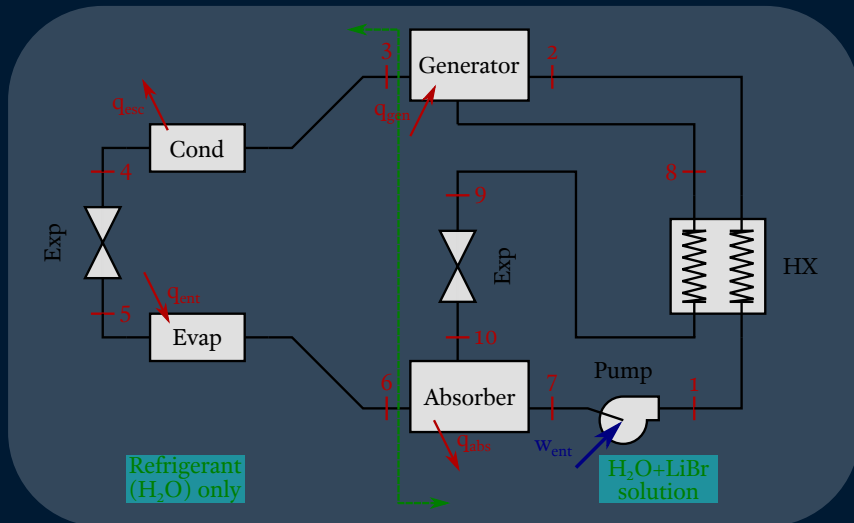


Esquemático de sistema de refrigeração por absorção Água-Amônia.
Fonte: autoria própria

Table I. Crystallization Points of Aqueous Lithium Bromide Solutions at 1 atm.

Temperature (K)	Concentration of Lithium bromide (%)
309.15	64.01
301.15	61.64
288.15	59.30
269.65	56.65
260.15	53.98
251.15	52.20
242.15	50.49

Sistema simples de refrigeração por compressão de vapor.
Fonte: referência [2]





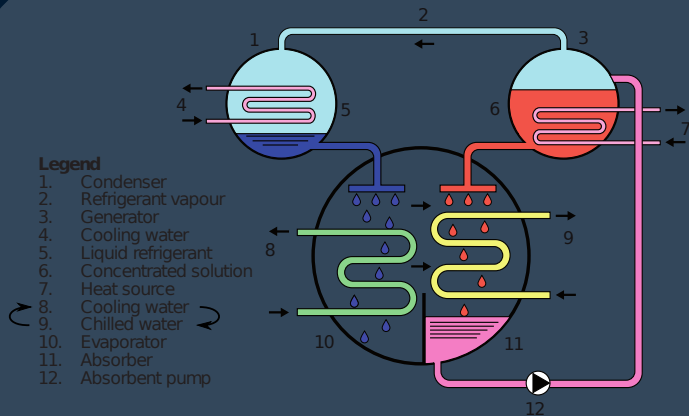


Figure 1 - Simplified absorption cycle

Ciclo de absorção LiBr-água simplificado.

Fonte: <https://www.en.ahi-carrier.gr/wp-content/uploads/2017/10/PSD-16DJ.11-82.pdf>

Sistemas Termo-Elétricos

- Exploram o **efeito Peltier**;
- Resfriamento e aquecimento de junções **semicondutoras** dissimilares;
- Pela passagem de corrente elétrica, i.e., **trabalho elétrico**.
- Superfície fria pode **absorver calor** do espaço refrigerado;
- Superfície aquecida pode **transferir calor** ao ambiente;
- Sistemas **práticos** utilizam juntas semicondutoras em série ($\uparrow \Delta T$).



Photograph courtesy of Thermoelectric Cooler of America, Inc.

(a)

(b)

Figure I-5 Thermoelectric coolers in two configurations: (a) with a flat cold plate and (b) using an air fan.


Sistema simples de refrigeração por compressão de vapor.
Fonte: referência [1]









 UTFPR
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ



<https://www.thewrightbuy.co.uk>



Resfriadores Evaporativos

Coluna com 55% de largura:

- Item 1;

Coluna com 45% de largura.



Resfriadores Evaporativos

Coluna com 55% de largura:

- Item 1;
- Item 2;

Coluna com 45% de largura.



Resfriadores Evaporativos

Coluna com 55% de largura:

- Item 1;
- Item 2;
- Item 3.

Coluna com 45% de largura.



Ciclo de Refrigeração por Compressão de Vapor

- Definições;
- Item 2;
- Item 3.

O Ramo de Refrigeração

- Doméstico, **menos de 20 kW**;
- Comercial, **mais de 20 kW**;
- Industrial, **de pequeno a muito grande**.

Aplicações de Refrigeração

- Condicionamento de ar residencial;
- Condicionamento de ar veicular;

Aplicações de Refrigeração

- Condicionamento de ar residencial;
- Condicionamento de ar veicular;
- Condicionamento de ar de médios e grandes edificações;
- Transporte de cargas;
- Refrigeração residencial;

Aplicações de Refrigeração

- Condicionamento de ar residencial;
- Condicionamento de ar veicular;
- Condicionamento de ar de médios e grandes edificações;
- Transporte de cargas;
- Refrigeração residencial;
- Refrigeração de máquinas de venda;
- Ar-condicionado industrial;
- Refrigeração industrial;

Referências – I

[1] D. L. Fenton.

Fundamentals of refrigeration: A course book for self-directed or group learning.
ASHRAE, second edition edition, 2016.

[2] R. Peters, R. Busse, and J. U. Keller.

Solid-liquid equilibria in the systems $\text{NH}_3\text{-H}_2\text{O-LiBr}$ and $\text{H}_2\text{O-LiBr}$ at $p=1$ atm in the range from -35 to 80°C .

International Journal of Thermophysics, 14(4):763–775, 1993.



Photo by Pixabay from Pexels

<https://www.pexels.com/photo/cold-dark-eerie-fear-207985/>