Boletim da Engenharia

20

Definição do Superaquecimento e Sub-resfriamento 03/05

Neste boletim vamos abordar a definição do “Superaquecimento” e “Sub-resfriamento” através do diagrama Pressão e Entalpia (P-h).

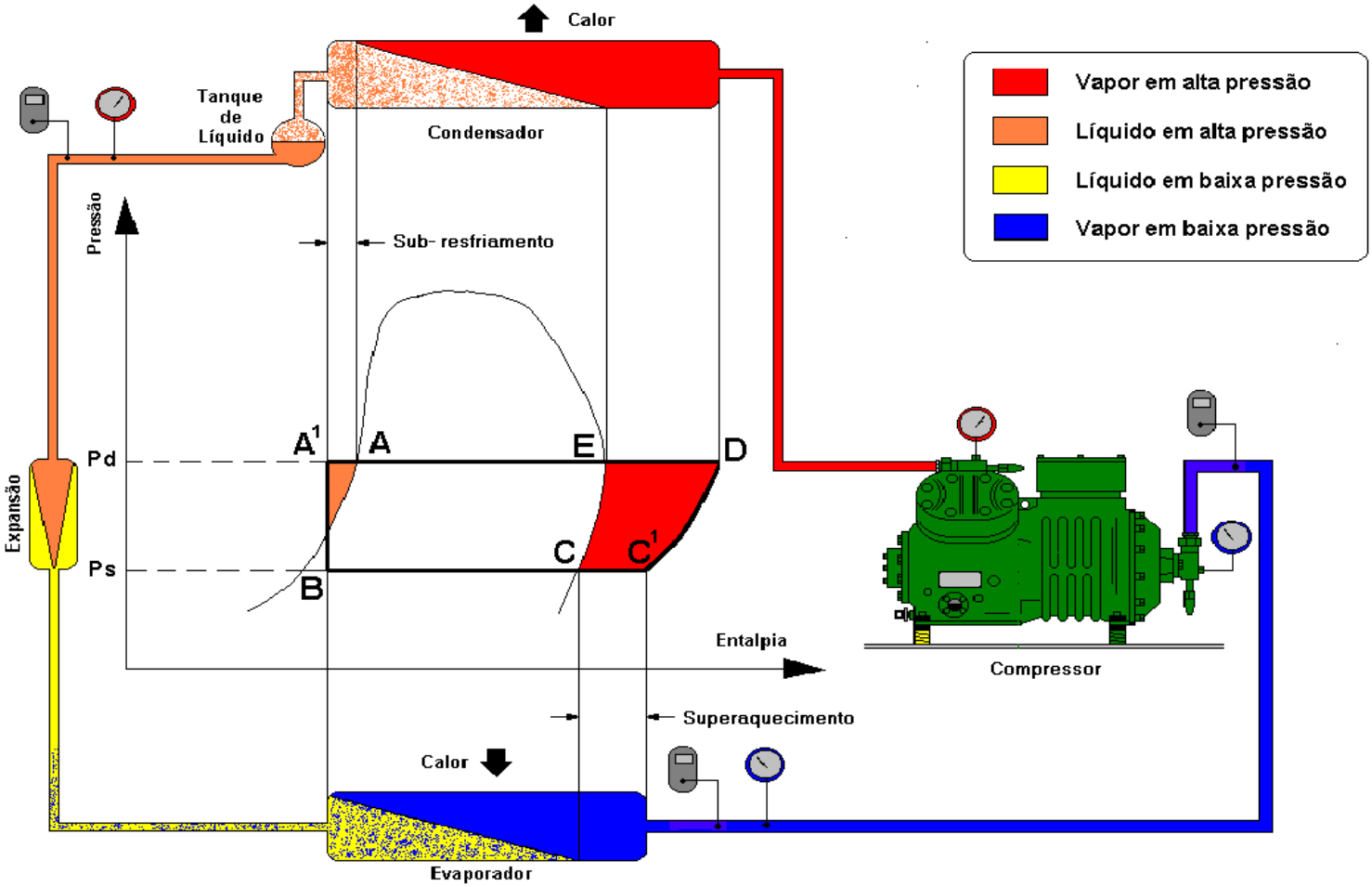


Figura 1 – Representação simplificada do Ciclo Frigorífico e Diagrama Pressão – Entalpia (P-h), destacando o Superaquecimento e Sub-resfriamento.

De acordo com a **figura 1**, além da absorção de calor realizada no evaporador (**do ponto B ao C)**, o calor adicional é absorvido pelo gás refrigerante quando ele passa nas secções finais do evaporador e também dentro da linha de sucção (**do ponto C ao C^1 = Superaquecimento**).

Além disso, é adicionada uma grande quantidade de calor durante o trabalho de compressão (**do ponto C^1 ao D**). Este calor, geralmente chamado calor mecânico da compressão, explica-se pelo fato de que, quando se realiza trabalho sobre um fluido, a sua temperatura aumenta na razão da taxa de compressão.

Devido ao calor adicionado por estas fontes, o gás refrigerante atinge o condensador altamente superaquecido (**ponto D**), isto é, a uma temperatura mais alta do que a temperatura de saturação que corresponde à pressão de condensação (**ponto E**).

Antes mesmo de ocorrer à condensação, o gás superaquecido é resfriado para a temperatura de saturação, isto normalmente ocorre no próprio tubo de descarga do compressor e também no (s) tubo (s) do primeiro circuito do condensador (**do ponto D ao E**). Depois de atingir a temperatura de condensação, começará a condensação do gás aumentando a porção de líquido refrigerante conforme a dissipação de calor ocorrida no condensador (**do ponto E ao A**).

Antes de deixar o condensador, o refrigerante líquido é resfriado a uma temperatura abaixo daquela a que foi condensado. Isto é chamado **sub-resfriamento**, calculado pela diferença de temperatura entre a temperatura de condensação e a temperatura do líquido refrigerante na linha de líquido (**do ponto A ao A^1**). Este processo ocorre na saída do condensador, ocasião onde, depois da completa condensação do gás refrigerante (**ponto A**), é reduzida a temperatura deste líquido para garantir na entrada da válvula de expansão líquido sub-resfriado (**ponto A^1**). Assim, serão evitadas perdas de rendimento do sistema frigorífico através da presença indesejável de “flash gás” (evaporação instantânea do líquido) na linha de líquido.

A rejeição de calor total no condensador inclui tanto a absorção de calor no evaporador como a potência equivalente do trabalho de compressão. É importante explicar que qualquer absorção de superaquecimento pelo vapor de sucção através do ar ambiente também se torna uma parte da carga sobre o condensador.

De acordo com as boas práticas de refrigeração, é geralmente desejável um **sub-resfriamento natural** do líquido (proveniente do condensador) variando de **3 à 5K**.

Finalmente, para terminar o ciclo frigorífico, este líquido refrigerante já sub-resfriado passa pela válvula de expansão, sofrendo uma brusca queda de pressão (expansão **do ponto A^1 ao B**), conseqüentemente, provocará a evaporação de uma pequena parcela do líquido refrigerante abaixando a temperatura do restante do líquido que entrará no evaporador. Além disso, a válvula de expansão irá controlar também a temperatura de evaporação; o superaquecimento e a quantidade de líquido refrigerante necessária para satisfazer as variações de carga térmica no evaporador.

Ao entrar no evaporador, esta massa de líquido refrigerante em baixa pressão irá absorver calor do ambiente e, conseqüentemente, irá mudar de estado passando de líquido para vapor (**ponto B ao C**). No final da evaporação (ponto C), toda a massa de refrigerante encontra-se na condição de vapor saturado, ocasião onde encontramos 100% vapor. Porém, quando o refrigerante deixa o evaporador ele se encontra na condição de vapor superaquecido.

Chamamos de **superaquecimento** a diferença entre a temperatura de sucção e a temperatura de evaporação. Porém, na saída do evaporador temos o que chamamos de **superaquecimento útil (ou estático)** controlado pela válvula de expansão termostática, que geralmente os fabricantes já as regulam com um valor variando de **3 até 7K**.

Por outro lado, dependendo do comprimento da linha de sucção, principalmente na refrigeração comercial onde nem sempre é possível instalar os compressores ao lado dos evaporadores, o valor do superaquecimento do vapor refrigerante que irá chegar na sucção do compressor será bem maior comparado ao superaquecimento útil. Isto ocorre porque muitas vezes o refrigerante, ao sair do evaporador, terá que percorrer dezenas de metros até chegar no compressor. Com isso o mesmo receberá calor do meio ambiente mesmo estando isolada a linha de sucção e também ocorrerá perdas de carga. Existem casos onde, da saída do evaporador até a chegada na sucção do compressor, a linha de sucção chega a quase 500m de comprimento.

Portanto, na sucção do compressor damos o nome de **superaquecimento total**, ocasião onde os fabricantes de compressores, de um modo geral, recomendam que este valor esteja variando de um **mínimo de 8K** para evitar retorno de líquido, o que poderá provocar quebra mecânica do compressor, até um **máximo de 20K** para evitar baixo rendimento frigorífico, alta potência consumida, elevadas temperaturas de descarga, carbonização do óleo, desgaste prematuro e, conseqüentemente quebra mecânica do compressor. Poderíamos até dizer que o "superaquecimento" é um mal necessário para o sistema frigorífico.