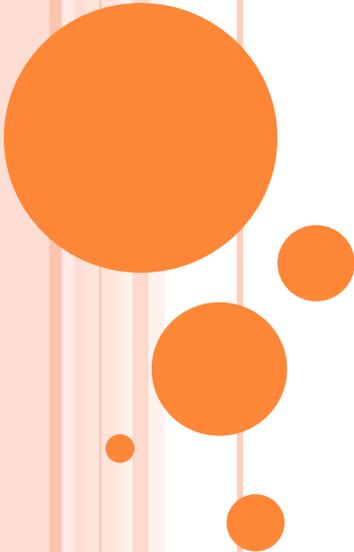


EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS E INSTALAÇÕES

PROF. RAMÓN SILVA



Engenharia de Energia

Dourados MS - 2013



CONSUMO DE FRIO

- O primeiro passo para a redução do consumo de energia associado ao uso final do frio e do sistema frigorífico como um todo é a redução, até os limites máximos permitidos pelo processo, de toda e qualquer fonte de calor (carga térmica) presente no ambiente refrigerado e/ou advinda do próprio processo de produção.

- A análise da carga térmica inicia-se com a busca de informações precisas, por exemplo:
 - quantidade de produto,
 - temperatura de entrada do produto na câmara (ou equipamento), e
 - temperatura final do produto.

Informações imprecisas geralmente levam ao sub ou ao superdimensionamento do sistema frigorífico, o que acaba comprometendo a qualidade dos produtos e aumentando o consumo de energia

- A carga térmica real de um sistema geralmente é maior que aquela associada apenas ao produto.
- No caso de câmaras de conservação de alimentos, a carga associada ao produto geralmente é mínima.

- Neste caso, a carga térmica, em geral, é composta das seguintes parcelas:
 - ganho de calor através das estruturas,
 - infiltração,
 - potência dissipada dos motores dos ventiladores dos evaporadores, iluminação e sistema de degelo.

- **Condições de armazenagem.**
- As condições de armazenagem (temperatura e umidade relativa) dos produtos no interior de câmaras frigoríficas determinam a temperatura de evaporação do sistema frigorífico e, como visto anteriormente, a eficiência do sistema está diretamente relacionada com a temperatura de evaporação.
- Para os melhores resultados, cada produto deveria ser armazenado de acordo com os seus requisitos específicos de temperatura e umidade relativa, especificados em manuais (Venturini e Pirani, 2005).

- **Condições de armazenagem.**
- Porém, nem sempre se torna prático construir uma câmara individual para cada produto manipulado por uma indústria ou comércio.
- Assim, os produtos a serem armazenados são divididos em grupos que requerem condições de armazenamento semelhantes.

- **Ganho de calor através das estruturas da câmara.**
- A carga térmica decorrente da transmissão de calor é uma função do diferencial de temperatura entre o ambiente externo e o interior da câmara, da condutividade térmica dos elementos construtivos da câmara (paredes, teto, piso, portas, etc...) e da área das superfícies expostas ao diferencial de temperaturas.

- **Ganho de calor devido à infiltração de ar externo.**
- A carga térmica associada à infiltração de ar está relacionada com a entrada de ar quente (ar externo) e a saída de ar frio da câmara frigorífica, através de portas ou quaisquer outras aberturas.

- **Ganho de calor devido à infiltração de ar externo.**
- Cada vez que uma porta da câmara é aberta, uma determinada quantidade de ar externo penetra na mesma, a qual deverá ser resfriada pelo sistema frigorífico da câmara, aumentando a carga térmica e, conseqüentemente, o consumo de energia associado ao sistema frigorífico.

- **Ganho de calor devido a equipamentos instalados nas câmaras.**
- Todos os equipamentos elétricos instalados no interior da câmara frigorífica (lâmpadas, motores, etc) dissipam calor.
- Portanto, contribuem para o aumento da carga térmica e do consumo de energia do sistema frigorífico.

- **Ganho de calor devido a equipamentos instalados nas câmaras.**
- Todos os equipamentos elétricos instalados no interior da câmara frigorífica (lâmpadas, motores, etc) dissipam calor.
- Portanto, contribuem para o aumento da carga térmica e do consumo de energia do sistema frigorífico.

- **Redução do ganho de calor através das estruturas das câmaras frigoríficas**
- Aproximadamente 20% da carga térmica de uma câmara de conservação de produtos resultam da transmissão de calor pelas paredes, teto e piso das câmaras.
- Assim, o papel do isolamento é fundamental, sendo o fator mais importante no consumo energético de uma instalação de conservação, tanto pela sua influência em relação à entrada de calor no ambiente refrigerado como pela dificuldade que existe em modificá-lo depois de construído ou colocado.

- **Redução do ganho de calor através das estruturas das câmaras frigoríficas**
- **Maior espessura do isolamento e menor condutividade térmica irão reduzir o ganho de calor por transmissão através das estruturas.**

- **Redução do ganho de calor por infiltração de ar**
- A infiltração de ar em câmaras de armazenamento pode ser responsável por até 30% da sua carga térmica.
- Com a entrada de ar na câmara, juntamente com o calor introduz-se umidade, que provoca a formação de gelo nos evaporadores, aumentando o consumo de energia pela redução da transmissão de calor e pela necessidade de degelo frequente.
- A redução desta parcela da carga pode ser facilmente conseguida por meio de:

- **Redução do ganho de calor por infiltração de ar**
- Instalação de sistema automático para fechamento das portas.
- Sempre que possível, deve-se utilizar antecâmaras resfriadas na entrada das câmaras de conservação.
- A entrada de calor e umidade depende das condições no ambiente externo à porta.

- **Redução do calor dissipado pelos ventiladores dos evaporadores**
- Os ventiladores dos evaporadores respondem por até 15% da carga térmica de uma câmara frigorífica, porém eles contribuem duas vezes para o consumo de energia.
- Eles consomem energia elétrica, a qual é, em grande parte, convertida em calor, que necessitará ser removido pelo sistema frigorífico.

- **Redução do calor dissipado pelos ventiladores dos evaporadores**

- Assim, para a redução da carga térmica e, conseqüentemente, do consumo de energia, podem ser adotadas as seguintes medidas:
 - Desligar os ventiladores quando eles não estiverem sendo utilizados.

 - Adotar ventiladores eficientes associados a motores de alto rendimento.

 - Motores mais eficientes são projetados para converter maior quantidade de energia elétrica em trabalho.

- **Diminuição da carga de iluminação**
- Os sistemas de iluminação respondem por até 10% da carga térmica de uma câmara frigorífica para conservação de produtos.
- E, novamente, a iluminação contribui duas vezes para o consumo de energia.

- **Diminuição da carga de iluminação**
- A maioria dos sistemas já utiliza iluminação eficiente.
- Porém, se for observado o desligamento das lâmpadas quando não estiverem sendo utilizadas por longos períodos, pode-se conseguir redução ainda maior no consumo de energia.

- **Uso de sistemas anticondensação superficial**
- Os sistemas anticondensação superficial são largamente utilizados na indústria do frio para prevenir a condensação de umidade sobre algumas superfícies e portas de câmaras e displays, quando a temperatura das mesmas atinge valores menores que a temperatura de orvalho do ar externo.
- Na maioria dos casos, estes sistemas estão sempre operando, isto é, está energizado.

- **Uso de sistemas anticondensação superficial**
- Uma forma de reduzir a carga decorrentes dos sistemas anticondensação superficial é o seu acionamento em ciclos, ou por meio de um sistema de controle que o ative somente quando a temperatura de orvalho do ar for superior a um valor predeterminado.
- Segundo Little (1996) pode-se eliminar $1/3$ da carga elétrica de anticondensação, porém deve-se observar que somente 50% da potência deste sistema é transferida para o interior dos compartimentos refrigerados, tornando-se efetivamente em carga térmica.

- **Adequação da temperatura no ambiente refrigerado**
- Procura armazenar na mesma câmara produtos que necessitem da mesma temperatura de armazenagem e estabelecer a máxima temperatura possível para a câmara, levando em consideração aspectos relacionados à preservação da integridade e vida útil do produto.

- **Redução das perdas devido à inexistência de termostato ou pressostato**
- Os equipamentos de geração de frio são dimensionados para operar em média de 16 a 20 horas por dia.
- A falta ou mal funcionamento de equipamento de controle de temperatura na câmara frigorífica constitui um item extremamente grave e provoca o funcionamento contínuo dos compressores, desperdiçando energia.

- **Adequação da forma de armazenagem de produtos nos espaços refrigerados**
- A armazenagem inadequada de produtos nos espaços refrigerados prejudica a circulação de ar frio no ambiente, acarretando aumento no consumo de energia elétrica.
- Assim, procure não encostar os produtos nas paredes das câmaras frigoríficas e mantenha um espaçamento entre os mesmos, dando preferência à utilização de paletes para o empilhamento, pois estes, além de preservarem a integridade dos produtos, facilitam a movimentação do ar no interior da câmara.

- **Diminuição das fontes de calor nos espaços refrigerados ou próximas destes**
- A instalação do espaço a ser refrigerado próximo a fontes de calor eleva a carga térmica e o consumo de energia elétrica, pois aumenta o ganho de calor através das estruturas da câmara ou dos equipamentos refrigerados.
- Assim, procure evitar que equipamentos que liberam calor sejam instalados próximos aos ambientes refrigerados ou dentro deles.
- Caso isso não seja possível, sempre desligue estes equipamentos quando não estiverem sendo utilizados.

- **Otimização do degelo**
- Em evaporadores que trabalham com temperatura de evaporação abaixo de 0°C ocorrerá formação de gelo sobre a sua superfície.
- O acúmulo de gelo reduz a transferência de calor e a vazão de ar, o que acaba por diminuir a temperatura de evaporação.

- **Otimização do degelo**

- Este problema pode ser minimizado se:
 - for assegurado que a temperatura de evaporação seja a maior possível e, quando o sistema permitir, acima de 0°C .
 - Forem utilizados evaporadores cujas características não tornem o acúmulo de gelo crítico, como evaporadores com maior espaçamento entre aletas.
 - For minimizada a infiltração de ar externo, por exemplo, utilizando-se cortinas plásticas e sistemas de automação de portas.

- **Otimização do degelo**
- A taxa de acúmulo de gelo varia com as condições ambiente e com a carga do sistema.
- Portanto, um sistema de controle que ative o degelo somente quando necessário irá economizar energia.

- **Otimização do degelo**
- Assim, o início do ciclo de degelo deve sempre ser automático, podendo se empregar timer, manômetro diferencial, entre a entrada e a saída do ar do evaporador e sensores infravermelho, que detectam a presença de gelo sobre a superfície aletada do evaporador.
- Estes sistemas de controle iniciam o degelo quando o acúmulo atinge um valor predeterminado (espessura de 1 cm), ou seja, somente depois de ocorrer uma redução significativa da capacidade e eficiência do evaporador.

- **Otimização do degelo**
- Assim, o início do ciclo de degelo deve sempre ser automático, podendo se empregar timer, manômetro diferencial, entre a entrada e a saída do ar do evaporador e sensores infravermelho, que detectam a presença de gelo sobre a superfície aletada do evaporador.
- Estes sistemas de controle iniciam o degelo quando o acúmulo atinge um valor predeterminado (espessura de 1 cm), ou seja, somente depois de ocorrer uma redução significativa da capacidade e eficiência do evaporador.



REFERÊNCIAS

Eletrobrás, Procel, FUPAI – Eficiência Energética em Sistemas de Refrigeração Industrial e Comercial– Manual Prático - 2005