

Conceitos de Dimensionamento de Sistemas de AVAC

Neste pdf discutem-se alguns conceitos base necessários para dimensionar um sistema AVAC. Importa não esquecer que nem sempre é necessário utilizar um sistema de climatização mecânica (apenas quando é possível e a solução da equação de conservação de energia no compartimento, para condições padrão resulta numa carga de climatização relevante). Para dimensionar o sistema é necessário definir as condições climáticas exteriores que serão utilizadas no projecto, para verão e inverno. Por norma estas condições serão típicas do cidade/região onde o edifício se situa.

Conservação de calor sensível num compartimento

A conservação de energia num compartimento pode ser expressa da seguinte forma:

$$G_i + G_s + G_v + G_c = \rho C_p V_s \frac{\partial T_i}{\partial t} + \sum_{n=1}^k A_n U_n (T_i - T_{s_n})$$

Unidades equação: Watt. Em que G_i são os ganhos internos, G_s são os ganhos solares, G_v são os ganhos devidos a ventilação (infiltração de ar exterior), G_c é a carga sensível de climatização, V_s é o volume da sala, T_i é a temperatura interior e T_{s_n} é a temperatura da superfície “n”, que tem área “n” e condutância entre o ar interior e essa superfície “Un”. Nota que se utilizarem o $U_{INT \rightarrow EXT}$ podem substituir T_{s_n} por T_{ext} (a temperatura exterior).

Os ganhos solares para uma determinada janela com área de vidro (A_v) podem ser calculados utilizando a expressão:

$$G_s = A_v \times F_s \times (R_{directa} \times \cos[AT] \times \cos[AZ] + F_{fJC} \times R_{difusa})$$

Em que o factor solar (F_s) depende do tipo de vidro (tipicamente varia entre 0.2 e 0.8). Entre outras aproximações, esta expressão considera que a radiação difusa é isotrópica. O coeficiente de F_{fJC} é o factor de forma (view factor) entre a janela e o céu. No caso da radiação directa é necessário calcular a área útil de janela (perpendicular à radiação directa $R_{directa}$).

Dimensionamento de Inverno

No nosso caso o dimensionamento de inverno apenas incide sobre o controle da temperatura de insuflação do ar*, para não causar desconforto, não permitindo uma temperatura inferior a 15° (esta necessidade em conjunto com as condições exteriores, 8°, será a base para o dimensionamento da bateria eléctrica). Assim deveremos dimensionar a bateria eléctrica para o caudal de ventilação necessário para os ocupantes um $\Delta T = 15 - 8 = 7$ K.

*Teremos ganhos internos e sem perdas na envolvente não teremos necessidades de aquecimento.

Dimensionamento de Verão – Sensível

No verão já temos que fazer dois dimensionamentos, para carga sensível e latente, a bomba de calor terá que ter uma potência igual ou superior à soma das duas cargas (G_c e G_{CL}). A carga sensível é calculada resolvendo a equação de conservação de energia na sala (ver acima).

Em situação estática, sem variação temporal da temperatura (T_i não depende de t). No verão, quando temos de arrefecer iremos obter um valor negativo para G_c (carga de climatização) que é a solução da equação:

$$G_i + G_v + G_c = 0, \text{ em que } G_v = \rho \cdot C_p \cdot V (T_{\text{ext.proj.}} - T_{\text{int.conf.}})$$

Em que V é o caudal Volúmico.

Dimensionamento de Verão – Latente

Para além da carga sensível (G_c) também temos que obter a carga latente, para isso temos que resolver a seguinte equação (F é o caudal de ventilação, em m^3/s):

$$F \cdot w_i = F \cdot w_e + Q_{iL} \text{ em que:}$$

w_i é a humidade absoluta interior, e é a incógnita desta equação

w_e é a humidade absoluta exterior e Q_{iL} é a carga interna latente total (em g/Kg)

A partir das condições limite de conforto térmico (no nosso caso aproximadamente, 27° , 70% $\rightarrow 16\text{g/Kg}_{\text{ar}}$) obtemos no diagrama psicrométrico o w_{iL} (limite) temos então dois cenários:

$$w_i < w_{iL} \quad \Rightarrow \text{a carga latente é zero}$$

$$w_i > w_{iL} \quad \Rightarrow \text{a carga latente mássica (g por Kga) é } \Delta w = (w_i - w_{iL}).$$

A carga latente de climatização é dada por: $G_{iL} = \Delta w \times F \times 2.5 \times 10^3$

Dimensionamento de Verão – Carga Total

A carga total de arrefecimento é: $G_c + G_{iL}$

Regime de Funcionamento da Bomba de Calor

A bomba de calor funcionará em regime normal com evaporação a 7° (água fria a 7° - 12°) e condensação a 45° (água quente a 45° - 40°). A temperatura de entrada de ar no condensador no verão será 35° (dando assim uma margem de segurança em relação aos 32° exteriores).

Seleção de Ventilador para o Sistema de Ventilação

Alguns esclarecimentos sobre este dimensionamento (ver figura):

- Os ventiladores só funcionam “sobre a sua curva” de funcionamento (a vermelho abaixo)
- Para o caudal de projecto (Q_p) a instalação tem a perda de pressão total P_1 (que depende da conduta, difusor, etc)
- Normalmente, para esta perda de pressão o ventilador tem um caudal Q_1 , superior a Q_p (se fosse inferior não era possível e teríamos que seleccionar o ventilador de maior capacidade)
- É neste momento que surge o registo de regulação, que nos permite “levar” a perda de pressão total da instalação para o valor P_2 (que é o correcto, para com o ventilador seleccionado obter o caudal Q_p)
- Este princípio também é válido para os sistemas hidráulicos.

