

EXAME

SEMESTRE 2

Data: 11 de Junho, 9:00 horas

MIEEA

Sistemas Energéticos em Edifícios

(Duração máxima permitida: 120 + 30 minutos)

ATENÇÃO: Leia com atenção o enunciado e procure responder às questões justificando as opções tomadas. Sempre que necessário utilize os seguintes valores para:

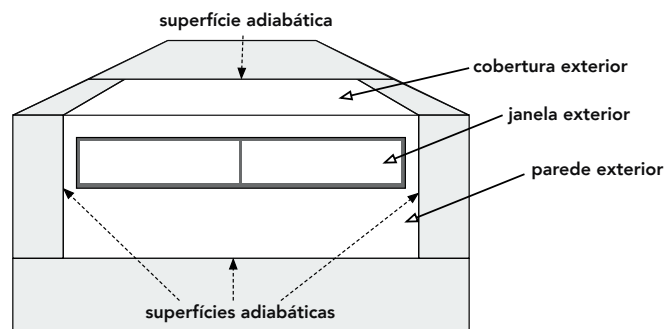
Propriedades do ar $\rho \simeq 1.2 \text{ kg/m}^3$; $c \simeq 1 \text{ kJ/(kg.K)}$

Calor latente de vaporização da água $h_{fg} \simeq 2500 \text{ kJ/Kg}_a$

EXERCÍCIO

Considerar uma sala de aulas posicionada no último piso de um edifício em Lisboa com as seguintes dimensões: largura 10 m, profundidade 7 m e altura 3 m. Todas as superfícies são adiabáticas à exceção da fachada orientada a sudoeste (SW) e da cobertura exterior. A janela tem as seguintes dimensões largura 8.5 m e altura 1.2 m. O caixilho representa 5% da área total. As restantes propriedades da envolvente encontram-se na tabela:

	U [W/(m ² K)]	absortividade solar/factor solar
Cobertura exterior	0.80	$\alpha = 0.4$
Parede exterior	0.60	$\alpha = 0.4$
Janela exterior com cortinas	3.80	$\bar{g} = 0.4$



Considerar que a sala tem uma capacidade total de 25 pessoas com uma actividade sedentária (1.2 met) e com vestuário de Verão (0.5 clo). O sistema de iluminação dissipa uma potência de 8 W/m^2 . A carga térmica devido à ocupação é 80 W/pessoa (calor sensível) + 50 W/pessoa (calor latente).

CONTINUA

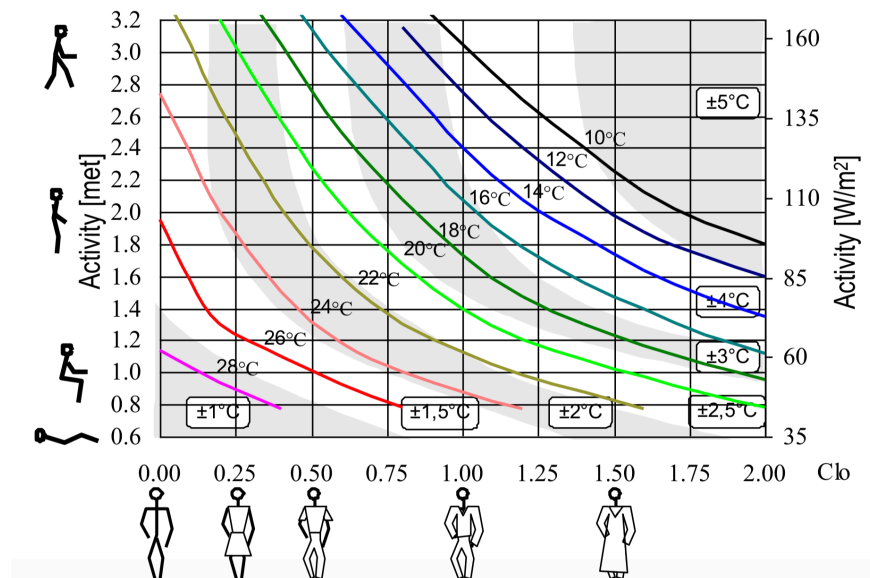
As condições exteriores de projecto para o Verão em Lisboa são:

Temperatura de bolbo seco do ar (DB)	32.2°C
Temperatura média coincidente do ar húmido (MCWB)	19.3°C
Irradiância máxima global na fachada SW	641 W/m ²
Irradiância máxima global na horizontal	946 W/m ²

- Sabe-se que a concentração de CO₂ no exterior é de 400 ppm e que cada pessoa produz cerca de 20 litros por hora de dióxido de carbono (CO₂).
 - Em condições de regime permanente, calcular o **caudal de ar novo total** a fornecer ao espaço para que a concentração máxima de CO₂ no interior não exceda 1200 ppm.
 - Após um tempo elevado de desocupação da sala de aulas, qual seria a **concentração de CO₂ no interior**, para as condições de caudal de ar novo calculadas em (a), após 90 minutos de aula?

(2 valores)

- Considerando a o gráfico da temperatura operativa em função da actividade e do vestuário:



- indicar qual o **intervalo de temperatura** em que se podem esperar condições de conforto térmico;
- discutir que **temperatura de projecto para o ar interior** deverá adoptar, considerando que a temperatura das superfícies interiores é, em média, mais elevada do que o ar em cerca de 2°C e que a velocidade do ar é 1 m/s.

(3 valores)

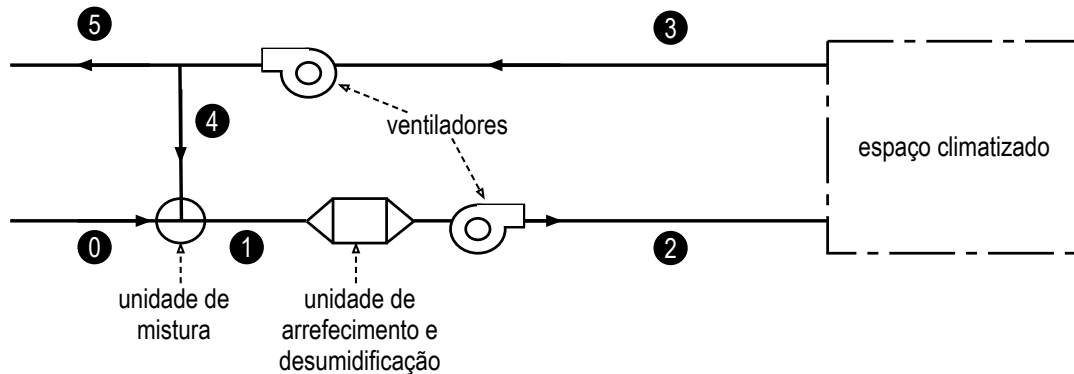
- Em condições de regime permanente, para a sala de aula, considerando todos os dados do enunciado e a temperatura de projecto para o ar interior definida em 2(b), calcular a **carga de calor sensível no espaço**, considerando que **não** existe entrada directa de ar exterior.

Nota: caso não tenha respondido à questão 2(b), adoptar uma temperatura de projecto que considere razoável.

(5 valores)

4. Para o processo de arrefecimento e desumidificação do ar da sala em estudo, definido no esquema, calcular:
- o caudal de ar a ser fornecido ao espaço (\dot{m}_{a2}), considerando que o ar entra no espaço a 15°C ;
 - a fracção de ar recirculado relativamente ao caudal de ar total ($\dot{m}_{a4}/\dot{m}_{a1}$);
 - a potência de arrefecimento total da unidade de arrefecimento e desumidificação, considerando que o teor de vapor de água no interior do espaço não deverá exceder 10 g/kg_a ;
 - Com base nos resultados obtidos, concluir quanto à necessidade de arrefecer e/ou desumidificar o espaço.

(6 valores)



5. No diagrama psicrométrico indicar/desenhar:

- as condições do ar exterior (ponto 0);
- as condições do ar após a unidade de mistura (ponto 1);
- as condições do ar fornecido ao espaço (ponto 2);
- as condições do ar interior (ponto 3);
- o processo de arrefecimento e desumidificação do ar (transição de 1 para 2).

(4 valores)