

# EXAME

SEMESTRE 2

Data: 27 de Junho, 9:00 horas

MIEEA

Sistemas Energéticos em Edifícios

(Duração máxima permitida: 120 + 30 minutos)

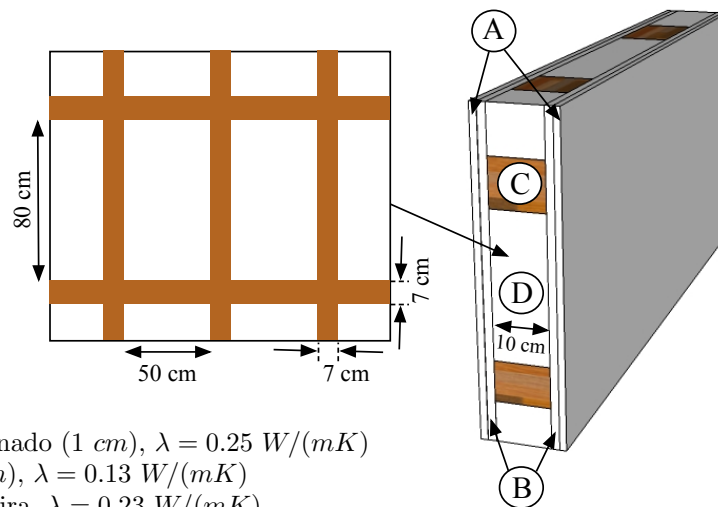
**ATENÇÃO:** Leia com atenção o enunciado e procure responder às questões justificando as opções tomadas. Sempre que necessário utilize os seguintes valores para:

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

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

## PARTE I

A parede exterior de um edifício é composta por um conjunto de painéis de diferentes materiais, dos quais apenas um é não homogéneo (estrutura reticulada C+D).



- A) placa gesso cartonado (1 cm),  $\lambda = 0.25 \text{ W/(mK)}$
- B) painel OSB (1 cm),  $\lambda = 0.13 \text{ W/(mK)}$
- C) barrotes de madeira,  $\lambda = 0.23 \text{ W/(mK)}$
- D) lã mineral,  $\lambda = 0.04 \text{ W/(mK)}$

1. Calcular o coeficiente de transmissão térmica superficial ( $U$ ) para a solução de parede exterior da figura.

(4 valores)

CONTINUA

2. Um *bungalow* é constituído pelo tipo de paredes da questão 1. Para além das paredes, os outros elementos da envolvente exterior são a cobertura e as janelas com  $U_{cob} = 1 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$  e  $U_{jan} = 2.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ . Todas as restantes superfícies, incluindo o pavimento, podem considerar-se adiabáticas. O volume total do *bungalow* é  $78 \text{ m}^3$ .

Caso **não** tenha resolvido a questão 1, considerar  $U_{par} = 0.5 \text{ W}/(\text{m}^2\text{K})$ .

	Pavimento	Paredes	Janelas	Cobertura
Área [ $\text{m}^2$ ]	30	48.62	8.58	30

Em condições de projecto de inverno, considera-se uma renovação de ar de 0.4 RPH e uma temperatura do ar exterior de  $-2^\circ\text{C}$ .

- (a) calcular a **potência de um sistema de aquecimento** para manter o espaço a  $21^\circ\text{C}$ , em condições de regime permanente.
- (b) aplicando o método quase-estacionário, determinar as **necessidades de energia para aquecimento**, considerando ganhos internos médios de  $5 \text{ W}/\text{m}^2$  e ganhos solares e perdas radiativas desprezáveis; os graus-dias de aquecimento no local, na temperatura base  $21^\circ\text{C}$  são 2300; a estação de aquecimento tem uma duração de 6 meses (30 dias/mês).

Para efeitos de inércia térmica considerar  $a = 2.8$ .

(6 valores)

## PARTE II

Uma sala de conferências tem as seguintes dimensões: largura 14 m, profundidade 18 m e altura 4 m. Todas as superfícies são adiabáticas à exceção da fachada orientada a Sul ( $14 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ ). A janela representa 10% da fachada Sul e o caixilho representa 15% da área total. As restantes propriedades da envolvente encontram-se na tabela:

	U [ $\text{W}/(\text{m}^2\text{K})$ ]	absortividade solar/factor solar
Parede exterior	0.70	$\alpha = 0.5$
Janela exterior	3.2	$\bar{g} = 0.1$

Considerar que a sala tem uma capacidade total de 420 pessoas com uma actividade sedentária (1 met) e com vestuário de Verão (0.5 clo). O sistema de iluminação dissipa uma potência de  $9 \text{ W}/\text{m}^2$ . A carga térmica devido à ocupação é  $80 \text{ W}/\text{pessoa}$  (calor sensível) +  $50 \text{ W}/\text{pessoa}$  (calor latente).

As condições exteriores de projecto para o Verão num determinado local são:

Temperatura de bolbo seco do ar (DB)	$35^\circ\text{C}$
Humidade relativa	80%
Irradiância máxima global na fachada sul	$700 \text{ W}/\text{m}^2$
Concentração de dióxido de carbono	400 ppm

1. Em condições de regime permanente, considerando  $24^\circ\text{C}$  para temperatura de projecto para o ar interior, calcular a **carga de calor sensível no espaço**, considerando que **não** existe entrada directa de ar exterior.

(3 valores)

2. Para o processo de arrefecimento e desumidificação do ar da sala em estudo, definido no esquema, e considerando que o teor de vapor de água no interior do espaço não deverá exceder  $12 \text{ g/kg}_a$ , calcular:
- o **caudal de ar novo** (expresso em  $\text{m}^3/\text{s}$ ) necessário para garantir a qualidade do ar, definida por um limite de 1200 ppm na concentração de  $\text{CO}_2$  interior, considerando que cada pessoa produz 18 litros por hora de dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ );
  - o **caudal de ar a ser fornecido** ao espaço, considerando que o ar entra no espaço a  $15^\circ\text{C}$ ;
  - a **temperatura do ar e o teor de vapor de água** à saída da unidade de mistura;
  - a **potência de arrefecimento total** da unidade de arrefecimento e desumidificação;
  - no **diagrama psicrométrico** indicar 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) e as condições do ar interior (ponto 3).
  - no **diagrama psicrométrico** desenhar o processo de arrefecimento e desumidificação do ar (transição de 1 para 2) e o processo de aquecimento do espaço devido à carga térmica (transição de 2 para 3).

Nota: caso não consiga determinar  $W_2$ , pode considerar o valor aproximado de  $10 \text{ g/kg}_a$ .

(7 valores)

