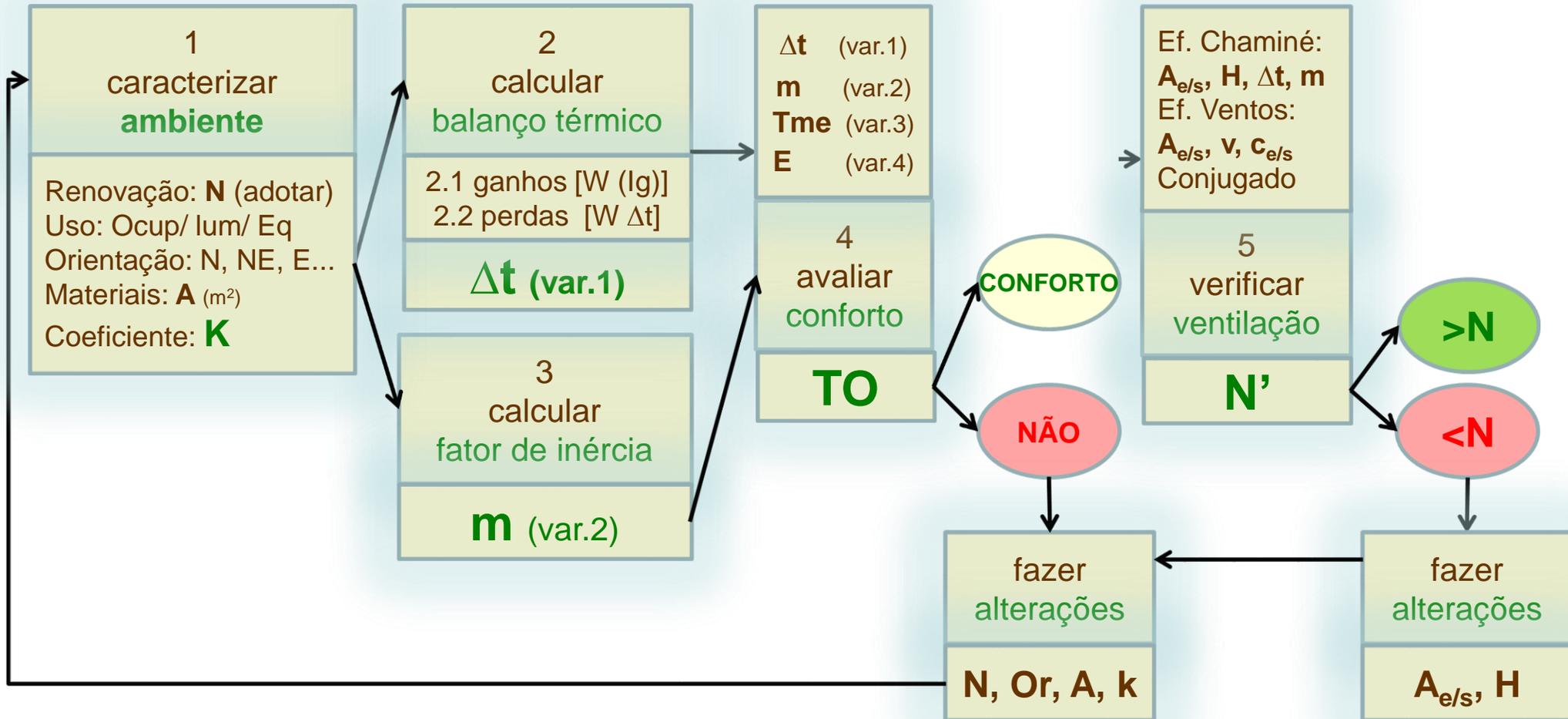
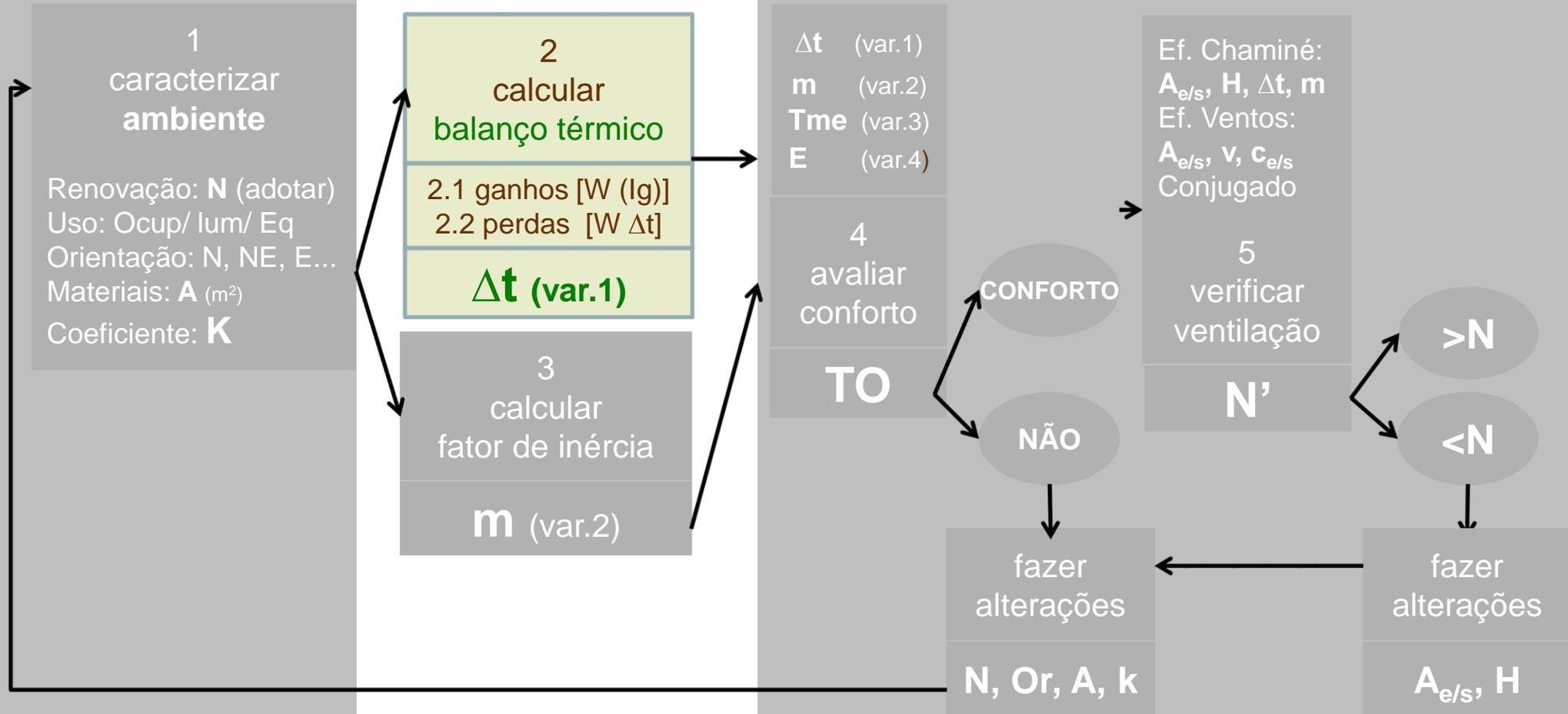


Ganhos e perdas de calor pela envoltória

Profa. Dra. Denise Helena Silva Duarte
Prof. Dr. Leonardo Marques Monteiro

Modelo de cálculo de desempenho térmico da edificação





Trocas de calor pela envoltória

- radiação solar global (I_g) → ganho de calor
- diferença de temperatura (Δt) → ganho ou perda de calor

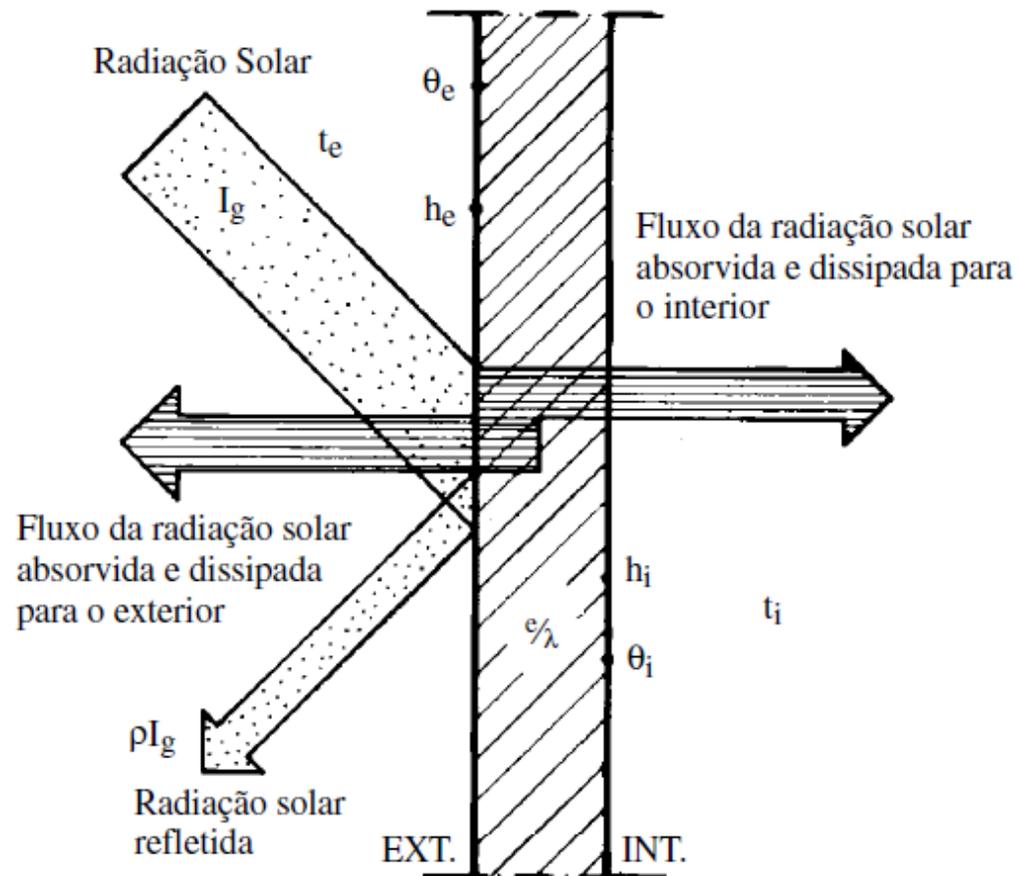
Consideração dos componentes diante do I_g :

- opacos
- transparentes/translúcidos

Estrutura da aula:

- 1) Trocas de calor através de componentes opacos
- 2) Trocas de calor através de componentes transparentes/translúcidos
- 3) Revisão do coeficiente global de transmissão térmica (K)
- 4) Resumo das trocas
- 5) **Exercícios**

Trocas de calor através de componente opaco

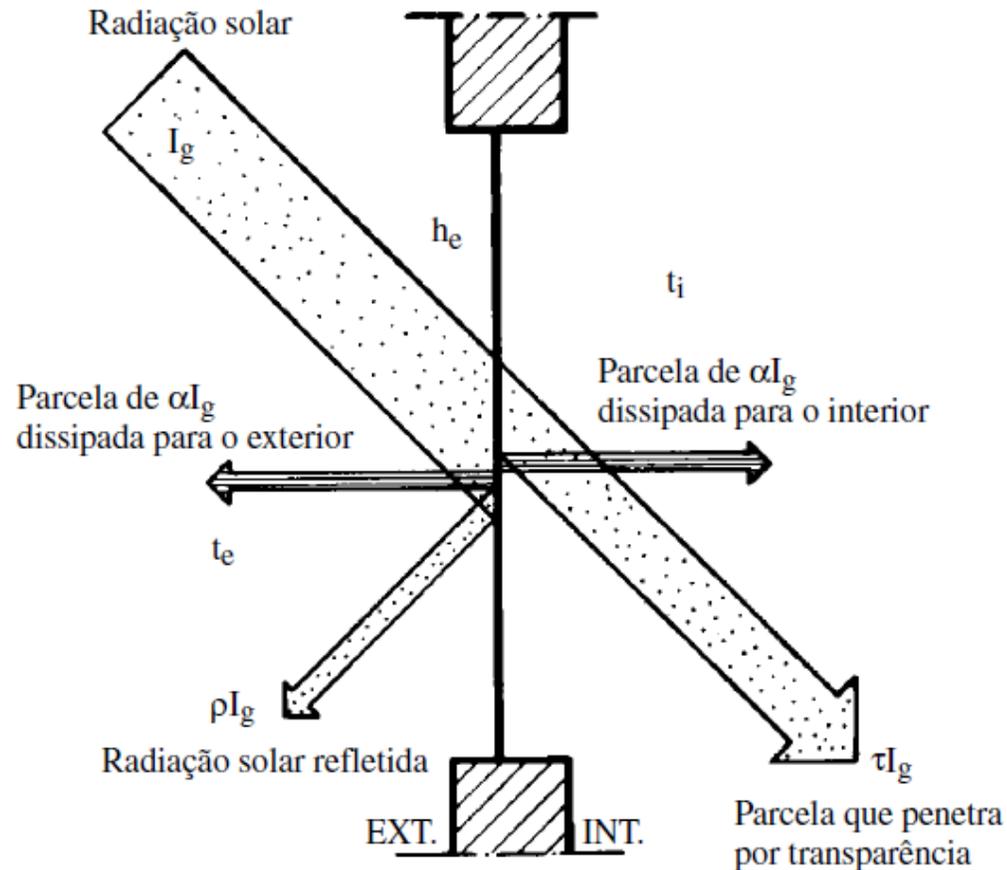


Ganho $\rightarrow Q_{op} = A_{op} \cdot (1/h_e) \cdot \alpha \cdot K \cdot I_g \text{ (W)}$

Perda $\rightarrow Q'_{op} = A_{op} \cdot K \cdot \Delta t \text{ (W)}$

- Q intensidade do fluxo térmico (W/m^2);
- H_e coeficiente de condutância térmica superf. externa ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$);
- A coeficiente de absorção da radiação solar;
- K coeficiente global de transmissão térmica ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$);
- I_g intensidade de radiação solar incidente global (W/m^2);
- Δt diferença de temperatura ($^{\circ}\text{C}$);
- A_{op} Área de componente opaco (m^2)

Trocas de calor através de translúcidos



Ganho $\rightarrow Q_{tr} = A_{tr} \cdot Str \cdot I_g \text{ (W)}$

Perda $\rightarrow Q'_{tr} = A_{tr} \cdot K \cdot \Delta t \text{ (W)}$

Q intensidade do fluxo térmico (W/m^2);

Str fator solar

K coeficiente global de transmissão térmica ($W/m^2\text{°C}$);

I_g intensidade de radiação solar incidente global (W/m^2);

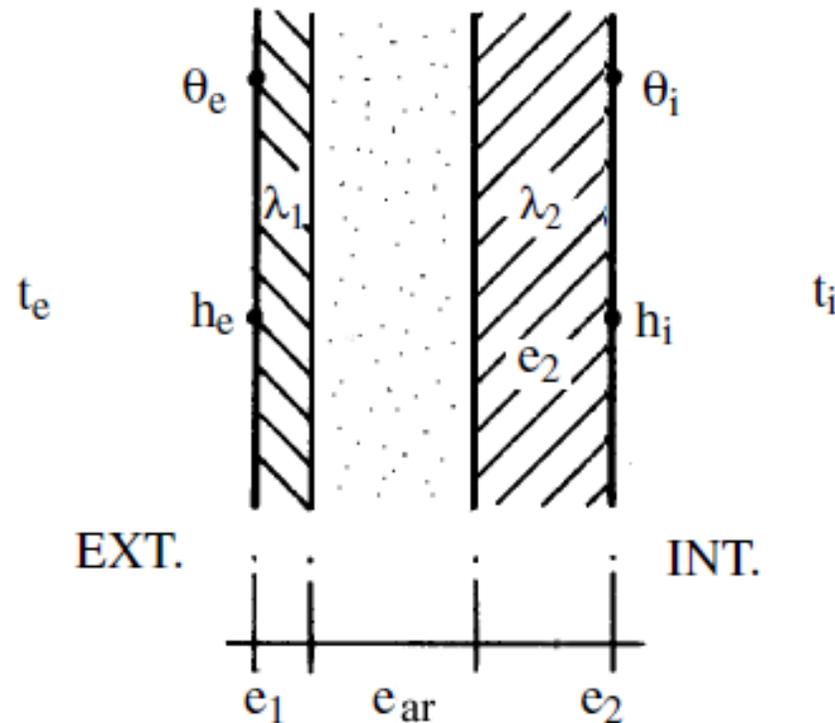
Δt diferença de temperatura (°C)

A_{tr} Área de componente translúcido (m^2)

Revisão: cálculo de K

Coeficiente global de transmissão térmica ($\text{W}/\text{m}^2\text{°C}$)

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + e_n/\lambda_n + R_{ar} \rightarrow K$$



Resumo

Ganho Opaco → $Q_{op} = A \cdot (0,05 \cdot \alpha \cdot K) \cdot I_g$ (W)

Ganho Translúcido → $Q_{tr} = A \cdot S_{tr} \cdot I_g$ (W)

Perda → $Q' = A \cdot K \cdot \Delta t$ (W)

- Q ganho ou perda de calor (W)
A área do componente (m²)
h_e coeficiente de condutância térmica superficial externa (W/m²°C)
para paredes exteriores, com v=2m/s, adota-se **1/h_e=0,05**
A coeficiente de absorção da radiação solar
K coeficiente global de transmissão térmica (W/m²°C)
Str fator solar
I_g intensidade de radiação solar incidente global (W/m²)
Δt diferença de temperatura (°C)

Para projeto:

Ganhos: A, I_g

- opacos: **α, K**

- translúcidos: **Str**

Perdas: A, K

- ventilação: **A_{e/s}, H, m**

Exercícios

ganhos e perdas de calor pela envoltória

1. Calcular o ganho de calor solar ($I_g = 1000 \text{ W/m}^2$), por m^2 , transmitido por:

1.1 - Uma laje de concreto armado ($e=8 \text{ cm}$) e coeficiente de absorção da radiação solar $\alpha = 0,9$.

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e/\lambda$$

$$1/K = 0,22 + 0,08/1,75$$

$$1/K = 0,2657$$

$$\mathbf{K = 3,76 \text{ W/m}^2\text{°C}}$$

$$q_{op} = A \cdot (1/h_e) \cdot \alpha \cdot K \cdot I_g$$

$$q_{op} = 1 \cdot 0,05 \cdot 0,9 \cdot 3,76 \cdot 1000$$

$$\mathbf{q_{op} = 169,2 \text{ W/m}^2}$$

1.2 - Mesma laje, com telha de fibrocimento ($e=10 \text{ mm}$), 1.600 kg/m^3 , pintura externa branca ($\alpha = 0,3$), com lâmina de ar confinado ($e = 10\text{cm}$) com acabamento brilho metálico $\varepsilon = 0,20$ nas duas faces.

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e_1/\lambda_1 + e_2/\lambda_2 + R_{ar}$$

$$1/K = 0,22 + 0,08/1,75 + 0,01/0,65 + 0,86$$

$$1/K = 1,1411$$

$$\mathbf{K = 0,88 \text{ W/m}^2\text{°C}}$$

$$q_{op} = A \cdot (1/h_e) \cdot \alpha \cdot K \cdot I_g$$

$$q_{op} = 1 \cdot 0,05 \cdot 0,3 \cdot 0,88 \cdot 1000$$

$$\mathbf{q_{op} = 13,2 \text{ W/m}^2} \rightarrow \text{ ganhos de calor solar por } \text{m}^2 \text{ quase 13 vezes menor do que o anterior}$$

2. Calcular o ganho de calor solar ($I_g = 500 \text{ W/m}^2$), por m^2 , transmitido por:

2.1 - Uma parede vertical composta por tijolo maciço prensado ($e = 20 \text{ cm}$, $\alpha = 0,6$)

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e/\lambda$$

$$1/K = 0,17 + 0,20/0,72$$

$$1/K = 0,4478$$

$$K = 2,23 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$q_{op} = A \cdot (1/h_e) \cdot \alpha \cdot K \cdot I_g$$

$$q_{op} = 1 \cdot 0,05 \cdot 0,6 \cdot 2,23 \cdot 500$$

$$q_{op} = 33,45 \text{ W/m}^2$$

2.2 - Através de um vidro vertical espessura 4 mm, incolor, $Str = 0,86$.

$$q_{tr} = A \cdot Str \cdot I_g$$

$$q_{tr} = 1 \cdot 0,86 \cdot 500$$

$$q_{tr} = 430 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{ganho de calor solar por } \text{m}^2 \text{ quase 13 vezes maior do que o do anterior}$$

3. Calcular a perda de calor, por m² de superfície, para t_i = 30°C e t_e = 25 °C:

3.1 - Através da laje concreto do item 1.1. (e = 0,08m; λ = 1,75 W/m°C)

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e/\lambda$$

$$1/K = 0,14 + 0,08/1,75$$

$$1/K = 0,1857$$

$$K = 5,38 \text{ W/m}^2\text{°C} \rightarrow \text{para ganhos } K = 3,76 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$q' = A \cdot K \cdot \Delta t$$

$$q' = 1 \cdot 5,38 \cdot 5$$

$$q' = 26,9 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{para ganhos } q = 169,2 \text{ W/m}^2 \Rightarrow \text{ganha 6 vezes mais que perde}$$

3.2 - Através da parede do item 2.1. (K = 2,23 W/m²°C)

$$q' = A \cdot K \cdot \Delta t$$

$$q' = 1 \cdot 2,23 \cdot 5$$

$$q' = 11,15 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{para ganhos } q = 33,45 \text{ W/m}^2 \Rightarrow \text{ganha 3 vezes mais que perde}$$

3.3 - Através do vidro do item 2.2. (e=0,004m; λ= 0,8 W/m°C)

$$1/K = (1/h_e + 1/h_i) + e/\lambda$$

$$1/K = 0,17 + 0,004/0,8$$

$$1/K = 0,175$$

$$K = 5,71 \text{ W/m}^2\text{°C}$$

$$q' = A \cdot K \cdot \Delta t$$

$$q' = 1 \cdot 5,71 \cdot 5$$

$$q' = 28,55 \text{ W/m}^2 \rightarrow \text{para ganhos } q = 430 \text{ W/m}^2 \Rightarrow \text{ganha 15 vezes mais que perde}$$