

---

## *FSIAP SPRINT 3*

---

### Relatório

#### **Autores:**

1221219 Diogo Araújo  
1221023 João Monteiro  
1220780 Tiago Alves  
1221003 Tiago Santos

**Turma:** 2DL

**Grupo:** 01

**Data:** 03/01/2024

**Docente:** João Lima Lopes

## Índice

Relatório.....	1
Introdução.....	3
<i>USFA05</i> .....	3
Descrição.....	3
Zona B .....	4
<i>USFA06</i> .....	8
Descrição.....	8
Zona B .....	8
<i>USFA07</i> .....	10
Descrição.....	10
Cálculo de Valores.....	11

## Introdução

Este documento tem como objetivo informar sobre o desenvolvimento do último sprint no âmbito da disciplina de FSIAP. O nosso principal propósito consiste em calcular a energia necessária para manter determinadas temperaturas nas diversas divisões, como definido no sprint anterior, considerando uma possível variação de temperatura no ambiente exterior. Para alcançar este objetivo, foram construídas paredes com materiais escolhidos por nós. Neste contexto, tornou-se igualmente imperativo calcular as resistências térmicas de cada parede e zona do telhado.

Todos os cálculos efetuados encontram-se devidamente documentados no ficheiro Excel disponibilizado.

De notar que é pedido um exemplo de cálculo para os diversos USs, sendo que para a demonstração destes optámos por utilizar a zona B.

---

## USFA05

---

### Descrição

Pretende-se saber qual a resistência térmica das paredes, para cada zona ou espaço definido e para cada temperatura de funcionamento. Sendo que cada parede deve conter três materiais nas suas paredes. Um para o material exterior, outro para o material intermédio e outro para o material interior.

- Para a divisão ou zona B, determinar a resistência térmica de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.
- Para a divisão ou zona C, determinar a resistência térmica de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.
- Para a divisão ou zona D, determinar a resistência térmica de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.

- Para a restante estrutura, e que possa envolver as restantes divisões, determinar a resistência térmica de cada parede e telhado, com a inclusão das portas de acesso à receção e de armazenamento e janelas consideradas, de acordo com a escolha dos materiais realizada.

## Zona B

Para calcular a resistência térmica desta zona, é necessário considerar todas as paredes existentes. Neste caso, temos três secções em contacto com o exterior, o telhado, a parede superior e parte da sua parede esquerda, que não está em contacto com a zona E. Além destas, existem três paredes internas, sendo que cada uma delas está em contacto com as zonas E, C e A. Importa salientar que a última mencionada possui uma porta.

Assim, teremos de calcular a resistência térmica de cada uma destas secções, sendo os cálculos feitos da seguinte forma:

$$R = \frac{\Delta x}{k \cdot A}$$

$$R_{parede} = \left( \frac{\Delta x_1}{k_1} + \frac{\Delta x_2}{k_2} + \frac{\Delta x_3}{k_3} + \dots \right) \cdot \frac{1}{A}$$

Assim tendo em conta os materiais escolhidos temos os seguintes cálculos para a parede superior:

$$A_{Parede Superior} = 4 \cdot 8 = 32 \text{ m}^2$$

$$\begin{aligned} R_{Parede Superior} &= \left( \frac{\Delta x_{Tijolo}}{k_{Tijolo}} + \frac{\Delta x_{Ar}}{k_{Ar}} + \frac{\Delta x_{Cortiça Expandida}}{k_{Cortiça Expandida}} + 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{Poliuretano}}{k_{Poliuretano}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Parede Superior}} \\ &= \left( \frac{0.2}{0.6} + \frac{0.05}{0.03} + \frac{0.15}{0.04} + 2 \cdot \frac{0.005}{20} + \frac{0.15}{0.022} \right) \cdot \frac{1}{32} = 0.393 \end{aligned}$$

Desta forma, conseguimos determinar que a resistência da parede superior da zona B é de 0.393.

Assim, fazendo o mesmo para as restantes secções desta zona obtemos os seguintes valores:

Cálculo da resistência térmica da parede B com C

$$A_{Parede\ B\ com\ C} = 4 \cdot 8 = 32\ m^2$$

$$\begin{aligned} R_{Parede\ B\ com\ C} &= \left( 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{PVC}}{k_{PVC}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Parede\ B\ com\ C}} \\ &= \left( 2 \cdot \frac{0.005}{20} + \frac{0.1}{0.035} \right) \cdot \frac{1}{32} = 0.089 \end{aligned}$$

Cálculo da resistência térmica da parede de B com E

$$A_{B\ com\ E} = \frac{A_{Parede\ Direita\ E}}{2} = 12.70\ m^2$$

$$\begin{aligned} R_{B\ com\ E} &= \left( \frac{\Delta x_{Granito}}{k_{Granito}} + \frac{\Delta x_{Ar}}{k_{Ar}} + 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{PVC}}{k_{PVC}} \right) \cdot \frac{1}{A_{B\ com\ E}} \\ &= \left( \frac{0.2}{3.5} + \frac{0.1}{0.03} + 2 \cdot \frac{0.005}{20} + \frac{0.2}{0.035} \right) \cdot \frac{1}{12.70} = 0.717 \end{aligned}$$

Cálculo da resistência térmica da parede esquerda com o exterior:

$$A_{Parede\ Esquerda} = A_{Parede\ Esquerda\ B} - \frac{A_{Parede\ Direita\ E}}{2} = 4.5\ m^2$$

$$\begin{aligned} R_{Parede\ Esquerda} &= \left( \frac{\Delta x_{Tijolo}}{k_{Tijolo}} + \frac{\Delta x_{Ar}}{k_{Ar}} + \frac{\Delta x_{Cortiça\ Expandida}}{k_{Cortiça\ Expandida}} + 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{Poliuretano}}{k_{Poliuretano}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Parede\ Esquerda}} \\ &= \left( \frac{0.2}{0.6} + \frac{0.05}{0.03} + \frac{0.15}{0.04} + 2 \cdot \frac{0.005}{20} + \frac{0.15}{0.022} \right) \cdot \frac{1}{12.70} = 2.793 \end{aligned}$$

Cálculo da resistência térmica da parede de B com A:

De notar que:

$$R_{Parede\ total} = \frac{1}{\frac{1}{R_{parede}} + \frac{1}{R_{porta/janela}}}$$

$$A_{Porta} = 0.9 \cdot 2 = 1.80\ m^2$$

$$A_{Parede\ B\ com\ A} = A_{Parede\ Direita\ B} - A_{Porta} = 17.20 - 1.8 = 15.40\ m^2$$

$$\begin{aligned} R_{Porta} &= \left( 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{Poliuretano}}{k_{Poliuretano}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Porta}} = \\ &= \left( 2 \cdot \frac{0.0015}{20} + \frac{0.1}{0.022} \right) \cdot \frac{1}{1.80} = 2.525 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{Parede\ B\ com\ A} &= \left( \frac{\Delta x_{Drywall}}{k_{Drywall}} + \frac{\Delta x_{Ar}}{k_{Ar}} + 2 \cdot \frac{\Delta x_{Aço}}{k_{Aço}} + \frac{\Delta x_{PVC}}{k_{PVC}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Parede\ B\ com\ A}} \\ &= \left( \frac{0.2}{0.25} + \frac{0.1}{0.03} + 2 \cdot \frac{0.005}{20} + \frac{0.15}{0.035} \right) \cdot \frac{1}{15.40} = 0.547 \end{aligned}$$

$$R_{Parede\ total} = \frac{1}{\frac{1}{R_{Parede\ B\ com\ A}} + \frac{1}{R_{porta}}} = \frac{1}{\frac{1}{0.547} + \frac{1}{2.525}} = 0.450$$

Cálculo da resistência térmica do telhado:

$$\begin{aligned} A_{Telhado\ B} &= 3.46 \cdot 8 = 27.71\ m^2 \\ R_{Telhado\ B} &= \left( \frac{\Delta x_{Telhas\ de\ cerâmica}}{k_{Telhas\ de\ cerâmica}} + \frac{\Delta x_{Roof\ Mate}}{k_{Roof\ Mate}} \right) \cdot \frac{1}{A_{Telhado\ B}} \\ &= \left( \frac{0.035}{1.1} + \frac{0.08}{0.03} \right) \cdot \frac{1}{27.71} = 0.097 \end{aligned}$$

Assim, com a resistência de todas as secções da zona B podemos calcular a resistência total desta:

$$\begin{aligned} R_{Zona\ B} &= R_{Telhado\ B} + R_{B\ com\ A} + R_{B\ Esquerda} + R_{B\ com\ E} + R_{B\ com\ C} + R_{B\ Superior} = \\ &= 0.097 + 0.450 + 2.793 + 0.717 + 0.089 + 0.393 = 4.539 \end{aligned}$$

Para as restantes zonas este foram os valores das resistências totais obtidos:

$$\begin{aligned} R_{Zona\ C} &= R_{Telhado\ C} + R_{C\ com\ A} + R_{C\ Esquerda} + R_{C\ com\ E} + R_{C\ com\ B} + R_{C\ Inferior} = \\ &= 0.097 + 0.385 + 2.389 + 0.605 + 0.089 + 0.336 = 3.901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{Zona\ A} &= R_{Telhado\ A} + R_{A\ com\ B} + R_{A\ com\ C} + R_{A\ com\ D} + R_{A\ Superior} + R_{A\ Inferior} = \\ &= 1.429 + 0.450 + 0.385 + 0.188 + 0.085 + 0.243 = 1.429 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{Zona\ D} &= R_{Telhado\ D} + R_{D\ Direita} + R_{D\ com\ A} + R_{D\ Superior} + R_{D\ Inferior} = \\ &= 0.097 + 0.240 + 0.188 + 0.516 + 0.516 = 1.557 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_{Zona\ E} &= R_{Telhado\ E} + R_{E\ com\ B} + R_{E\ com\ C} + R_{E\ Esquerda} + R_{E\ Superior} + R_{E\ Inferior} = \\ &= 0.049 + 0.717 + 0.605 + 0.077 + 0.241 + 0.212 = 1.429 \end{aligned}$$

---

# USFA06

---

## Descrição

Pretende-se saber qual a energia necessária para manter os espaços ou zonas com as temperaturas interiores solicitadas, por cada hora de funcionamento, com uma temperatura exterior, na ordem dos 20 °C.

- Determinar a energia total a fornecer, à zona B com temperatura interior de funcionamento de -5 °C
- Determinar a energia total a fornecer, à zona C com temperatura interior de funcionamento de 0 °C
- Determinar a energia total a fornecer, à zona D com temperatura interior de funcionamento de 7°C

## Zona B

Neste ponto pretende-se determinar a energia por hora necessária para manter uma temperatura num espaço fechado. Foi idealizada uma situação onde a temperatura exterior é de 20 °C.

Sabendo que a temperatura a que a Zona B se deve encontrar é de -5 °C, podemos calcular a energia por segundo e, consequentemente, a energia por hora da seguinte forma:

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

$$Q_{total} = Q_{entra} - Q_{sai}$$

$$Energia\ por\ hora = Q_{total} \cdot 3600$$



Para a zona B, temos:

$$Q_{Parede Superior} = \frac{20 - (-5)}{R_{Parede Superior}} = \frac{25}{0.393} = 63.65 \text{ J/s}$$

$$Q_{Parede B com C} = \frac{0 - (-5)}{R_{Parede B com C}} = \frac{5}{0.089} = 55.99 \text{ J/s}$$

$$Q_{Parede B com E} = \frac{15 - (-5)}{R_{Parede B com E}} = \frac{20}{0.717} = 27.89 \text{ J/s}$$

$$Q_{Parede B com A} = \frac{15 - (-5)}{R_{Parede B com A}} = \frac{20}{0.450} = 44.49 \text{ J/s}$$

$$Q_{Parede Esquerda} = \frac{20 - (-5)}{R_{Parede Esquerda}} = \frac{25}{2.793} = 8.95 \text{ J/s}$$

$$Q_{Telhado} = \frac{20 - (-5)}{R_{Telhado}} = \frac{25}{0.097} = 256.74 \text{ J/s}$$

$$\begin{aligned} Q_{total B} &= Q_{entra B} - Q_{sai B} = Q_{entra B} = \\ &= Q_{Telhado B} + Q_{B com A} + Q_{Parede Esquerda} + Q_{B com E} + Q_{B com C} + Q_{B Superior} \\ &= 256.74 + 44.49 + 8.95 + 27.89 + 55.99 + 63.65 = 457.72 \text{ J/s} \end{aligned}$$

$$Energia \text{ por hora em B} = Q_{total B} \cdot 3600 = 457.72 \cdot 3600 = 1647777.23 \text{ J/h}$$

Para as restantes zonas este foram os valores das energias totais obtidos:

$$\text{Energia por hora em C} = Q_{total\ C} \cdot 3600 = 281.09 \cdot 3600 = 1011930.44\text{ J/h}$$

$$\text{Energia por hora em D} = Q_{total\ D} \cdot 3600 = 280.59 \cdot 3600 = 1010127.80\text{ J/h}$$

$$\text{Energia por hora em E} = Q_{total\ E} \cdot 3600 = 159.57 \cdot 3600 = 574453.23\text{ J/h}$$

$$\text{Energia por hora em A} = Q_{total\ A} \cdot 3600 = 17.45 \cdot 3600 = 62835.64\text{ J/h}$$

---

## USFA07

---

### Descrição

Pretende-se saber qual a energia total a fornecer, a toda a estrutura, com todas as suas zonas, A, B C, D e E, mantidas às temperaturas indicadas anteriormente.

- Determinar a energia total a fornecer, a toda a estrutura, com as divisões internas às suas temperaturas de trabalho, admitindo uma temperatura exterior de 20 °C e por hora de funcionamento.

- Determinar a potência (energética) necessária para manter cada uma das zonas, ou divisões, e toda a estrutura, às temperaturas indicadas e por hora de funcionamento.

## Cálculo de Valores

A energia total a fornecer numa hora a toda a estrutura pode ser dada pela soma de todas as energias por hora de cada divisão. Assim temos:

$$\begin{aligned} \text{Energia numa hora da estrutura} = \\ = 1647777.23 + 1011930.44 + 1010127.80 + 574453.23 + 62835.64 = \\ 4307124.33 J \end{aligned}$$

Para obter a potência total basta dividir a energia necessária por unidade de tempo, tendo assim:

$$P = \frac{E}{t} = \frac{4307124.33}{1h} = 4307124.33 J/h$$