

ISEP

Relatório FSIAP Projeto Integrador

Física Aplicada

Gonçalo Coutinho – 1221692

Pedro Teixeira – 1211184

João Fernandes – 1211682

David Mendonça – 1211572

Afonso Machado – 1190326

P.PORTO

isep

Instituto Superior de
Engenharia do Porto

Índice

Conteúdo

Introdução	2
Idealização de estruturas e Dimensões (US401)	3
Paredes exteriores	3
Portas das zonas C, D, E	3
Portão de garagem.....	3
Janelas	3
Porta Zona B	4
Paredes divisórias	4
Esquemas	4
Parede simples:	4
Parede com janela:	5
Parede com porta:.....	5
Telhado:	6
Porta da Zona B:	6
Estrutura total:	7
Materiais (US402)	8
Parede exterior:	8
Telhado:	8
Janelas:.....	8
Portas:.....	8
Materiais das paredes divisórias (US403)	9
Parede área C:.....	9
Parede área D:.....	9
Parede área E:	9
Resistência térmica das paredes (US404).....	10
Zona C	10
Zona D	12
Zona E	14
Zonas A e B	16
Conclusão	22
Referências	23

Introdução

Este relatório tem como propósito servir de apoio à avaliação do trabalho desenvolvido durante o Sprint 1 do Projeto Integrador do primeiro semestre do 2ºano da licenciatura em Engenharia Informática relativamente à componente de Física Aplicada.

Para atender a todos os requisitos, pode-se encontrar a lista de materiais com seus respectivos valores tabulares associados, diagramas idealizados das estruturas necessárias e os cálculos necessários para completar/corresponder ao solicitado no último requisito do enunciado.

Neste trabalho, o tópico 1 será utilizado principalmente de acordo com a estrutura da disciplina apresentada no Moodle, nomeadamente transferência de calor. É importante lembrar que o calor flui do objeto mais quente para o objeto mais frio e não podemos contradizer a lei da conservação da energia.

Idealização de estruturas e Dimensões (US401)

Foi solicitado, no enunciado, o estudo de grandes espaços físicos, como armazéns agrícolas.

As seguintes dimensões: 10 metros de largura, 20 metros de comprimento, 5 metros de altura. O espaço interior pode ser dividido em 5 zonas (podem ter as mesmas dimensões) de forma a poderem suportar diferentes temperaturas.

Como área, podemos considerá-la como a área A, e contém as portas de acesso e a receção, terá um contato mais direto com o mundo exterior, e será 5°C mais fria que a temperatura ambiente considerada, pois é a área prioritária para receção e distribuição para outros espaços.

Outra zona, que podemos considerar como zona B, não possui ligação interna com outras zonas, apenas ligação externa direta, e assim como a zona anterior, mantém a temperatura 5°C abaixo da temperatura externa considerada, e será conectada com armazenamento de produtos e /ou excedentes de produção estão vinculados.

O resto do espaço deve suportar temperaturas diferentes e mais baixas, conforme descrito abaixo.

Num dos espaços, a temperatura interna é de -10 °C, que consideramos Zona C.

Em outro espaço, com temperatura interna de 0°C, esta seria a Zona D. O terceiro espaço tem temperatura de 10°C e será considerado Zona E.

Todas as medidas que tivemos de definir para além do que está expresso no enunciado são:

Paredes exteriores

- Espessura = 30 cm ($3.0 \times 10^{-1}m$)

Portas das zonas C, D, E

- Largura = 93 cm ($9.3 \times 10^{-1}m$)
- Altura = 210 cm (2.1×10^0m)
- Espessura = 30 cm ($3.0 \times 10^{-1}m$)

Portão de garagem

- Altura = 300 cm (3.0×10^0m)
- Largura = (4.0×10^0m)
- Espessura = 30 cm ($3.0 \times 10^{-1}m$)

Janelas

- Profundidade = 30 cm ($3.0 \times 10^{-1}m$)
- Altura = 120 cm (1.2×10^0m)
- Largura = 400 cm (4.0×10^0m)

Porta Zona B

- Largura = 200 cm ($2.0 \times 10^0 m$)
- Altura = 220 cm ($2.2 \times 10^0 m$)
- Espessura = 30 cm ($3.0 \times 10^{-1} m$)

Paredes divisórias

- Espessura = 4,05 cm ($4.05 \times 10^{-2} m$)

Esquemas

Parede simples:

Seguidamente será exposto o esquema de uma parede simples:

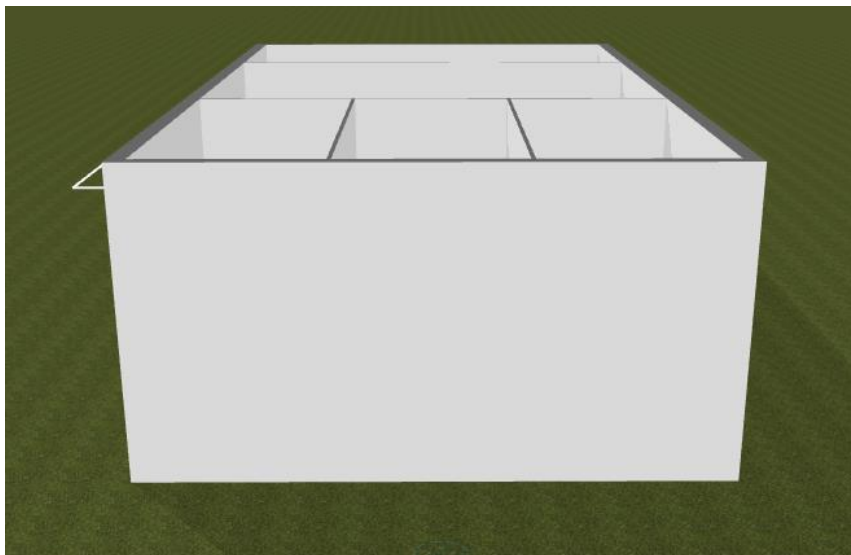


Figura 1 - vista frontal de uma parede simples

Parede com janela:

Seguidamente serão expostos os esquemas de parede com 2 janelas:

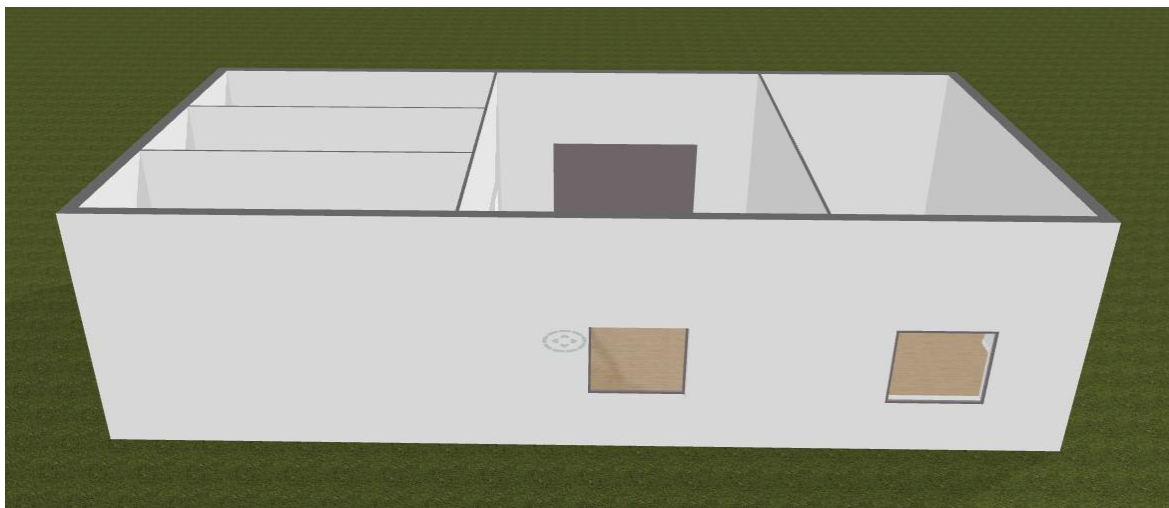


Figura 3 - vista frontal de parede com janelas

Parede com porta:

Seguidamente serão expostos os esquemas de parede com portão de garagem:

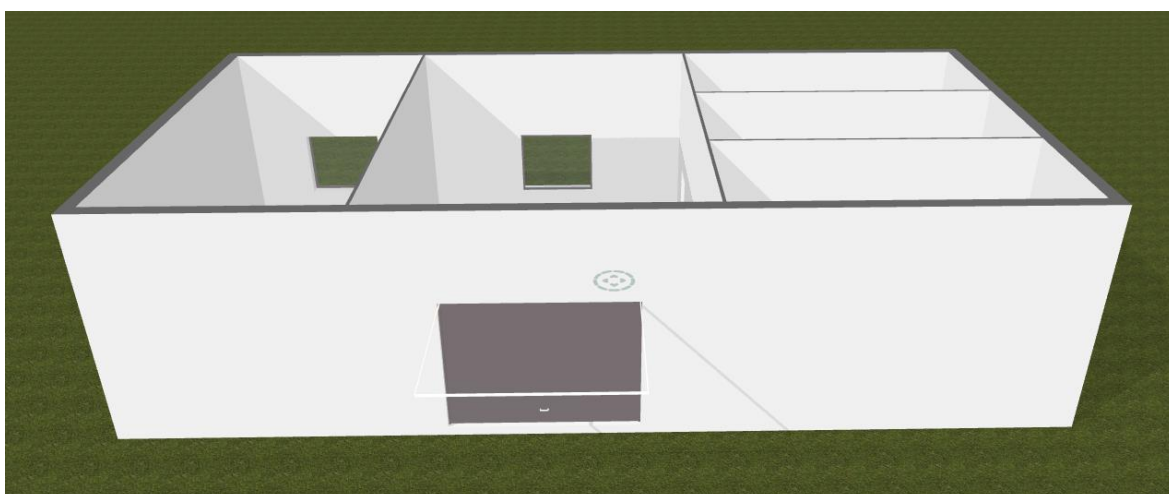


Figura 4 - portão com parede, vista frontal

Telhado:

Seguidamente serão expostos os esquemas do telhado:



Figura 5 - imagem do telhado

Porta da Zona B:

Seguidamente serão expostos os esquemas da porta da zona B:

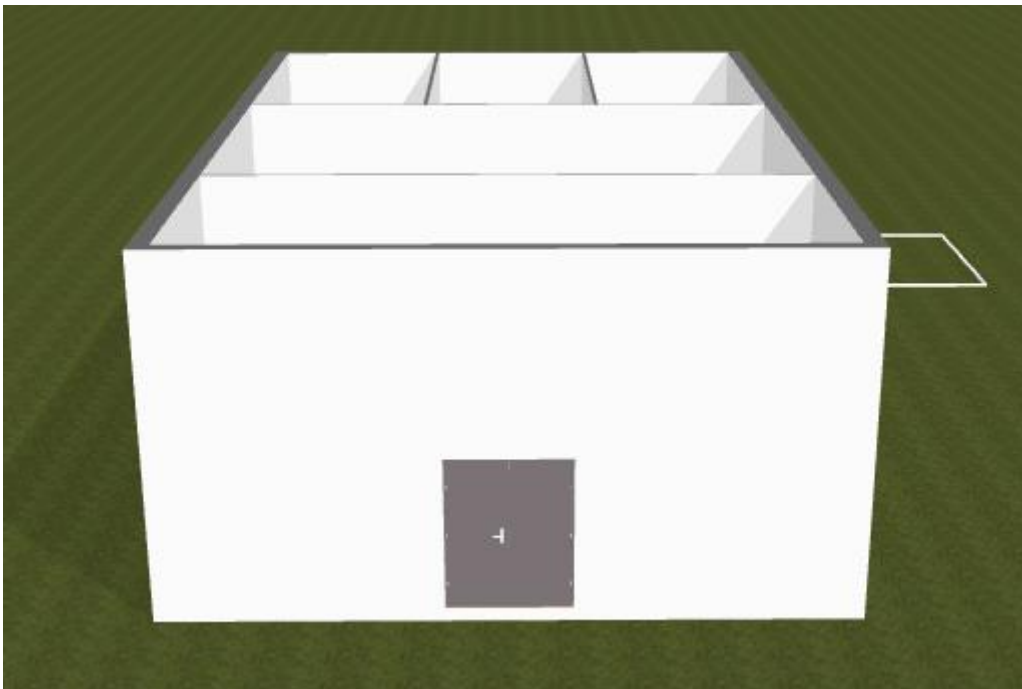


Figura 6 - imagem da porta da zona B

Estrutura total:

Seguidamente será exposta uma planta unidimensional da estrutura total:

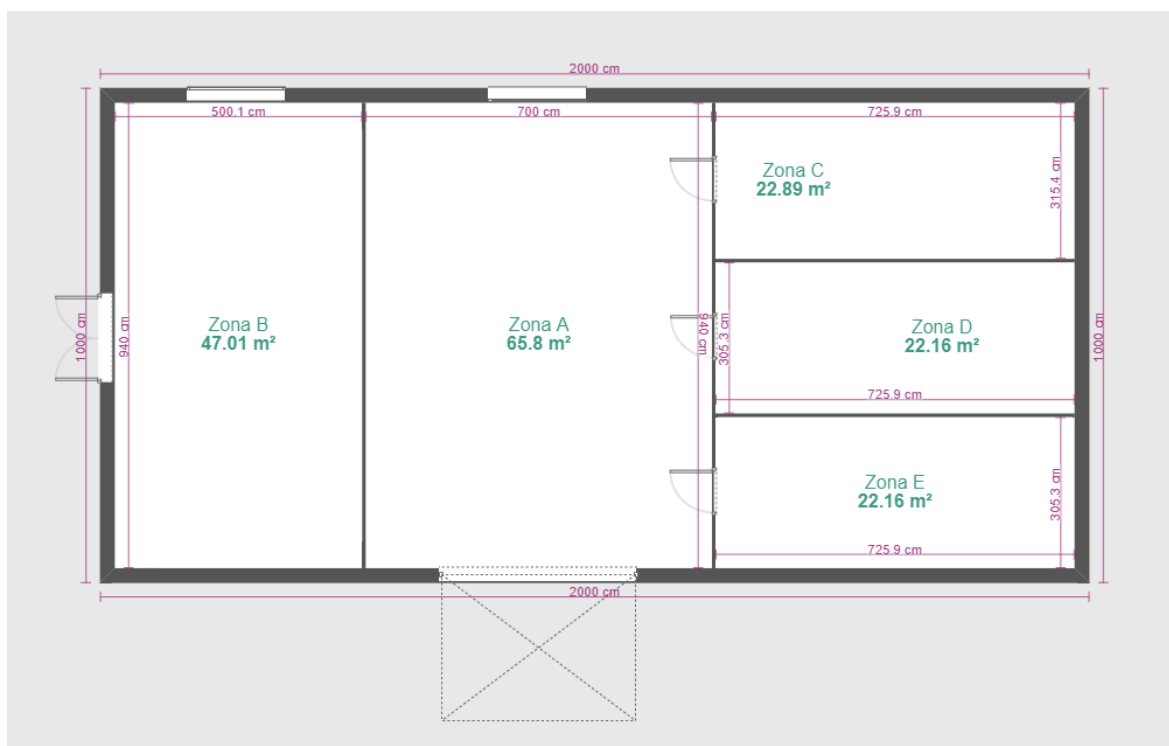


Figura 7 - estrutura total planificada

Materiais (US402)

Parede exterior:

- Tijolos: 0.6-0.7 (W/mK)
- Isolante (XPS): 0,035 (W/mK)
- Cimento: 0.23-0.30 (W/mK)

Na constituição da parede é criada uma camada de tijolos seguida de uma camada de isolante e por fim outra camada de tijolo. A revestir tanto a parte interior como a parte exterior estará presente uma camada de cimento.

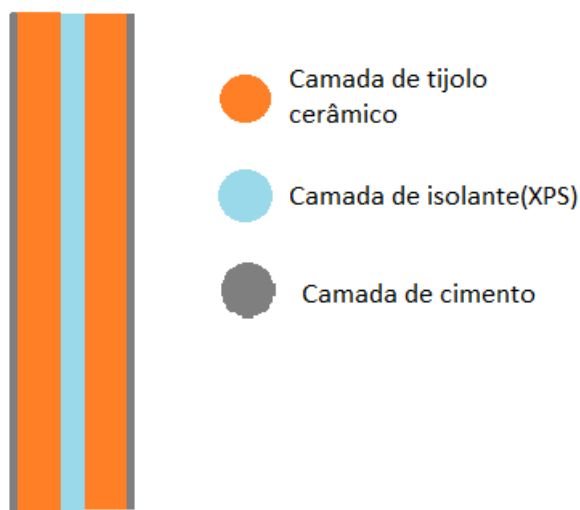


Figura 8 – Modelo da constituição das paredes exteriores

Telhado:

- Isolante (XPS) 0,035(W/mK)
- Vigas de ferro que serviram como suporte 52(W/mK)
- Chapa de telhado 204(W/mK)

Janelas:

- Caixilharia de alumínio: 204(W/mK)
- Vidro duplo: 0.8(W/mK)

Portas:

- Alumínio: 204(W/mK)

Materiais das paredes divisórias (US403)

Para averiguar quais os materiais a ser usados nas paredes interiores do armazém temos de ter em conta as condições que são impostas.

Para a parte exterior das paredes (parte da parede em contacto com a zona A e com a zona exterior do armazém) mantêm-se o cimento, usado na construção das paredes exteriores.

Para a parte intermédia, propõe-se novamente o uso de tijolo e da espuma isolante (poliestireno extrudido XPS).

A constituição da parte interior que separa a Zona A e a Zona B como não há indicações de temperaturas que se pretendem preservar nesta zona, propõem-se que a constituição das paredes seja igual à das paredes exteriores.

A constituição das partes interiores das paredes C, D e E varia consoante a temperatura que desejamos estabelecer no interior da respetiva zona.

Parede área C:

Como a temperatura pretendida no interior da parede C é de -10°C , o material mais indicado para estas temperaturas são placas de poliuretano com 4 cm de espessura, que é uma camada isolante tal como o XPS, mas este tem uma condutividade térmica favorável a temperaturas baixas.

Condutividade térmica: 0.0285 W/mK

Parede área D:

A temperatura pretendida na área D é de 0°C , o material indicado para esta temperatura é a Cortiça com espessura de 4cm.

Condutividade térmica: 0.0045 W/mK

Parede área E:

Esta parede tem de ter um material com uma condutividade térmica menos reduzida que as anteriores já que a temperatura pretendida é substancialmente maior (10°C). Assim sendo, o material mais aconselhado é o tijolo com 4 cm de espessura.

Resistência térmica das paredes (US404)

Legenda

Elemento	Legenda
L	Espessura
K	Condutividade
A	Área
R	Resistência
c	Concreto
Al	Alumínio
Tij	Tijolo
xps	xps

Zona C

1. Para a divisão ou zona C, a funcionar à temperatura de -10 °C, determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.

1.1. A parede interna sem porta

$$R_T = R_{XPS} + R_{AL}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{(7,259*5)}$$

$$R_T = 3,15 * 10^{-2} \text{ k/W}$$

1.2. Parede com contacto com o exterior de cima

$$R_T = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_c}{K_c} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{7,259*5}$$

$$R_T = 4,6 * 10^{-2} \text{ k/W}$$

1.3. Outra parede com contacto para o exterior

$$R_T = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_T = \left\{ \frac{lc}{K_C} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{3,154*5}$$

$$R_T = 1,06 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

1.4. Parede com porta

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Porta} = \left\{ \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,3}{204} \right\} * \frac{1}{1,953}$$

$$R_{Porta} = 7,53 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Parede} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A - A_{porta}} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{13,82}$$

$$R_{Parede} = 8,27 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,53 * 10^{-4}} + \frac{1}{8,27 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 7,46 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

1.5. Telhado

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Aço + Aluminio}} + \frac{1}{R_{xps + Aluminio}}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = \left\{ \frac{l_{Aço}}{K_{Aço}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{52} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,154*0,88}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = 2,81 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

a

$$R_{Xps+Aluminio} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053*6,37}$$

$$R_{Xps+Aluminio} = 5,69 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,81 * 10^{-4}} + \frac{1}{5,69 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 2,80 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

Resistência total da zona C

R_T = Somatório de todas as resistências

$$R_T = 3,15 * 10^{-2} + 4,6 * 10^{-2} + 1,06 * 10^{-1} + 7,46 * 10^{-4} + 2,80 * 10^{-4}$$

$$R_T = 1,85 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

Zona D

2. Para a divisão ou zona D, a funcionar à temperatura de 0 °C, determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.

Analisando agora a zona D iremos calcular a resistência térmica por partes, primeiro as duas paredes internas, seguidamente pela parede exterior, depois a parede com porta e por fim o teto.

2.1. As duas paredes internas

$$R_T = R_{XPS} + R_{AL}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{2*A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{2(7,259*5)}$$

$$R_T = 1,57 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

2.2. Parede com contacto com o exterior

$$R_T = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$\frac{1}{3,053*5} R_T = \left\{ \frac{l_C}{K_C} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} *$$

$$R_T = 1,09 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

2.3. Parede com porta

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Porta} = \left\{ \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,3}{204} \right\} * \frac{1}{1,953}$$

$$R_{Porta} = 7,53 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Parede} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A - A_{porta}} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{13,31}$$

$$R_{Parede} = 8,59 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,53 * 10^{-4}} + \frac{1}{8,59 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 7,46 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

2.4. Telhado

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Aço + Aluminio}} + \frac{1}{R_{xps + Aluminio}}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = \left\{ \frac{l_{Aço}}{K_{Aço}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{52} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053*0,88}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = 2,89 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Xps+Aluminio} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053*6,37}$$

$$R_{Xps+Aluminio} = 5,88 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,89 * 10^{-4}} + \frac{1}{5,88 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 2,88 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

Resistência total da zona D

R_T = Somatório de todas as resistências

$$R_T = 1,57 * 10^{-2} + 1,09 * 10^{-1} + 7,53 * 10^{-4} + 2,88 * 10^{-4}$$

$$R_T = 1,26 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

Zona E

3. Para a divisão ou zona E, a funcionar à temperatura de 10 °C, determinar a resistência térmica, de cada parede e total, com a inclusão da porta de acesso à divisão.

3.1. A parede interna sem porta

$$R_T = R_{XPS} + R_{AL}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{(7,259*5)}$$

$$R_T = 3,15 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

3.2. Parede com contacto com o exterior de baixo

$$R_T = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_c}{K_c} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{7,259*5}$$

$$R_T = 4,6 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

3.3. Outra parede com contacto para o exterior

$$R_T = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_c}{K_c} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{3,053*5}$$

$$R_T = 1,09 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

3.4. Parede com porta

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Porta} = \left\{ \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,3}{204} \right\} * \frac{1}{1,953}$$

$$R_{Porta} = 7,53 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Parede} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A - A_{porta}} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{13,31}$$

$$R_{Parede} = 8,59 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,53 * 10^{-4}} + \frac{1}{8,59 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 7,46 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

3.5. Telhado

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Aço + Alumínio}} + \frac{1}{R_{xps + Alumínio}}$$

$$R_{Aço+Alumínio} = \left\{ \frac{l_{Aço}}{K_{Aço}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{52} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053 * 0,88}$$

$$R_{Aço+Alumínio} = 2,89 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{xps+Alumínio} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053 * 6,37}$$

$$R_{xps+Alumínio} = 5,88 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{2,89 * 10^{-4}} + \frac{1}{5,88 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 2,88 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

Resistência total da zona E

R_T = Somatório de todas as resistências

$$R_T = 3,15 * 10^{-2} + 4,6 * 10^{-2} + 1,09 * 10^{-1} + 7,46 * 10^{-4} + 2,88 * 10^{-4}$$

$$R_T = 1,88 * 10^{-1} \text{ k/w}$$

Zonas A e B

4. Para a estrutura grande, que envolve 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

Começamos primeiro por calcular as resistências na zona A e depois na zona B.

Zona A:

Na zona A decidimos dividir em 5 partes, parede interior com a zona B, parede exterior com janela, portão da garagem, porta interior com 3 portas, e por fim o teto.

4.1. A parede interna sem porta

$$R_T = R_{XPS} + R_{AL}$$

$$R_T = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{(9,40*5)}$$

$$R_T = 2,43 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

4.2. Parede exterior com janela

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{janela}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Parede} = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_P = \left\{ \frac{l_C}{K_C} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A - A_{janela}} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{30,2}$$

$$R_P = 5,53 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_{\text{Janela}}} = \frac{1}{R_{\text{Vidro}}} + \frac{1}{R_{\text{Al}}}$$

$$R_{\text{Vidro}} = \frac{l_v}{K_v} * \frac{1}{A_{\text{Janela}} - A_{\text{Al}}} = \frac{0,01}{0,08} * \frac{1}{4,6964} = 2,67 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$R_{\text{Al}} = \frac{l_{\text{Al}}}{K_{\text{Al}}} * \frac{1}{A_{\text{Al}}} = \frac{0,3}{204} * \frac{1}{0,1036} = 1,42 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_{\text{Janela}}} = \frac{1}{2,67 * 10^{-2}} + \frac{1}{1,42 * 10^{-2}}$$

$$R_{\text{Janela}} = 9,3 * 10^{-3} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{9,3 * 10^{-3}} + \frac{1}{5,53 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 7,96 * 10^{-3} \text{ k/w}$$

4.3. Portão da garagem

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{\text{Portão}}} + \frac{1}{R_{\text{Parede}}}$$

$$R_{\text{Parede}} = \left\{ \frac{l_c}{K_c} + \frac{l_{tij}}{K_{tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} *$$

$$\frac{1}{23}$$

$$R_{\text{Parede}} = 7,26 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$R_{\text{Portão}} = \frac{l_{\text{Al}}}{K_{\text{Al}}} * \frac{1}{A} = \frac{0,3}{204} * \frac{1}{12}$$

$$R_{\text{Portão}} = 1,23 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,23 * 10^{-4}} + \frac{1}{7,26 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 1,23 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

4.4. Paredes interiores com porta

Para esta parte dividi em 3 partes, nos quais duas deles são iguais

R1 -

$$\frac{1}{R_1} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Porta} = \left\{ \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,3}{204} \right\} * \frac{1}{1,953}$$

$$R_{Porta} = 7,53 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Parede} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A - A_{porta}} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{13,82}$$

$$R_{Parede} = 8,27 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_T} = \frac{1}{7,53 * 10^{-4}} + \frac{1}{8,27 * 10^{-2}}$$

$$R_1 = 7,46 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

2 x R2 -

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}}$$

$$R_{Porta} = \left\{ \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,3}{204} \right\} * \frac{1}{1,953}$$

$$R_{Porta} = 7,53 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Parede} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A - A_{porta}} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{13,31}$$

$$R_{Parede} = 8,59 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_2} = \frac{1}{R_{Porta}} + \frac{1}{R_{Parede}} \Leftrightarrow \frac{1}{R_2} = \frac{1}{7,53 * 10^{-4}} + \frac{1}{8,59 * 10^{-2}}$$

$$R_2 = 7,46 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_1 + 2 * R_2 = 2,24 * 10^{-3} \text{ k/w}$$

4.5. Telhado

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{Aço + Aluminio}} + \frac{1}{R_{xps + Aluminio}}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = \left\{ \frac{L_{Aço}}{K_{Aço}} + \frac{L_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{52} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{9,40*0,66}$$

$$R_{Aço+Aluminio} = 1,31 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{Xps+Aluminio} = \left\{ \frac{L_{xps}}{K_{xps}} + \frac{L_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{3,053*6,34}$$

$$R_{Xps+Aluminio} = 5,9 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,31 * 10^{-4}} + \frac{1}{5,9 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 1,31 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

Resistência total da zona A

R_T = Somatório de todas as resistências

$$R_T = 2,43 * 10^{-2} + 7,96 * 10^{-3} + 1,23 * 10^{-4} + 2,24 * 10^{-3} + 1,31 * 10^{-4}$$

$$R_T = 3,48 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

Agora vamos passar para a Zona B

Zona B:

Na zona B decidimos dividir em 5 partes, parede interior com a zona A, parede exterior com janela, porta, porta exterior sem janela, e por fim o teto

5.1. A parede interna

$$R_T = R_{XPS} + R_{AL}$$

$$R_T = \left\{ \frac{L_{xps}}{K_{xps}} + \frac{L_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,005}{204} \right\} * \frac{1}{(9,40*5)}$$

$$R_T = 2,43 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

5.2. Parede exterior com janela

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{\text{janela}}} + \frac{1}{R_{\text{Parede}}}$$

$$R_{\text{Parede}} = R_C + R_{Tij} + R_{XPS}$$

$$R_P = \left\{ \frac{l_C}{K_C} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A - A_{\text{janela}}} = \left\{ \frac{2 * 0,005}{0,23} + \frac{2 * 0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{30,2}$$

$$R_P = 5,53 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_{\text{janela}}} = \frac{1}{R_{\text{Vidro}}} + \frac{1}{R_{\text{Al}}}$$

$$R_{\text{Vidro}} = \frac{l_V}{K_V} * \frac{1}{A_{\text{janela}} - A_{\text{Al}}} = \frac{0,01}{0,08} * \frac{1}{4,6964} = 2,67 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$R_{\text{Al}} = \frac{l_{\text{Al}}}{K_{\text{Al}}} * \frac{1}{A_{\text{Al}}} = \frac{0,3}{204} * \frac{1}{0,1036} = 1,42 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_{\text{janela}}} = \frac{1}{2,67 * 10^{-2}} + \frac{1}{1,42 * 10^{-2}}$$

$$R_{\text{janela}} = 9,3 * 10^{-3} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{9,3 * 10^{-3}} + \frac{1}{5,53 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 7,96 * 10^{-3} \text{ k/w}$$

5.3. Porta

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{\text{Porta}}} + \frac{1}{R_{\text{Parede}}}$$

$$R_{\text{Parede}} = \left\{ \frac{l_C}{K_C} + \frac{l_{Tij}}{K_{Tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2 * 0,005}{0,23} + \frac{2 * 0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{42,6}$$

$$R_{\text{Parede}} = 3,91 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$R_{\text{Porta}} = \frac{l_{Al}}{K_{Al}} * \frac{1}{A} = \frac{0,3}{204} * \frac{1}{4,4}$$

$$R_{\text{Porta}} = 3,34 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{3,34 * 10^{-4}} + \frac{1}{3,91 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 3,31 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

5.4. Parede exterior sem porta e sem janela

$$R_{\text{Parede}} = \left\{ \frac{l_c}{K_c} + \frac{l_{tij}}{K_{tij}} + \frac{l_{xps}}{K_{xps}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{2*0,005}{0,23} + \frac{2*0,145}{0,6} + \frac{0,04}{0,035} \right\} * \frac{1}{5*5,001}$$

$$R_{\text{Parede}} = 6,68 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

5.5. Telhado

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{R_{\text{Aço} + \text{Aluminio}}} + \frac{1}{R_{\text{xps} + \text{Aluminio}}}$$

$$R_{\text{Aço} + \text{Aluminio}} = \left\{ \frac{l_{Aço}}{K_{Aço}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{52} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{9,40*0,44}$$

$$R_{\text{Aço} + \text{Aluminio}} = 1,88 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

$$R_{\text{xps} + \text{Aluminio}} = \left\{ \frac{l_{xps}}{K_{xps}} + \frac{l_{Al}}{K_{Al}} \right\} * \frac{1}{A} = \left\{ \frac{0,04}{0,035} + \frac{0,002}{204} \right\} * \frac{1}{9,4*4,561}$$

$$R_{\text{xps} + \text{Aluminio}} = 2,67 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

$$\frac{1}{R_T} = \frac{1}{1,88 * 10^{-4}} + \frac{1}{2,67 * 10^{-2}}$$

$$R_T = 1,87 * 10^{-4} \text{ k/w}$$

Resistência total da zona B

R_T = Somatório de todas as resistências

$$R_T = 2,43 * 10^{-2} + 7,96 * 10^{-3} + 3,31 * 10^{-4} + 6,68 * 10^{-2} + 1,87 * 10^{-4}$$

$$R_T = 9,96 * 10^{-2} \text{ k/w}$$

Conclusão

Neste relatório foram realizados cálculos de resistências térmicas para diferentes estruturas, com diferentes materiais e respetivas condutividades térmicas. Foram expostos cálculos auxiliares tendo em conta a energia exterior à estrutura e a energia a manter no interior desta.

Consideramos os processos de transferência de energia por condutividade uma vez que estamos a considerar maioritariamente materiais sólidos, para além da consideração da ação do ar no cálculo de resistências térmicas.

Por fim, a partir dos materiais selecionados por nós foi possível calcular as resistências térmicas existentes para cada uma das divisões que nos foram solicitadas para integrar o armazém.

Referências

<http://www.protolab.com.br/Tabela-Conductividade-Material-Construcao.htm>

<https://www.leroymerlin.pt/pt/ideias-e-projetos/planificacao-projetos/planificador-3d-kazaplan/kazaplan>

<https://www.edp.pt/particulares/content-hub/paredes-qual-o-melhor-isolamento-termico/>

<https://www.deco.proteste.pt/casa-energia/aquecimento/dicas/isolamento-termico-pros-contras-10-materiais>

<https://eurofoam.pt/pt/eurisol-xps-ch.php>