



# Projeto Integrador

Sprint1

Jorge Moreira (1201458)  
Alexandre Vieira (1211551)  
Miguel Oliveira (1200874)  
Turma 2DL



# Índice

## Índice

Índice.....	1
Introdução.....	2
Croqui da estrutura.....	3
Materiais da estrutura.....	4
Zona exterior .....	4
Zona interior .....	4
Condutividade térmica dos materiais e espessuras .....	5
Resistência térmica .....	6
Resistência térmica dos materiais.....	6
Resistência da parede exterior.....	7
Resistência da porta da zona de mercadorias.....	7
Resistência das restantes portas .....	7
Resistência da janela.....	7
Resistência da parede divisória A-B.....	8
Resistência da parede divisória B-C .....	8
Resistência da parede divisória A-D .....	8
Resistência da parede divisória D-E .....	8
Resistência da parede divisória C-D .....	9
Resistência da parede divisória C-E .....	9
Resistência do telhado.....	9
Resistência térmica da divisão C .....	9
Resistência térmica da divisão D .....	10
Resistência térmica da divisão E.....	10
Resistência térmica da estrutura grande.....	10

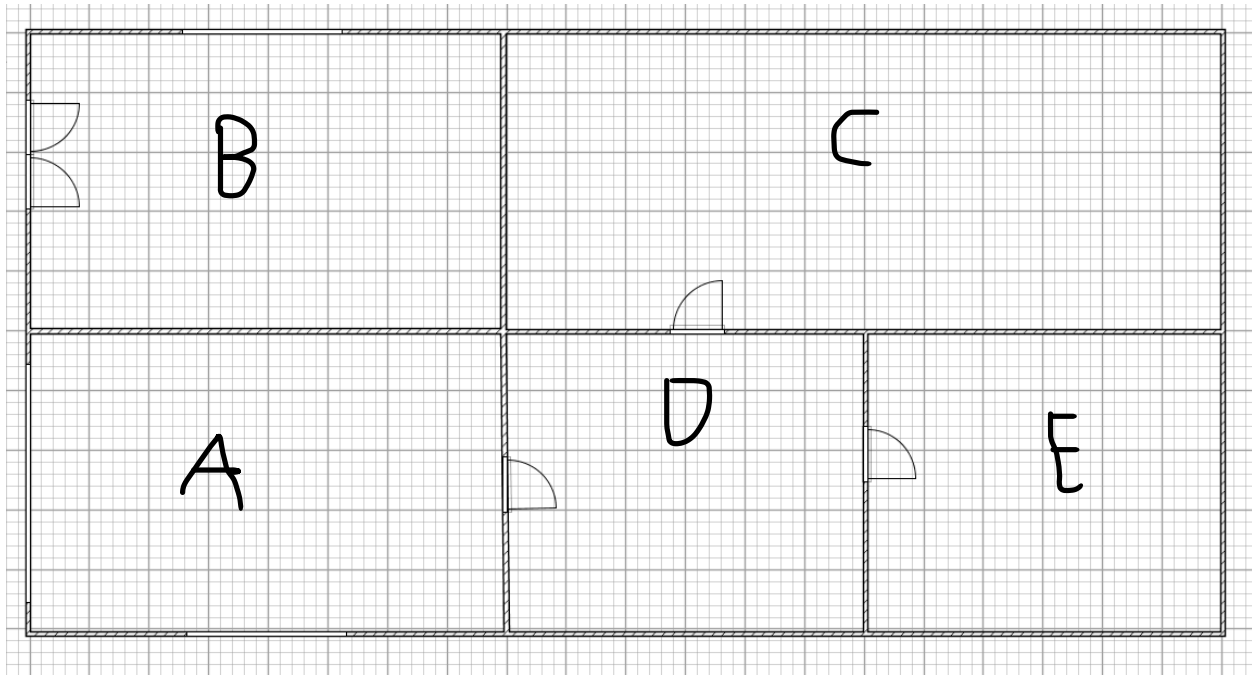
## **Introdução**

Neste relatório iremos apresentar a resolução das US relativas ao projeto integrador no âmbito da disciplina de FSIAP.

Iremos apresentar um croqui de uma estrutura construída usando os parâmetros pedidos na US401. Apresentamos também os materiais, que depois de ter sido feita uma pesquisa, foram escolhidos para cada parte da estrutura, tendo também a condutividade térmica de cada material.

E finalmente será apresentada a resistência térmica de várias divisões para certas condições de temperatura e a resistência térmica da estrutura grande.

## Croqui da estrutura



A estrutura completa tem de dimensões 20 metros de comprimento, 10 de largura e 5 de altura

A zona A é a zona de receção, que contém uma porta de acesso com as dimensões de 2 metros e 50 centímetros de largura e 3 metros de altura. Esta zona tem também uma porta que a liga à zona D de dimensões 0.915 de largura por 2.08 metros de altura. A largura desta é de 5 metros e tem um comprimento de 8 metros. Esta zona contém uma janela de largura 2.69 por 1.63 de altura.

A zona B não tem qualquer ligação com o interior. Contem uma porta de dupla folha com o exterior, em que cada porta tem de dimensões 0.915 de largura por 2.08 metros de altura. Esta zona tem as mesmas dimensões que a zona A. Esta zona contém uma janela.

A zona C tem de dimensões 12 metros de comprimento e 5 de largura e tem uma porta de ligação com a zona D de dimensões 0.915 de largura por 2.08 metros de altura.

A zona D tem de dimensões 6 metros de comprimento e 5 de largura, para além das portas já referidas que a ligam à zona A e C, tem uma porta que a liga à zona E de dimensões 0.915 de largura por 2.08 metros de altura.

A zona E tem dimensões equivalentes à zona D, e tem uma porta já referida que liga esta zona a D.

Esta estrutura inclui um telhado simples.

## **Materiais da estrutura**

A estrutura contém duas partes. Uma parte exterior que inclui as paredes exteriores, as janelas, as portas e o telhado da estrutura. A parte interior da estrutura são as paredes divisórias que separam as divisões.

### **Zona exterior**

As paredes exteriores são compostas por uma camada de tinta exterior, uma camada de tinta interior, uma camada de argamassa, uma camada de tijolo e uma camada de poliestireno expandido.

O portão para entrada de veículos de mercadoria é composto por uma camada de ferro, uma camada de poliestireno expandido e finalmente por uma camada de chapa de aço.

As restantes portas são constituídas por 3 camadas, uma de alumínio, uma de ar e uma de aço. É importante notar a existência de uma porta de folha dupla.

As janelas são de folha dupla, ou seja, contêm duas camadas de vidro, e uma camada interior de ar.

O telhado tem de materiais telhas de aço galvanizado, lã de rocha, pladur e uma camada de tinta interior.

### **Zona interior**

A estrutura interior deste armazém apresenta paredes diferentes entre as várias divisões para acomodar o facto de que diferentes divisões necessitam de diferentes especificidades, dependendo da temperatura a que irão funcionar.

A parede entre a zona A e a B é constituída por uma camada de tijolo, uma de pladur e duas camadas de tinta.

A parede entre a zona B e C inclui nos seus materiais uma camada de tijolo, lã de rocha, poliestireno expandido, argamassa, azulejo e duas camadas de tinta.

A parede divisória entre A e D inclui uma camada de tijolo, uma de lã de rocha, argamassa, azulejo, e duas camadas de tinta.

A parede que divide a zona D e E é constituída por tijolo, lã de rocha, argamassa e duas camadas de tinta.

A parede divisória entre C e D é constituída por tijolo, lã de rocha, poliestireno expandido, argamassa, azulejo e duas camadas de tinta.

Finalmente a parede entre C e E é constituída por uma camada de tijolo, uma de lã de rocha, uma de poliestireno expandido, uma de argamassa, uma de azulejo e duas de tinta.

É de notar que em todas as paredes divisórias que dividem C com outra divisão, a camada de azulejo nestas paredes encontra-se no lado da divisão C, já que esta é forrada por azulejo. É também de notar que as duas camadas de tinta em cada parede são divididas por cada divisão, ou seja cada lado da parede contém uma camada de tinta.

## Condutividade térmica dos materiais e espessuras

Para cada material, foi decidido que se fosse usado esse material, a camada teria sempre a mesma espessura, independentemente onde fosse usado. Por exemplo a argamassa usada numa das paredes divisórias seria da mesma espessura da argamassa usada na parede exterior.

Argamassa →  $k = 0.6$ , espessura = 0.02m

Tijolo →  $k = 0.6$ , espessura = 0.014m

Pladur →  $k = 0.032$ , espessura = 0.015m

Vidro →  $k = 0.79$ , espessura = 0.01m

Alumínio →  $k = 237$ , espessura = 0.005m

Aço/Ferro →  $k = 52$ , espessura = 0.02m

Ar →  $k = 0.03$ , espessura = 0.03m

Lã de rocha →  $k = 0.042$ , espessura = 0.039m

Aço galvanizado →  $k = 52$ , espessura = 0.01m

Tinta →  $k = 0.2$ , espessura = 0.005m

Poliestireno expandido →  $k = 0.034$ , espessura = 0.04m

Telha de aço galvanizado →  $k = 52$ , espessura = 0.004m

Azulejo →  $k = 3.098$ , espessura = 0.003m

# Resistência térmica

## Resistência térmica dos materiais

Para calcular a resistência térmica é necessário a seguinte fórmula:

$$R = \frac{\Delta x}{kA}$$

Para facilitar os cálculos, a área que será considerada é 1m<sup>2</sup>.

$$R_{(argamassa)} = \frac{0.02}{0.6 \cdot 1} = 0.033$$

$$R_{(tijolo)} = \frac{0.14}{0.6 \cdot 1} = 0.23$$

$$R_{(pladur)} = \frac{0.015}{0.032 \cdot 1} = 0.47$$

$$R_{(vidro)} = \frac{0.01}{0.79 \cdot 1} = 0.013$$

$$R_{(aluminio)} = \frac{0.005}{237 \cdot 1} = 2.11 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{(aço)} = \frac{0.02}{52 \cdot 1} = 3.85 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{(ar)} = \frac{0.03}{0.03 \cdot 1} = 1$$

$$R_{(lã de rocha)} = \frac{0.039}{0.042 \cdot 1} = 0.93$$

$$R_{(aço galvanizado)} = \frac{0.01}{52 \cdot 1} = 1.92 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{(tinta)} = \frac{0.005}{0.2 \cdot 1} = 0.025$$

$$R_{(pliestireno expandido)} = \frac{0.04}{0.034 \cdot 1} = 1.18$$

$$R_{(telha de aço)} = \frac{0.004}{52 \cdot 1} = 7.69 \cdot 10^{-5}$$

$$R_{(azulejo)} = \frac{0.003}{3.098 \cdot 1} = 9.68 \cdot 10^{-4}$$

## Resistência da parede exterior

$$R_{(Parede\ exterior)} = R_{(arg\ massa)} + R_{(tijolo)} + R_{(Poliestireno)} + 2R_{(tinta)}$$

$$R_{(Parede\ exterior)} = 0.033 + 0.23 + 1.18 + (2 \cdot 0.025) = 1.49$$

Para cada metro quadrado de parede exterior esta tem 1.49 K/W de resistência.

$$A_{(parede\ lateral)} = 95.62\ m^2$$

$$A_{(parede\ traseira)} = 50\ m^2$$

$$A_{(parede\ tfrontal)} = 38.7\ m^2$$

## Resistência da porta da zona de mercadorias

$$R_{(portao)} = R_{(ferro)} + R_{(Poliestireno)} + R_{(aço)}$$

$$R_{(portao)} = 3.85 \cdot 10^{-4} + 1.18 + 3.85 \cdot 10^{-4} = 1.18$$

Para cada metro quadrado de portão este tem 1.18 K/W de resistência térmica.

$$A_{(portao)} = 2.5 \cdot 3 = 7.5\ m^2$$

## Resistência das restantes portas

$$R_{(portas)} = R_{(alu\ min\ io)} + R_{(ar)} + R_{(aço)}$$

$$R_{(portas)} = 2.11 \cdot 10^{-5} + 1 + 3.85 \cdot 10^{-4} = 1$$

Cada metro quadrado de porta tem 1 K/W de resistência térmica.

$$A_{(porta\ exterior)} = 0.915 \cdot 2.08 \cdot 2 = 3.81\ m^2$$

$$A_{(porta\ interior)} = 0.915 \cdot 2.08 = 1.9\ m^2$$

## Resistência da janela

$$R_{(janela)} = 2R_{(vidro)} + R_{(ar)}$$

$$R_{(janela)} = 2 \cdot 0.013 + 1 = 1.03$$



Cada metro quadrado de janela tem 1.03 K/W de resistência térmica.

$$A_{(janelas)} = 2.69 \cdot 1.63 \cdot 2 = 8.77 \text{ m}^2$$

### Resistência da parede divisória A-B

$$R_{(parede A-B)} = R_{(tijolo)} + R_{(pladur)} + 2 \cdot R_{(tinta)}$$

$$R_{(parede A-B)} = 0.23 + 0.47 + 2 \cdot 0.025 = 0.747$$

Cada metro quadrado de parede tem 0.747 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede A-D)} = 8 \cdot 5 = 40 \text{ m}^2$$

### Resistência da parede divisória B-C

$$R_{(parede B-C)} = R_{(tijolo)} + R_{(lã \text{ de rocha})} + R_{(Poliestireno)} + R_{(argamassa)} + R_{(azulejo)} + 2R_{(tinta)}$$

$$R_{(parede B-C)} = 0.23 + 0.93 + 1.18 + 0.033 + 9.68 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 0.025 = 2.41$$

Cada metro quadrado de parede tem 2.41 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede B-C)} = 5 \cdot 5 = 25 \text{ m}^2$$

### Resistência da parede divisória A-D

$$R_{(parede A-D)} = R_{(tijolo)} + R_{(lã \text{ de rocha})} + R_{(argamassa)} + R_{(azulejo)} + 2 \cdot R_{(tinta)}$$

$$R_{(parede A-D)} = 0.23 + 0.93 + 0.033 + 9.68 \cdot 10^{-4} + 2 \cdot 0.025 = 1.25$$

Cada metro quadrado de parede tem 1.25 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede A-D)} = 5 \cdot 5 = 25 - 1.9 = 23.1 \text{ m}^2$$

### Resistência da parede divisória D-E

$$R_{(parede D-E)} = R_{(tijolo)} + R_{(lã \text{ de rochas})} + R_{(argamassa)} + 2 \cdot R_{(tinta)}$$

$$R_{(parede D-E)} = 0.23 + 0.93 + 0.033 + 2 \cdot 0.025 = 1.24$$

Cada metro quadrado de parede tem 1.24 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede\ C-E)} = 5 \cdot 5 = 25 - 1.9 = 23.1\ m^2$$

### Resistência da parede divisória C-D

$$R_{(parede\ C-D)} = R_{(tijolo)} + R_{(lã\ de\ rocha)} + R_{(arg\ massa)} + R_{(azulejo)} + 2R_{(tinta)} + R_{(poliestireno)} \\ R_{(parede\ C-D)} = 0.23 + 0.93 + 0.033 + 9.68 \cdot 10^{-4} + 1.18 + 2 \cdot 0.025 = 2.41$$

Cada metro quadrado de parede tem 2.41 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede\ C-D)} = 6 \cdot 5 = 30 - 1.9 = 28.1\ m^2$$

### Resistência da parede divisória C-E

$$R_{(parede\ C-E)} = R_{(tijolo)} + R_{(lã\ de\ rocha)} + R_{(arg\ massa)} + R_{(azulejo)} + R_{(poliestireno)} + 2R_{(tinta)}$$

$$R_{(parede\ C-E)} = 0.23 + 0.93 + 0.033 + 9.68 \cdot 10^{-4} + 1.18 + 2 \cdot 0.025 = 2.41$$

Cada metro quadrado de parede tem 2.41 K/W de resistência térmica.

$$A_{(parede\ C-E)} = 6 \cdot 5 = 30\ m^2$$

### Resistência do telhado

$$R_{(telhado)} = R_{(telha\ de\ aço)} + R_{(lã\ de\ rocha)} + R_{(pladur)} + R_{(tinta)}$$

$$R_{(telhado)} = 7.69 \cdot 10^{-5} + 0.93 + 0.47 + 0.025 = 1.43$$

Cada metro quadrado de telhado tem 1.43 K/W de resistência térmica.

$$A_{(telhado)} = 20 \cdot 10 = 200\ m^2$$

### Resistência térmica da divisão C

$$R_{(C)} = R_{(B-C)} + R_{(parede\ exterior)} + R_{(C-D)} + R_{(C-E)} + R_{(porta)}$$

$$R_{(C)} = 60.25 + 126.65 + 72.3 = 259.2 + 67.72 + 1.9 = 328.82$$

A divisão C tem de resistência térmica 328.82 K/W. A parede divisória B-C tem de resistência 60.25 K/W, a parede exterior tem 126.65 K/W, a parede C-E tem 72.3 K/W, a parede C-D tem 67.72 K/W e a porta de entrada tem 1.9 K/W de resistência térmica.

## Resistência térmica da divisão D

$$R_{(D)} = R_{(parede\ exterior)} + 3R_{(porta)} + R_{(C-D)} + R_{(D-E)} + R_{(A-D)}$$

$$R_{(D)} = 44.7 + 5.7 + 67.72 + 28.64 + 28.88 = 175.64$$

A divisão D tem de resistência térmica 175.64 K/W. A parede exterior tem 44.7 K/W, cada porta tem de resistência térmica 1.9 K/W, a parede C-D tem 67.72 K/W, a parede D-E tem 28.64 K/W e finalmente a parede A-D tem 28.88 K/W de resistência térmica.

## Resistência térmica da divisão E

$$R_{(D)} = R_{(parede\ exterior)} + R_{(porta)} + R_{(D-E)} + R_{(C-E)}$$

$$R_{(D)} = 81.95 + 1.9 + 28.64 + 72.3 = 184.79$$

A divisão E tem de resistência térmica 184.79 K/W. A parede exterior tem 81.95 K/W, a porta tem de resistência térmica 1.9 K/W, a parede D-E tem 28.64 K/W e finalmente a parede C-E tem 72.3 K/W de resistência térmica.

## Resistência térmica da estrutura grande

$$R_{(telhado)} = 200 \cdot 1.43 = 286$$

$$R_{(portao)} = 7.5 \cdot 1.18 = 8.85$$

$$R_{(porta\ de\ duas\ folhas)} = 3.81 \cdot 1 = 3.81$$

$$R_{(janelas)} = 8.77 \cdot 1.03 = 9.033$$

$$R_{(parede\ lateral)} = 95.62 \cdot 1.49 = 142.47$$

$$R_{(parede\ traseira)} = 50 \cdot 1.49 = 74.5$$

$$R_{(parede\ frontal)} = 38.7 \cdot 1.49 = 57.66$$

A resistência térmica de cada parede lateral é de 142.47 K/W, da parede frontal é 57.66 K/W e da parede traseira é de 74.5 K/W.

O telhado tem de resistência térmica 286 K/W.

Finalmente o portão para entrada de mercadorias tem de resistência térmica 8.85 K/W, enquanto a porta de duas folhas tem 3.81 K/W.

