

Projeto Integrador

Sprint 1

FSIAP – Licenciatura em Engenharia Informática

Relatório

Turma 2DM e 2DN

Beatriz Santos - 1211178 (2DM)

Daniela Soares - 1211229 (2DM)

Sérgio Cardoso – 1210891 (2DN)

Índice

Croqui da estrutura da quinta.....	2
Estrutura Grande - materiais	3
Constituição das paredes exteriores	3
Constituição do telhado	3
Constituição das janelas	4
Constituição dos portões	4
Paredes (interiores) – materiais.....	4
Zona A.....	4
Zona B.....	5
Zona C.....	5
Zona D	5
Zona E	5
Portas divisórias (interiores) – materiais	6
Cálculo das Resistências	6
Resistência da estrutura grande	6
Resistência da zona C	14
Resistência da zona D.....	15
Resistência da zona E	17
<i>Referências</i>	19

Croqui da estrutura da quinta

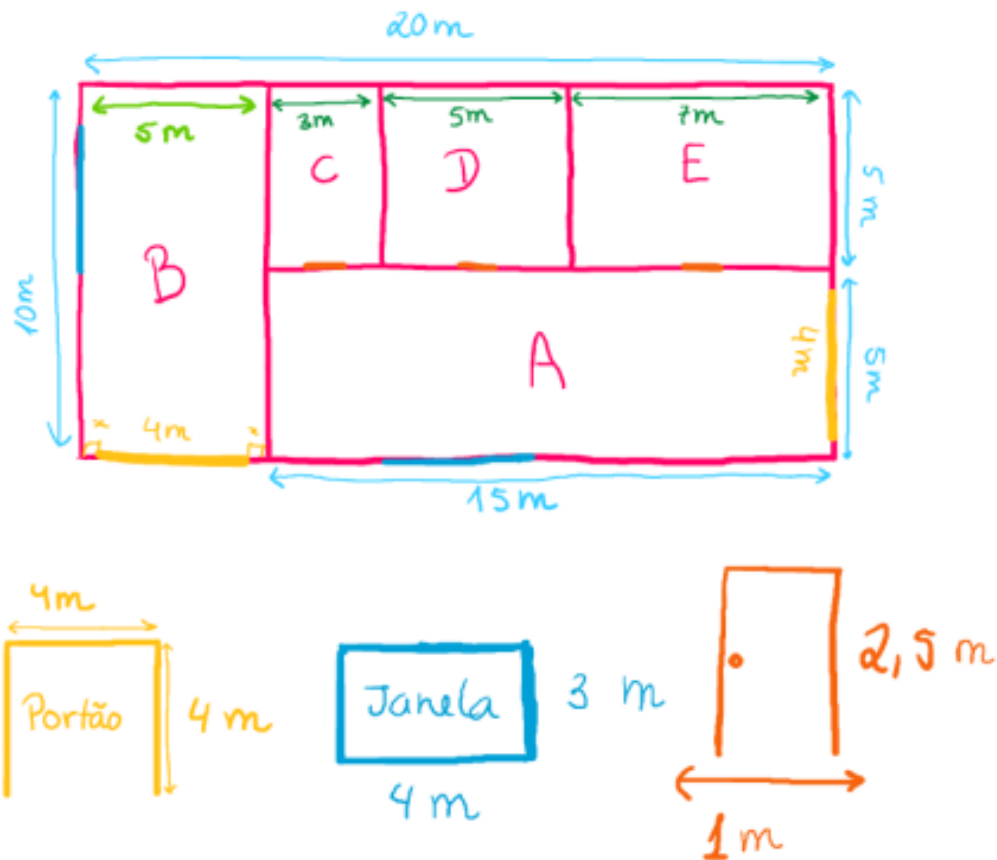


Fig. 1 – Croqui da estrutura da quinta

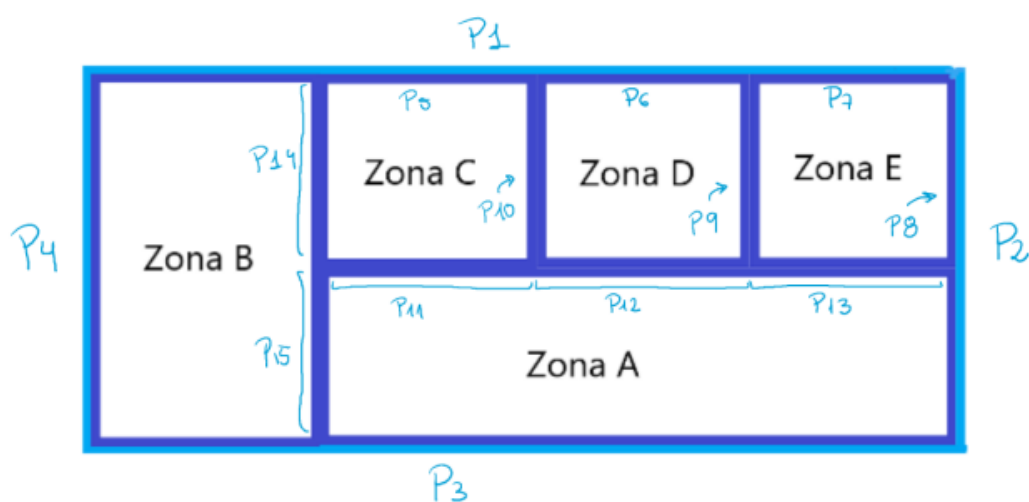


Fig. 2 – Identificação das paredes

A estrutura da quinta estará de acordo com a figura 1. Na figura 2 temos a atribuição de números às diferentes paredes de modo a facilitar a identificação das mesmas nos cálculos das resistências.

A estrutura terá um teto falso que irá cobrir toda a estrutura. O telhado é de duas águas, com uma inclinação de 36% e um pé direito com 3,8m de altura.

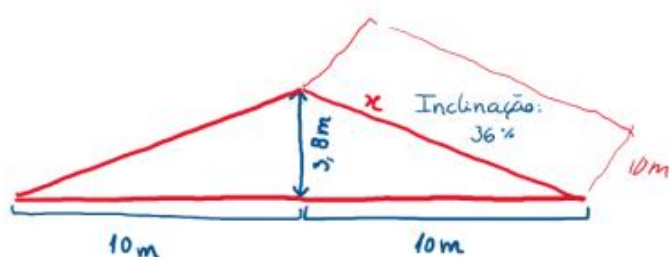


Fig. 3 – Medidas do telhado

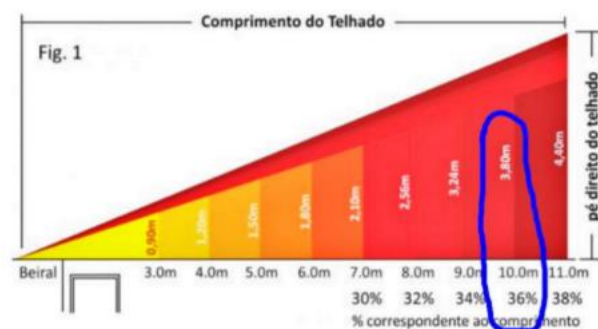


Fig. 4 – Inclinação mínima do telhado

Estrutura Grande - materiais

Constituição das paredes exteriores

As paredes exteriores serão constituídas por 3 camadas de materiais diferentes e o reboco exterior.

Partindo da camada mais exterior, temos primeiramente o reboco que segue as normas praticadas na indústria de construção civil, terá 2 cm de espessura e possuirá uma condutibilidade térmica de 1,3 W/mK. De seguida teremos o bloco de 15 que é uma excelente solução para sistemas de isolamento térmico pelo exterior, esta camada terá uma espessura de 15 cm e o material possuirá uma condutibilidade térmica aproximada de 0,324 W/mK. Para a camada a seguir optamos por ter uma placa isoladora de 6 cm de poliestireno extrudido (XPS) que é um isolante térmico sintético de elevada qualidade e desempenho, largamente usado na construção civil, possui baixa condutibilidade térmica ($k = 0,035$ W/mK), contribuindo assim para uma maior eficiência energética do espaço. Por último teremos uma camada de tijolo cerâmico com 11cm de espessura e condutibilidade térmica de 0,6 W/mK.

Constituição do telhado

O telhado terá telhas de PVC (espessura: 0,25 cm e condutibilidade térmica de 0,2 W/mK) por serem de baixo custo, relativamente duráveis, leves e de baixa manutenção. O PVC tem uma menor

eficiência comparado com a telha cerâmica e, por isso, decidimos acrescentar uma camada isoladora de poliestireno extrudido de 4cm (condutibilidade térmica de 0,035 W/mK).

O telhado terá também um teto falso de lã de rocha com 4 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0,0365 (W/mK) e entre o teto falso e as telhas teremos então uma caixa de ar de modo a aumentar a eficiência térmica do telhado inteiro.

Constituição das janelas

O armazém terá duas janelas exteriores na zona A e na Zona B, escolhemos ter janelas de vidro duplo com caixilharia de alumínio de modo a obter um maior isolamento térmico e consequentemente uma maior eficiência energética.

Constituição dos portões

A estrutura exterior terá dois portões basculantes para a zona A e a zona B. Os portões serão de aço galvanizado de 4 cm de espessura e condutibilidade térmica de 50 W/mK coberta por uma camada de tinta anticorrosiva (espessura: 1mm, condutibilidade térmica: 0,226 W/mK) para evitar danos causados pela humidade do ar, caso o armazém estiver localizado numa área costal e/ou de alta pluviosidade.

Paredes (interiores) – materiais

O espaço interior está dividido em 5 zonas e cada zona suporta temperaturas diferentes, então a escolha dos materiais foi feita para aqueles espaços funcionarem às temperaturas indicadas.

Zona A

A zona A que contém a porta de acesso do armazém e a receção terá um maior contacto direto com o exterior, e está a uma temperatura de 5 °C abaixo da temperatura ambiente considerada, dado que é a zona preferencial de receção e distribuição para os restantes espaços. Logo os materiais escolhidos foram os seguintes:

- Bloco
- Poliestireno extrudido
- Tijolo

O bloco será a camada mais exterior com uma condutividade térmica de 0,324 W(m/k) e espessura de 0,15m. A seguir será o poliestireno extrudido com uma condutividade térmica de 0,035 W(m/k) e espessura de 0,06m. Por fim será o tijolo com uma condutividade térmica de 0,6 W(m/k) e espessura de 0,11m.

Zona B

A zona B não tem ligação interior às restantes, só tem ligação direta ao exterior e está a uma temperatura de 5 °C abaixo da temperatura ambiente considerada e será associada ao armazenamento de produtos e/ou de excedentes de produção. Logo os materiais escolhidos foram os seguintes:

- Bloco
- Poliestireno extrudido
- Tijolo

O bloco será a camada mais exterior com uma condutividade térmica de 0,324 W(m/k) e espessura de 0,15m. A seguir será o poliestireno extrudido com uma condutividade térmica de 0,035 W(m/k) e espessura de 0,06m. Por fim será o tijolo com uma condutividade térmica de 0,6 W(m/k) e espessura de 0,11m.

Zona C

A zona C é a zona com menor temperatura interior, -10°C, logo foi escolhido um material que permite conservar essa temperatura e que a zona funcione nessas condições. O painel de sanduíche, característico de câmaras de conservação, foi o material escolhido e é composto por três materiais, duas chapas de aço galvanizado e espuma de poliuretano 'PUR' [1].

O aço galvanizado será a camada mais exterior com uma condutividade térmica de 52 W(m/k) e espessura de 0,7mm. A seguir será a espuma de poliuretano com uma condutividade térmica de 0,035 W(m/k) e espessura de 173,5mm. Por fim será outra chapa de aço galvanizado com uma condutividade térmica de 52 W(m/k) e espessura de 0,7mm.

Zona D

A zona D tem uma temperatura interior de 0°C e os materiais escolhidos são iguais à da zona C. Apesar da diferença de temperaturas destas zonas, os materiais podem ser os mesmos porque o painel de sanduiche tem a particularidade de funcionar para temperaturas negativas e positivas. A diferença está na espessura, ou seja, para temperaturas negativas maior espessura e para temperaturas positivas menor conforme os limites definidos [1].

O aço galvanizado será a camada mais exterior com uma condutividade térmica de 52 W(m/k) e espessura de 0,7mm. A seguir será a espuma de poliuretano com uma condutividade térmica de 0,035 W(m/k) e espessura de 100mm. Por fim será outra chapa de aço galvanizado com uma condutividade térmica de 52 W(m/k) e espessura de 0,7mm.

Zona E

A zona E tem uma temperatura interior de 10°C e os materiais escolhidos são iguais aos materiais das zonas C e D, sendo que as espessuras são iguais às da zona D por a temperatura interior de ambas as zonas ser positiva e a suas áreas serem semelhantes.

[1] Os painéis de sanduíche são constituídos por um núcleo isolante de poliuretano (PUR) e as faces do painel costumam ser chapas de aço galvanizado. As chapas possuem uma grossura mínima de 0,5mm de até 0,7mm no máximo. As espessuras dos painéis oscilam entre 100 e 125mm (em temperaturas positivas) e entre 175 e 200mm (em temperaturas negativas). Os painéis são utilizados

em câmaras frigoríficas e em galpões industriais de elaboração de alimentos, tanto em faixas positivas (em temperaturas de 0°C a 10°C) quanto em negativas (câmaras de conservação de produtos congelados, que normalmente estão a -25°C).

Portas divisórias (interiores) – materiais

No armazém existem três portas interiores, uma na zona C que permite a ligação à zona A, D e E; outra na zona D que permite a ligação à zona A, C e E; e por fim outra na zona E que permite a ligação à zona A, C e D.

A porta da zona C é constituída com os mesmos materiais das paredes dessa zona, ou seja, tem duas folhas de aço galvanizado com 7mm cada uma e é injetada com espuma de poliuretano com 70mm.

A porta da zona D é constituída com os mesmos materiais das paredes dessa zona, ou seja, tem duas folhas de aço galvanizado com 7mm cada uma e é injetada com espuma de poliuretano com 50mm.

A porta da zona E é constituída com os mesmos materiais das paredes dessa zona, ou seja, tem duas folhas de aço galvanizado com 7mm cada uma e é injetada com espuma de poliuretano com 40mm.

Cálculo das Resistências

Fórmula 1: $R = \frac{\Delta x}{k \times A}$

Fórmula 2: $R_{Total} = \sum R_{material\ constituinte}$

Fórmula 3: $\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{Parede}} + \frac{1}{R_{Porta}}$

Resistência da estrutura grande

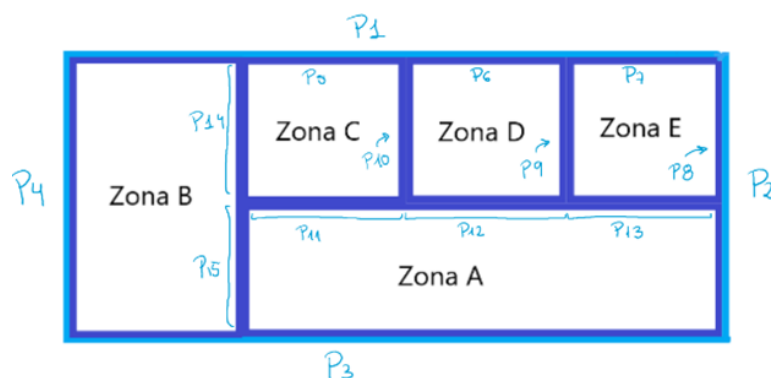


Fig.5 – Esquema da estrutura grande (excl. Telhado)

Para calcular a resistência da estrutura grande, primeiramente calculamos a resistência de cada secção que envolve as restantes divisões e a resistência total do telhado.

Fórmula do cálculo de uma resistência: $R = \frac{\Delta x}{k \times A}$

Fórmula do cálculo de resistências em série: $R_{eq} = R_1 + R_2 + \dots + R_n$

Fórmula do cálculo de resistências em paralelo: $R_{eq} = \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \dots + \frac{1}{R_n} \right)^{-1}$

Resistência térmica da secção 1 (P1)

A secção 1 é constituída pelas paredes P5, P6, P7, parte da parede 1 associada à zona B e também por um triângulo formado pela junção do telhado e da parede.

Áreas de cada parte constituinte da secção 1:

Área da parede P5 (Zona C) =	15 m2
Área da parede P6 (Zona D) =	25 m2
Área da parede P7 (Zona E) =	35 m2
Área da parede 1 associada à zona B =	25 m2
Área do triângulo acima da parede =	38 m2

Especificações dos materiais das partes constituintes da secção 1:

Material	Δx (m)	k (W/mK)	Parede	Resistência (m2 * K / W)
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P5	8,97436E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,330666667
reboco	0,02	1,8		0,000740741
bloco	0,15	0,324		0,030864198
tijolo	0,11	0,6		0,012222222
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,114285714

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P6	5,38E-07
poliuretano 'PUR'	0,1	0,035		1,14E-01
reboco	0,02	1,8		4,44E-04
bloco	0,15	0,324		1,85E-02
tijolo	0,11	0,6		7,33E-03
poliestireno extrudido	0,06	0,035		6,86E-02

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P7	3,85E-07
poliuretano 'PUR'	0,1	0,035		8,16E-02
reboco	0,02	1,8		3,17E-04

bloco	0,15	0,324		1,32E-02
tijolo	0,11	0,6		5,24E-03
poliestireno extrudido	0,06	0,035		4,90E-02

reboco	0,02	1,8	Parede 1 associada à zona B	4,44E-04
bloco	0,15	0,324		1,85E-02
tijolo	0,11	0,6		7,33E-03
Poliestireno extrudido	0,06	0,035		6,86E-02

reboco	0,02	1,8	Triângulo acima da parede 1	2,92E-04
bloco	0,15	0,324		1,22E-02
tijolo	0,11	0,6		4,82E-03
Poliestireno extrudido	0,06	0,035		4,51E-02

Tabela 1 – Especificações dos materiais das paredes que constituem a secção 1

Os materiais em cada parede estão em série por esta razão a resistência de cada parede é a soma das resistências dos materiais que a compõem:

Resistência parede P5 =	4,89E-01	[m ² * K / W]
Resistência parede P6 =	2,09E-01	[m ² * K / W]
Resistência parede P7 =	1,49E-01	[m ² * K / W]
Resistência da parede P1 associada à zona B =	9,49E-02	[m ² * K / W]
Resistência do triângulo acima da parede 1 =	6,24E-02	[m ² * K / W]

As paredes acima descritas que constituem a secção 1 estão posicionadas em paralelo entre si, logo utilizamos a fórmula do cálculo de resistências em paralelo para determinar a resistência total da secção 1 (P1).

Resistência total da secção 1 (P1) é igual a soma das resistências das paredes P5, P6, P7 e P1 associada à zona B (em paralelo) = 0,024947604 [m² * K / W].

Resistência térmica da secção 2 (P2)

A secção 2 (P2) é constituída pela parede P8, parte da parede 2 associada à zona A e um portão de acesso nesta mesma zona.

Áreas de cada parte constituinte da secção 2:

Área da parede P8	9 m ²
Área da parede 2 associada à zona A	25 m ²
Área do Portão	16 m ²

Especificações dos materiais das partes constituintes da secção 2:

Material	Δx (m)	k (W/mK)	Parede	Resistência (m ² * K / W)
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P8	5,38E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		1,98E-01
reboco	0,02	1,8		4,44E-04
bloco	0,15	0,324		1,85E-02
tijolo	0,11	0,6		7,33E-03
poliestireno extrudido	0,06	0,035		6,86E-02

reboco	0,02	1,8	Parede 2 associada à zona A	0,001709402
bloco	0,15	0,324		0,013020833
tijolo	0,11	0,6		0,19047619
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,02037037

aço galvanizado (2 chapas)	0,04	50	Portão	0,00005
Tinta anticorrosiva	0,001	0,226		0,000276549

Tabela 2 – Especificações dos materiais das paredes que constituem a parede 2

Os materiais em cada parede e do portão estão em série por esta razão a resistência de cada secção é a soma das resistências dos materiais que a compõem:

Resistência da parede P8:	2,93E-01	[m ² * K / W]
Resistência da parede P2 associada à zona A =	0,225576796	[m ² * K / W]
Resistência do portão =	0,000326549	[m ² * K / W]

As paredes e o portão que constituem a secção 2 estão posicionadas em paralelo entre si, logo utilizamos a fórmula do cálculo de resistências em paralelo para determinar a resistência total da secção 2.

Resistência total da secção 2 (P2) (as paredes e o portão estão em paralelo) = 0,000325714 [m² * K / W].

Resistência Térmica da secção 3 (P3)

A secção 3 (P3) é uniforme e constituída pelos mesmos materiais ao longo do seu comprimento, possui uma janela, um portão de acesso à zona B e também um triângulo formado pela junção do telhado e da parede.

O triângulo resultante da junção do telhado e da parede é do mesmo material que a parede então a podemos calcular uma única resistência para esta parte.

Áreas de cada parte constituinte da secção 3:

Área da parede	72 m ²
Área do triângulo acima da parede	38 m ²
Área total da parede (parede + triângulo)	110 m ²
Área do portão	16 m ²
Área total da janela	12 m ²
Área do vidro	11,31 m ²
Área da caixilharia de alumínio	0,69 m ²

Especificações dos materiais das partes constituintes da secção 3:

Materiais usados na parede e as suas resistências:

Materiais	Reboco	Bloco (15)	Poliestireno extrudido (XPS)	Tijolo (11)
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	1,3	1,28	0,035	0,6
Espessura (m)	0,02	0,15	0,06	0,11
R [m ² * K / W] =	0,00013 986	0,001065341	0,015584416	0,001666667

Resistência da parede (parede + triângulo) = 0,018456283 [m² * K / W]

Materiais usados na janela e a suas resistências:

Materiais	Alumínio	Vidro 1	Vidro 2
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	204	0,8	0,8
Espessura (m)	0,045	0,006	0,004
R [m ² * K / W] =	0,000319693	0,00066313	0,000442087

Resistência do ar por convecção (caixa de ar entre os vidros)

Materiais	Ar
hc [W/m ² *K]	1,77
R [m ² * K / W] =	0,049953

Cálculo da resistência total da janela:

O vidro 1, 2 e a caixa de ar estão posicionados em série, e a caixilharia de alumínio esta posicionada em paralelo em relação a esse sistema.

Resistência dos vidros e da caixa de ar = 0,05105851 [m² * K / W]

Resistência total da janela = 0,000317704 [m² * K / W]

Materiais usados no portão e as suas resistências:

Materiais	Aço Galvanizado	Tinta anticorrosiva
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	50	0,226
Espessura (m)	0,04	0,001
R [m ² * K / W] =	0,00005	0,000276549

Resistência do portão = 0,000326549 [m² * K / W]

Resistência total da secção 3 (P3)

A parede, a janela e o portão que constituem a secção 3 (P3) estão posicionadas em paralelo entre si, logo utilizamos a fórmula do cálculo de resistências em paralelo para determinar a resistência total da secção 3 (P3).

Resistência total da secção 3 (P3) = 0,00015964 [m² * K / W].

Resistência Térmica da secção 4 (P4)

A secção 4 (P4) é uniforme e constituída pelos mesmos materiais ao longo do seu comprimento e possui somente uma janela.

Áreas de cada parte constituinte da secção 4:

Área da parede	38 m ²
Área da janela	12 m ²

Materiais usados na parede e as suas resistências:

Materiais	Reboco	Bloco (15)	Poliestireno extrudido (XPS)	Tijolo (11)
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	1,3	1,28	0,035	0,6
Espessura (m)	0,02	0,15	0,06	0,11
R [m ² * K / W] =	0,00040	0,003083882	0,045112782	0,004824561

Os materiais que constituem a parede estão posicionados em série.

Resistência da parede = 0,053426083 [m² * K / W]

Materiais usados na janela e as suas resistências:

Materiais	Alumínio	Vidro 1	Vidro 2
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	204	0,8	0,8
Espessura (m)	0,045	0,006	0,004
R [m ² * K / W] =	0,000319693	0,00066313	0,000442087

Resistência do ar por convecção (caixa de ar entre os vidros)	
Materiais	Ar
hc [W/m ² *K]	1,77
R [m ² * K / W] =	0,049953294

Cálculo da resistência total da janela:

O vidro 1, 2 e a caixa de ar estão posicionados em série, e a caixilharia de alumínio esta posicionada em paralelo em relação a esse sistema.

Resistência dos vidros e da caixa de ar = 0,05105851 [m² * K / W]

Resistência total da janela = 0,000317704 [m² * K / W]

Resistência total da secção 4 (P4)

A parede, a janela que constituem a secção 4 (P4) estão posicionadas em paralelo entre si, logo utilizamos a fórmula do cálculo de resistências em paralelo para determinar a resistência total da secção 4 (P4).

Resistência total da secção 4 (P4) = 0,000315826 [m² * K / W].

Resistência Térmica do telhado

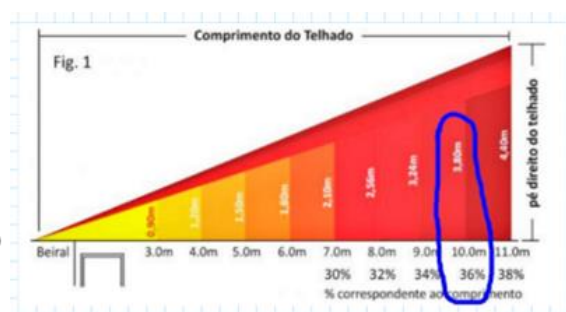
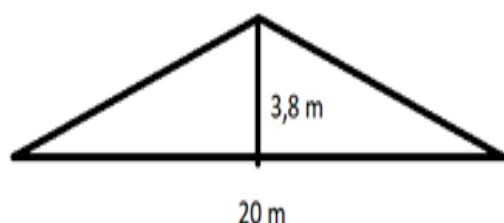


Fig.6 – Perspetiva frontal do telhado

Fig.7 – Esquema indicativo da altura recomendada para o telhado.

O telhado é constituído por 3 partes: as telhas (telha + isolamento), o teto falso e a caixa de ar entre as telhas e o teto falso.

Hipotenusa = 10,6976633 m

Áreas de cada parte constituinte do telhado:

Área do teto falso	200 m ²
Área de uma inclinação do telhado	106,976633 m ²
Área total do telhado	213,9532659 m ²

Materiais usados para as telhas e as suas resistências:

Materiais	Telha de PVC	Poliestireno extrudido (XPS)
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	0,2	0,035
Espessura (m)	0,0025	0,04
R [m ² * K / W]	5,8424E-05	0,00534162

Material usado para o teto falso e a sua resistência:

Materiais	Lã de Rocha
Condutibilidade térmica (k) (W/mK)	0,0365
Espessura (m)	0,04
R [m ² * K / W]	0,005479452

Resistência do ar por convecção (caixa de ar)	
Materiais	Ar
h _c [W/m ² *K]	1,77
R [m ² * K / W] =	0,002824859

Resistência total do telhado

As partes que constituem o telhado (telha + isolamento, teto falso, caixa de ar) estão em série.

A resistência total do telhado é de 0,013704355 [m² * K / W].

Resistência total da estrutura grande

A resistência total da estrutura grande é igual a soma das resistências das 4 secções (P1, P2, P3, P4) e a resistência total do telhado.

Com os materiais escolhidos e as especificações acima indicadas, o resultado da resistência total da estrutura grande é de 0,039453139 [m² * K / W].

Resistência da zona C

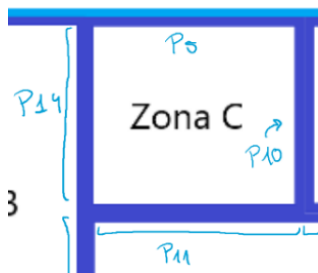


Fig. 8 – Paredes Zona C

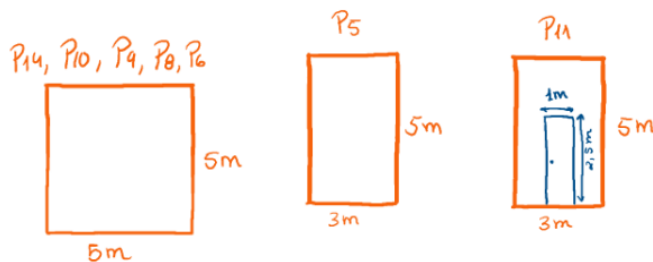


Fig. 9 – Medidas das Paredes Zona C

Parede	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m²)
P5	5	3	15
P11	porta	2,5	2,5
	parede c/ porta	5	15
	parede s/porta	-	12,5
P14 e P10	5	5	25

Tabela 3 – Áreas Zona C

Material	Δx (m)	k (W/mk)	Parede	Resistência (m² * K / W)
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P5	8,97436E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,330666667
reboco	0,02	1,8		0,000740741
bloco	0,15	0,324		0,030864198
tijolo	0,11	0,6		0,012222222
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,114285714
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P14 e P10	5,38462E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,1984
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P11 s/ porta	1,07692E-06
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,3968
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P11 - porta	5,38462E-06
poliuretano 'PUR'	0,07	0,035		0,8

Tabela 4 – Resistência dos materiais que constituem as paredes da zona C

*Para o cálculo da resistência de cada material foi utilizada a fórmula 1.

P11	Resistência (Ω)
Porta	0,800010769
Parede s/ porta	0,396802154
Total	0,265242788



Para o cálculo da resistência da porta utilizou-se a fórmula 2. Assim como para o cálculo da parede retirando a área ocupada pela porta.

Para juntar as resistências acima referidas, obtendo a resistência total da parede 11, aplicamos a fórmula 3.

Tabela 5 – Resistência Parede que contém a porta

Paredes	Resistência ($m^2 \cdot K / W$)
P5	0,488781336
P11	0,265242788
P10	0,198401077
P14	0,198401077



Para o cálculo das resistências das restantes paredes (P5, P10 e P14) aplicamos apenas a fórmula 2.

Tabela 6 – Resistência Paredes Zona C

Resistência da zona D

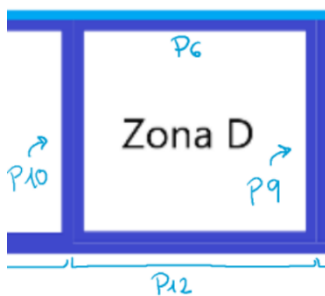


Fig. 10 – Paredes Zona D

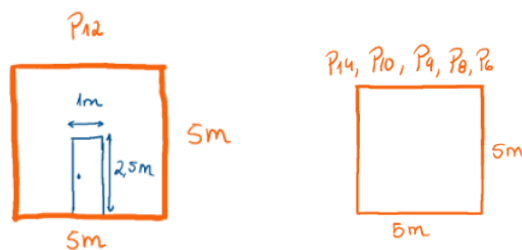


Fig. 11 – Medidas das Paredes Zona D

Parede	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m^2)
P6	5	5	25
P12	porta	2,5	1
	parede c/ porta	5	5
	parede s/porta	-	-
P9 e P10	5	5	25

Tabela 7 – Áreas Zona D

Material	Δx (m)	k (W/mk)	Parede	Resistência (m2 * K / W)
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P6	5,38462E-07
poliuretano 'PUR'	0,1	0,035		0,114285714
reboco	0,02	1,8		0,000444444
bloco	0,15	0,324		0,018518519
tijolo	0,11	0,6		0,007333333
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,068571429

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P9 e P10	5,38462E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,1984

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P12 s/ porta	5,98291E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,220444444

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P12 - porta	5,38462E-06
poliuretano 'PUR'	0,05	0,035		0,571428571

Tabela 8 – Resistência dos materiais que constituem as paredes da zona D

*Para o cálculo da resistência de cada material foi utilizada a fórmula 1.

P12	Resistência (m2 * K / W)
Porta	0,571439341
Parede s/ porta	0,220445641
Total	0,159077789



Para o cálculo da resistência da porta utilizou-se a fórmula 2. Assim como para o cálculo da parede retirando a área ocupada pela porta.

Para juntar as resistências acima referidas, obtendo a resistência total da parede 12, aplicamos a fórmula 3.

Tabela 9 – Resistência Parede que contém a porta

Paredes	Resistência (m2 * K / W)
P6	0,209154516
P12	0,159077789
P10	0,198401077
P9	0,198401077



Para o cálculo das resistências das restantes paredes (P6, P10 e P9) aplicamos apenas a fórmula 2.

Tabela 10 – Resistência Paredes Zona D

Resistência da zona E

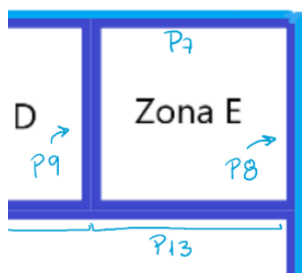


Fig. 12 – Paredes Zona E

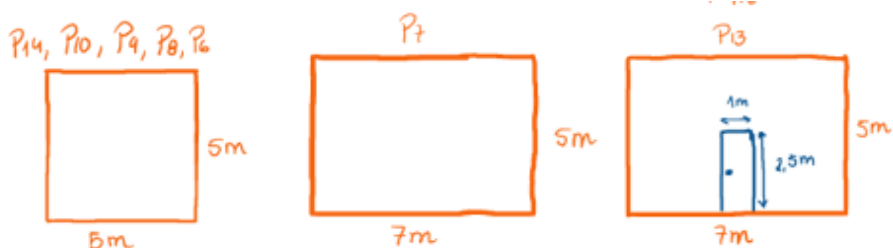


Fig. 13 – Medidas das Paredes Zona E

Parede	Comprimento (m)	Largura (m)	Área (m²)
P5	5	3	15
P11	porta	2,5	2,5
	parede c/ porta	5	15
	parede s/porta	-	12,5
P14 e P10	5	5	25

Tabela 11 – Áreas Zona E

Material	Δx (m)	k (W/mk)	Parede	Resistência (m² * K / W)
aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P7	3,84615E-07
poliuretano 'PUR'	0,1	0,035		0,081632653
reboco	0,02	1,8		0,00031746
bloco	0,15	0,324		0,013227513
tijolo	0,11	0,6		0,005238095
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,048979592

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P8	5,38462E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,1984
reboco	0,02	1,8		0,000444444
bloco	0,15	0,324		0,018518519
tijolo	0,11	0,6		0,007333333
poliestireno extrudido	0,06	0,035		0,068571429

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P9	5,38462E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,1984

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P13 s/ porta	4,14201E-07
poliuretano 'PUR'	0,1736	0,035		0,152615385

aço galvanizado (2 chapas)	0,0007	52	P13 - porta	5,38462E-06
poliuretano 'PUR'	0,05	0,035		0,457142857

Tabela 12 – Resistência dos materiais que constituem as paredes da zona E

*Para o cálculo da resistência de cada material foi utilizada a fórmula 1.

P13	Resistência (m ² * K / W)
Porta	0,457153626
Parede s/ porta	0,152616213
Total	0,114418672



Para o cálculo da resistência da porta utilizou-se a fórmula 2. Assim como para o cálculo da parede retirando a área ocupada pela porta.

Para juntar as resistências acima referidas, obtendo a resistência total da parede 13, aplicamos a fórmula 3.

Tabela 13 – Resistência Parede que contém a porta

Paredes	Resistência (m ² * K / W)
P7	0,149396083
P13	0,114418672
P9	0,198401077
P8	0,293268802



Para o cálculo das resistências das restantes paredes (P7, P9 e P8) aplicamos apenas a fórmula 2.

Tabela 14 – Resistência Paredes Zona E

Referências

<https://www.mecalux.com.br/artigos-logistica/isolamento-termico-nas-camaras-frigorificas>

<https://core.ac.uk/download/pdf/55613748.pdf>

https://www.homify.pt/livros_de_ideias/331128/como-proteger-a-sua-casa-contr-o-frio-extremo

<https://www.dippanel.com/pt-pt/camaras-frigorificas/portas-refrigeradas/portas-de-separacao-de-ambientes/porta-batente-em-pvc/>

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

<https://www.artebel.pt/produtos/blocos-termicos/termicoproetics>

http://www.fibrosom.com/ficheiros/pdfs/Poliestireno_Extrudido_Xps.pdf

<https://accept.uc.pt/storage/W1siZiIsIjIwMjAvMDgvMTkvOHE5OWNkdDcwZl9FVDA0MF9CbG9jb19UX3JtaWNvX0lzb2xQYXZfY29tX2Fzc2luYXR1cmFfLnBkZiJdXQ?sha=48e4c1af4da01eae>

<https://www.itecons.uc.pt/projectos/siac17074/index.php?module=sec&id=170>

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