

Projeto Integrador – Física Aplicada

Grupo 83:

Alexandra Ipatova – 1211274

Anna Vasylyshyna – 1211313

Cátia Remelgado – 1210787

Diana Cardoso – 1211421

João Caseiro – 1211334

Conteúdo

Introdução	3
US401.....	4
US402	9
US403	11
Tabela Síntese de conteúdos das US 401, 402 e 403	12
US404	15
Bibliografia	20
Figura 1 - Planta da estrutura	4
Figura 2 - Vista lateral esquerda.....	5
Figura 3 - Vista frontal.....	5
Figura 4 - Vista posterior	6
Figura 5 - Portas de acesso interiores e porta de acesso exterior à zona B.....	6
Figura 6 - Porta de acesso à zona A	6
Figura 7 - Janela da zona B.....	6
Figura 8 - Janela da zona A	6
Figura 9 - Vista paredes internas com telhado inclinado	7
Figura 10 - Vista paredes internas com porta e telhado inclinado	7
Figura 11 - Vista paredes internas com porta e telhado reto.....	7
Figura 12 - Vista paredes internas e telhado reto.....	7
Figura 13 - Vista 3D da estrutura.....	7
Figura 14 - Corte transversal das paredes exteriores (não se encontra à escala)	9
Figura 15 - Corte transversal do telhado	9
Figura 16 - Corte transversal de uma janela.....	10
Figura 17 - Corte transversal da parede interior	11
Figura 18 - Corte transversal da porta interior e da porta de acesso externo a B.....	11

Introdução

Este documento foi realizado no contexto do projeto integrador do primeiro semestre do 2º ano da Licenciatura em Engenharia Informática do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O propósito deste documento é resumir e justificar os cálculos, assim como as decisões tomadas em relação parte do projeto correspondente a FSIAP.

US401

Para esta US é pretendido fazer um esboço para um espaço físico grande como um armazém agrícola com 10 metros de largura, 20 metros de comprimento e 5 metros de altura, mais a altura do telhado.

Após pesquisas e um momento de discussão, decidimos o esboço para o armazém com as suas medidas para cada zona, que optamos por fazer com dimensões equivalentes.

Antes de serem apresentadas as figuras, é importante saber a seguinte nomenclatura:

- x: zona x
- PEx: Parede Exterior número x
- PIxy: Parede Interior comum às zonas x e y
- PortaEx: Porta Exterior da zona x
- PortaIx: Porta Interior da zona x
- Janelax: Janela da zona x
- T1: Uma parte das paredes que se encontram entre as águas do telhado
- T2: Uma das águas do telhado

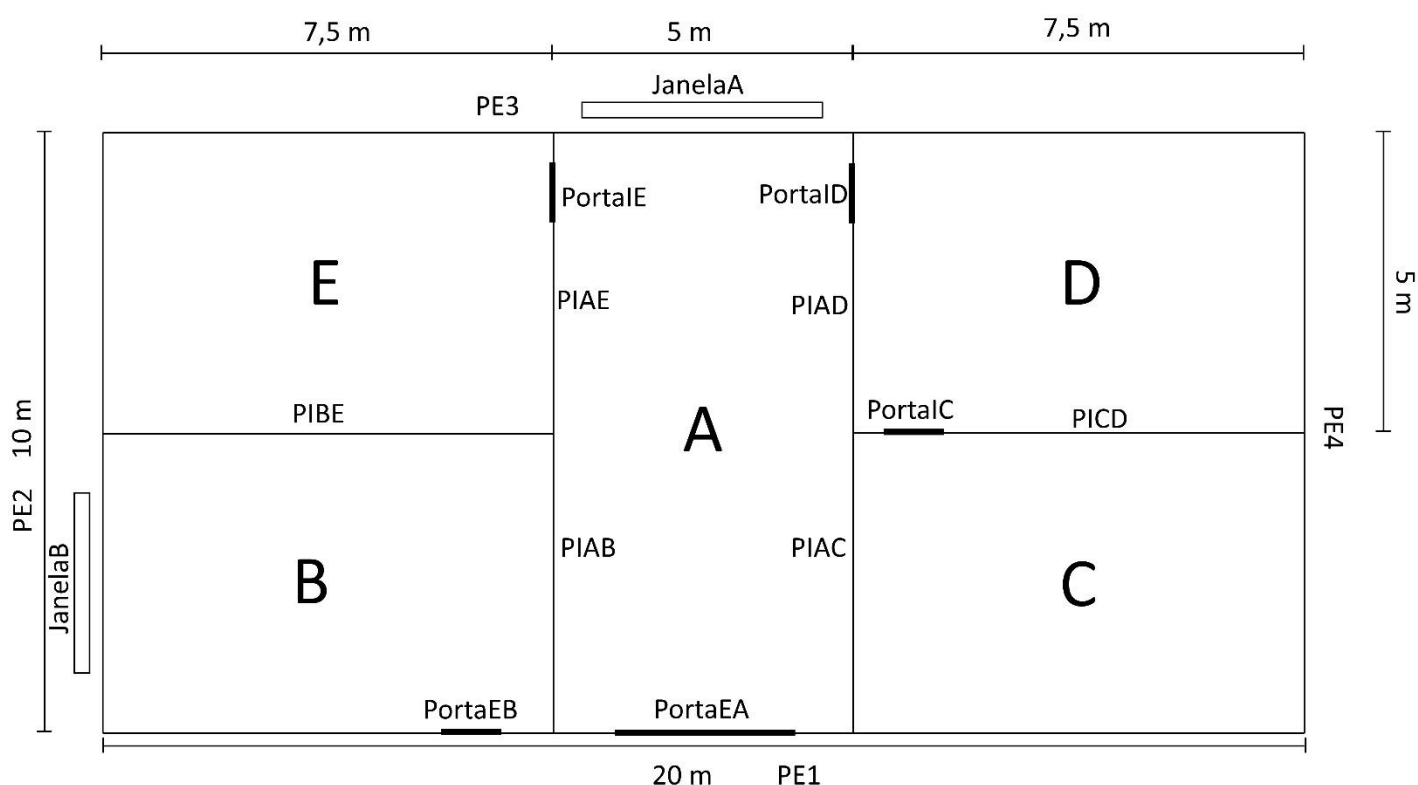


Figura 1 - Planta da estrutura

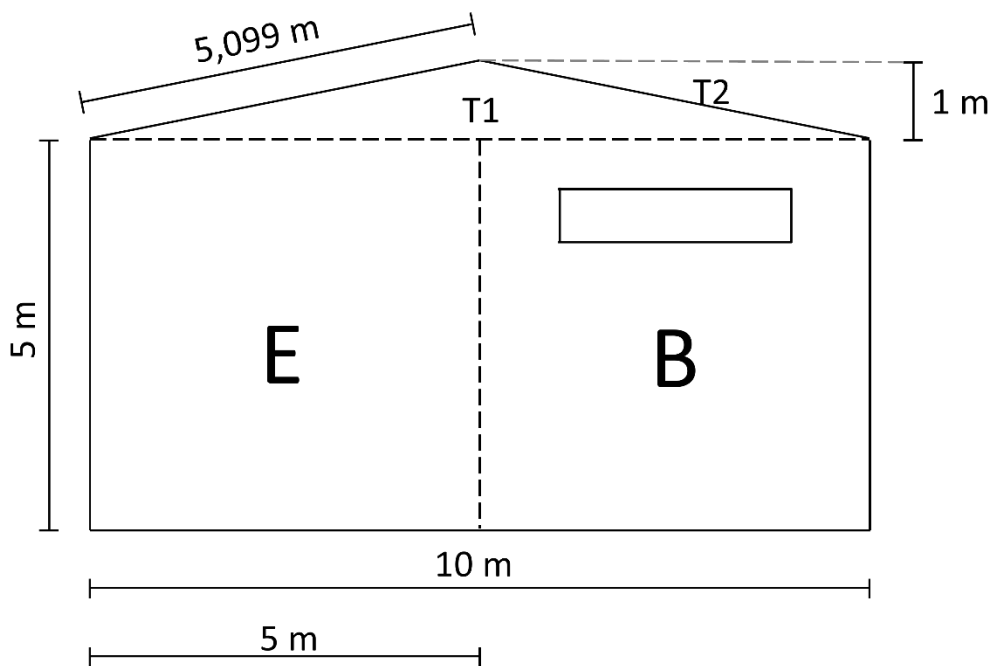


Figura 2 - Vista lateral esquerda

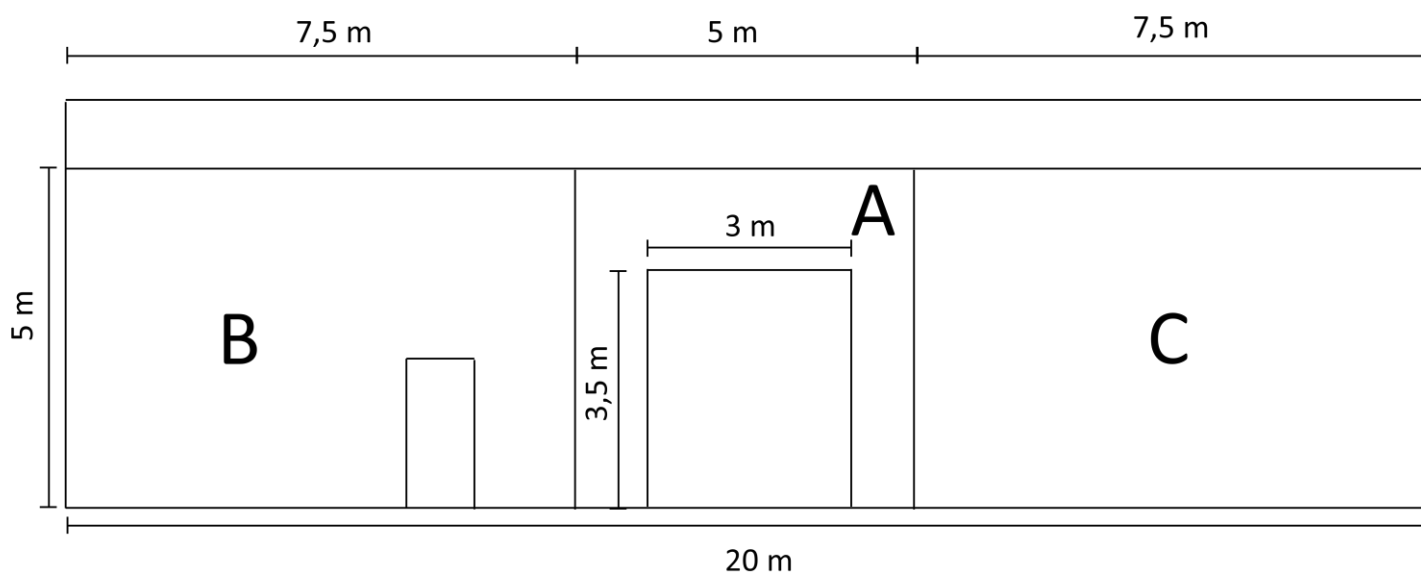


Figura 3 - Vista frontal

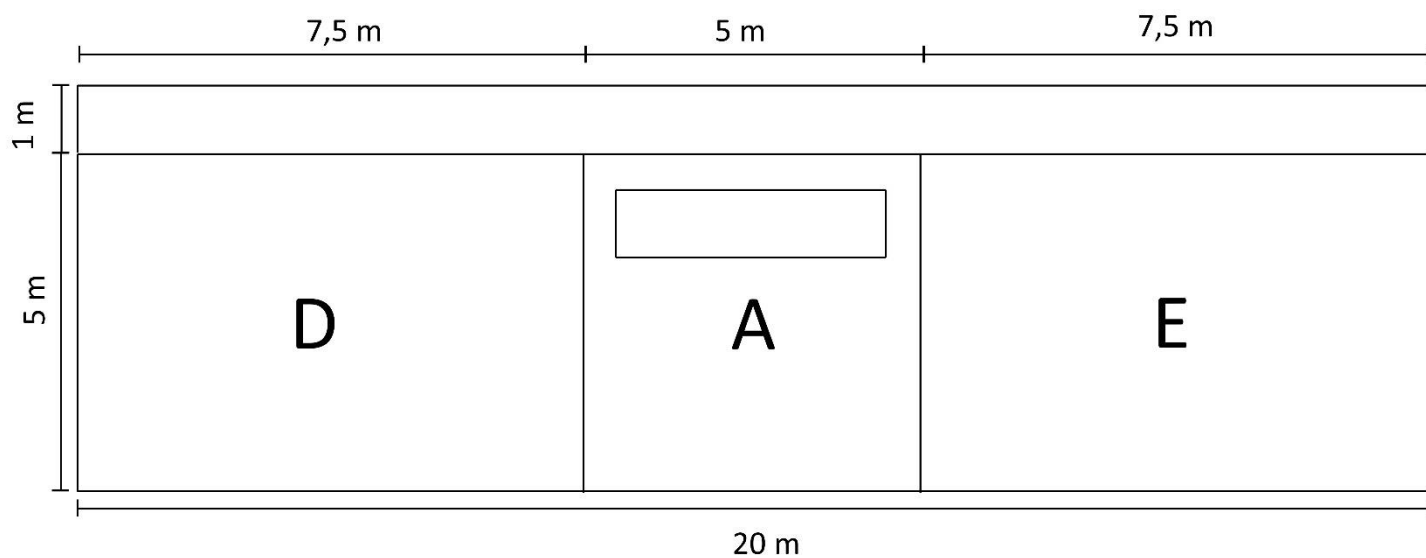


Figura 4 - Vista posterior

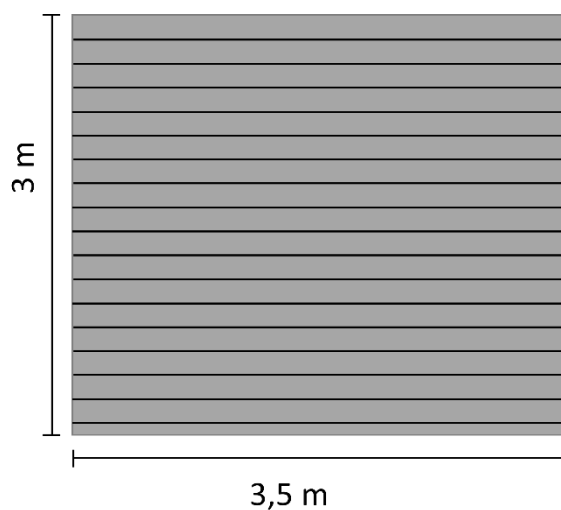


Figura 6 - Porta de acesso à zona A

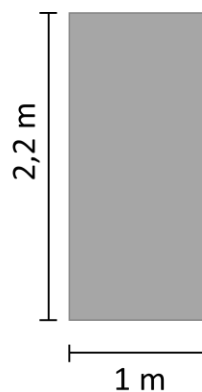


Figura 5 - Portas de acesso interiores e porta de acesso exterior à zona B

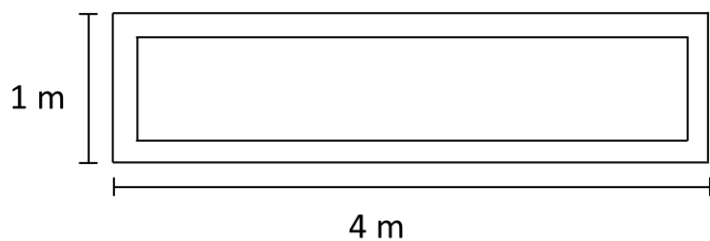


Figura 8 - Janela da zona A

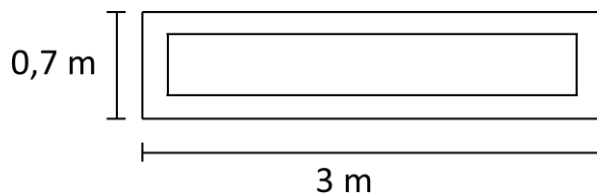


Figura 7 - Janela da zona B

Nota: a espessura (vista frontalmente) escolhida para o PVC da janela é de 0,15 metros.

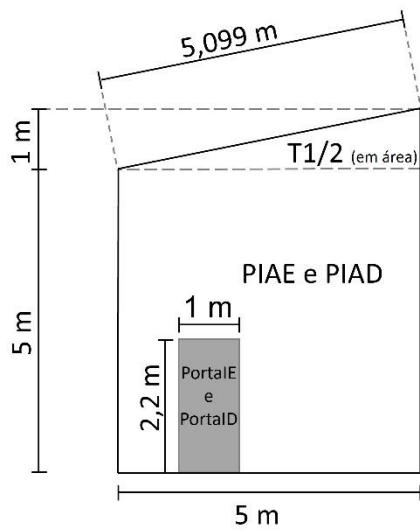


Figura 12 - Vista paredes internas com porta e telhado inclinado

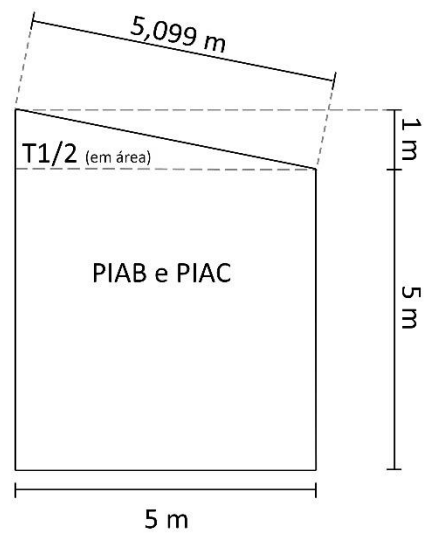


Figura 13 - Vista paredes internas e telhado inclinado

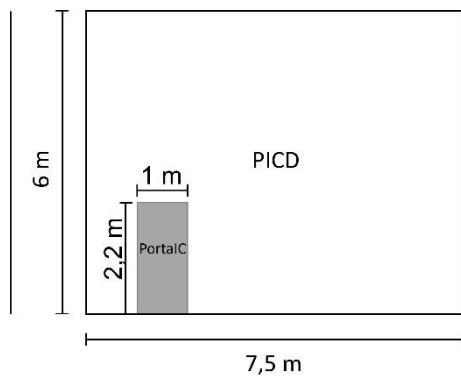


Figura 11 - Vista paredes internas com porta e telhado reto

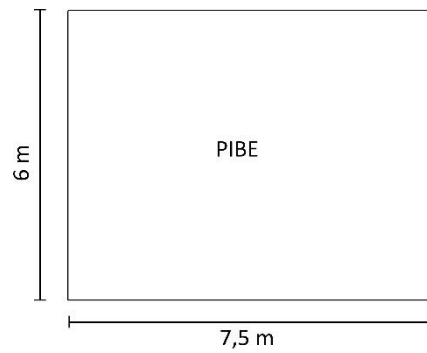


Figura 9 - Vista paredes internas e telhado reto

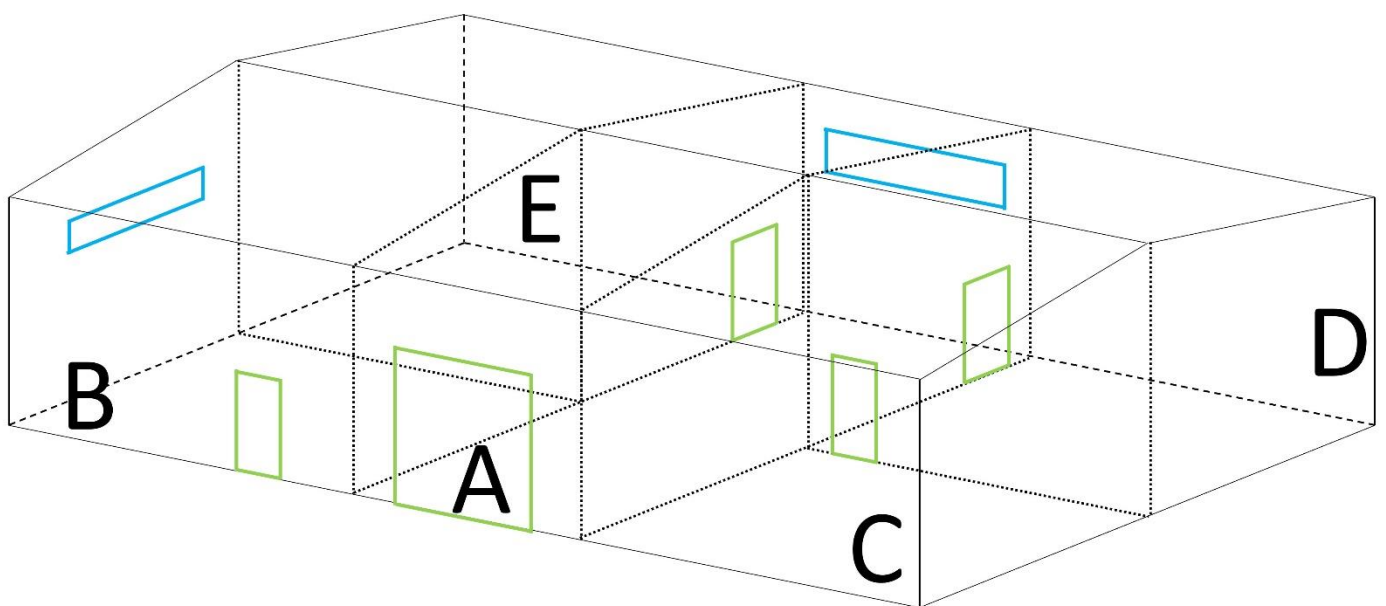


Figura 10 - Vista 3D da estrutura

Após estes esboços queremos clarificar certas escolhas:

As dimensões da zona A foram escolhidas em função do tamanho encontrado para o furgão da Fiat extralongo com teto super alto que tem: 2,825 metros de altura, 7,367 metros de comprimento e 2,175 metros de largura (com os espelhos retrovisores rebatidos) (*Mercedes-Benz Furgão Dados Técnicos*, n.d.). Tendo em conta isto, e pensando que, pelo menos, uma pessoa necessitaria de se mover dentro da zona com o furgão também dentro desse espaço, as portas do furgão não são deslizantes, logo é necessário mais espaço para ser possível abri-las e também espaço para um acompanhante poder abrir a porta do seu lado, decidiu-se idealizá-la com dimensões de 10 metros de comprimento por 5 de largura.

A zona A encontra-se no meio do armazém pois, inicialmente, foi pensado que era a melhor localização de forma a distribuir a zona para ter acesso direto às outras zonas, sem ter de haver necessidade/ incómodo de ter de aceder a uma zona intermediária para se poder aceder a outra, o que acabou por não acontecer, uma vez que chegamos à conclusão de que, para a zona C, o espaço seria muito apertado para uma pessoa se mover com cargas quando o furgão estivesse na zona A com a parte de armazenamento virado para a janela. Mas, mesmo assim, decidimos manter a zona A nessa localização e, tendo em conta o que foi dito anteriormente, optou-se por colocar a porta de acesso à zona C na parede comum entre as zonas C e D, pensando que a zona C terá sempre temperaturas mais baixas que a zona D que, por sua vez, terá sempre temperaturas mais baixas que a zona A, vendo por este ponto de vista, pareceu-nos mais correto a porta de acesso a C ter essa localização invés de se localizar numa parede entre as zonas A e C.

Nesta altura também foi decidido de que a porta de acesso exterior a B teria a mesma constituição que as portas de acesso no interior do armazém.

US402

Após realizados os esboços, foi feita outra pesquisa para procurar os materiais mais adequados para as paredes exteriores da estrutura, para o seu telhado, porta de acesso à zona A e as suas janelas.

No final da pesquisa ficou decidido o seguinte:

(Note-se de que nenhuma das figuras a seguir representadas se encontram à escala.)

Para a estrutura das paredes externas foram escolhidos:

- Capoto com 0,05 metros de espessura no exterior
- Tijolo térmico com 0,175 metros de espessura como material intermédio
- Placa enairgy com 0,09 metros de espessura no interior

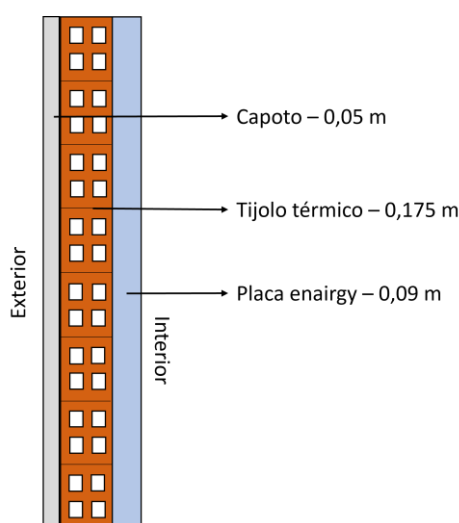


Figura 14 - Corte transversal das paredes exteriores (não se encontra à escala)

Para a estrutura do telhado foi escolhido um painel sanduíche:

- Zinco com 0,0015 metros de espessura no exterior
- Poliestireno com 0,037 metros de espessura como material intermédio
- Zinco com 0,0015 metros de espessura no interior

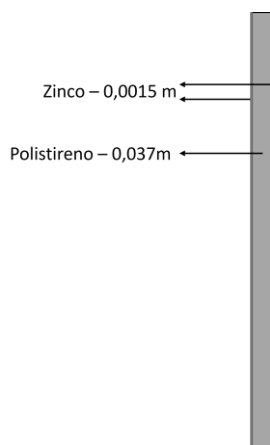


Figura 15 - Corte transversal do telhado

Para a estrutura da porta de acesso à zona A optamos por escolher uma porta que se enrolasse (por exemplo, como um estore) e para a sua constituição foi escolhido:

- PVC de 0,002 metros de espessura
- Ar com 0,01 metros de espessura
- PVC de 0,002 metros de espessura

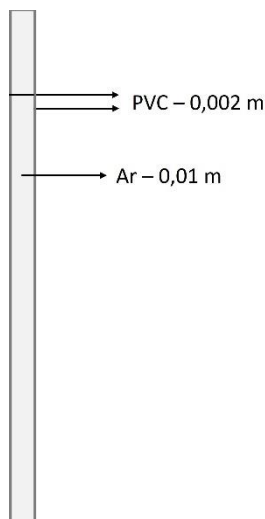


Figura 16 - Corte transversal da porta de acesso à zona A

Note-se de que apesar deste tipo de estruturas ser composto por lâminas, estas não serão tidas em conta nos cálculos e por isso estar assim representado.

Para ambas as janelas, ficou decidido de que estas teriam a mesma constituição, mas que teriam dimensões diferentes, no entanto, ambas teriam um contorno de PVC de 0,15 metros (sem caixa de ar) e de resto teriam a seguinte constituição:

- Vidro de 0,005 metros de espessura
- Caixa de ar com argon com 0,0015 metros de espessura
- Vidro de 0,005 metros de espessura

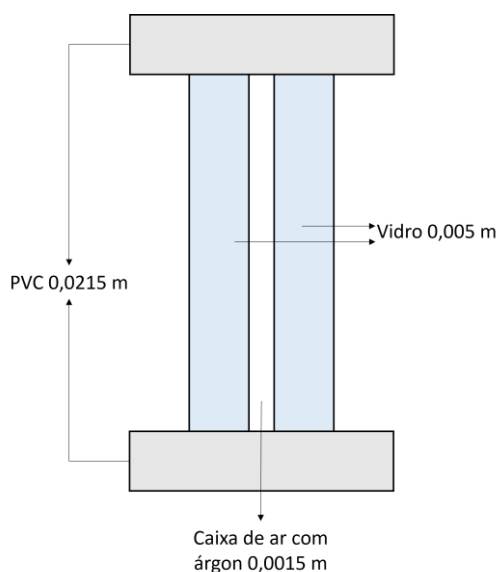


Figura 17 - Corte transversal de uma janela

US403

Depois de ter a parte exterior de estrutura decidida, foi feita uma pesquisa para decidir a constituição das estruturas no interior do armazém, isto é, as paredes interiores e as portas de acesso, juntamente com a porta B.

Para a estrutura das paredes internas foram escolhidos:

- Placa enaigy com 0,06 metros de espessura no exterior
- Tijolo térmico com 0,140 metros como material intermédio
- Placa enaigy com 0,06 metros de espessura no interior

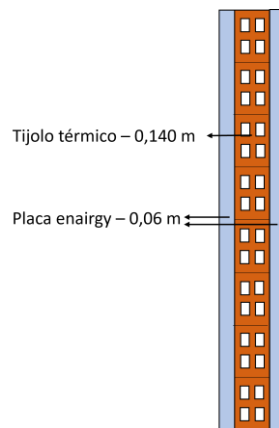


Figura 18 - Corte transversal da parede interior

Para a estrutura das portas de acesso interiores e porta de acesso exterior a B foram escolhidos:

- Aço lacado galvanizado 0,0006 metros de espessura
- Poliestireno expandido com 0,035 metros de espessura
- Aço lacado galvanizado 0,0006 metros de espessura

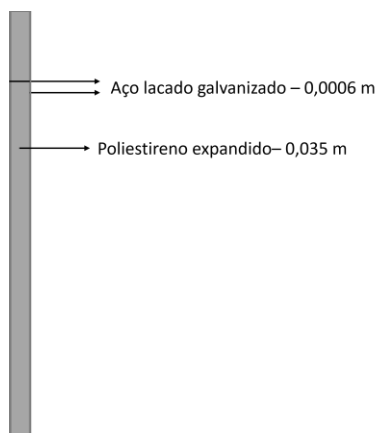


Figura 19 - Corte transversal da porta interior e da porta de acesso externo a B

Tabela Síntese de conteúdos das US 401, 402 e 403

Secção	Área Total (m ²)	Materiais	Espessura (m)	Condutividade Térmica W/mK
PIBE	45,00	Placa Enairgy	0,06000	0,03800
		Tijolo Térmico	0,14000	0,28000
		Placa Enairgy	0,06000	0,03800
PIAB	27,50	Placa Enairgy	0,06000	0,03800
		Tijolo Térmico	0,14000	0,28000
		Placa Enairgy	0,06000	0,03800
PIAE PIAD	25,30	Placa Enairgy	0,06000	0,03800
		Tijolo Térmico	0,14000	0,28000
		Placa Enairgy	0,06000	0,03800
PIAC	27,50	Placa Enairgy	0,06000	0,03800
		Tijolo Térmico	0,14000	0,28000
		Placa Enairgy	0,06000	0,03800
PICD	42,80	Placa Enairgy	0,06000	0,03800
		Tijolo Térmico	0,14000	0,28000
		Placa Enairgy	0,06000	0,03800
PortalE PortalD PortalC	2,20	Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200
		EPS(poliestireno expandido)	0,03500	0,04400
		Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200

Secção	Área Total ¹ (m ²)	Materiais	Espessura (m)	Condutividade Térmica W/mK
PE2 ²	47,90	Capoto	0,050	0,02300
		Tijolo térmico	0,175	0,28000
		Placa Enairgy	0,090	0,03800
PE4	50,00	Capoto	0,050	0,02300
		Tijolo térmico	0,175	0,28000
		Placa Enairgy	0,090	0,03800
PE1	87,30	Capoto	0,050	0,02300
		Tijolo térmico	0,175	0,28000
		Placa Enairgy	0,090	0,03800
PE3	96,00	Capoto	0,050	0,02300
		Tijolo térmico	0,175	0,28000
		Placa Enairgy	0,090	0,03800
T2	101,98	Zinco	0,0015	110,00000
		Poliestireno	0,037	0,04000
		Zinco	0,0015	110,00000
PortaEA	10,50	PVC	0,002	0,21000
		Ar	0,010	0,03000
		PVC	0,002	0,21000
PortaEB	2,20	Aço lacado gal	0,0006	0,03200
		EPS	0,035	0,04400
		Aço lacado gal	0,0006	0,03200
JanelaA	1,41	PVC	0,0215	0,21000
	2,59	Vidro	0,005	0,80000
		Caixa de árgon	0,0015	0,01772
		Vidro	0,005	0,80000
JanelaB	1,02	PVC	0,0215	0,21000
	1,08	Vidro	0,005	0,80000
		Caixa de árgon	0,0015	0,01772
		Vidro	0,005	0,80000

¹ A área total já exclui a área ocupada por portas, janelas ou outros elementos.

² Apesar destas paredes conterem T1, decidiu-se decompor estas paredes em duas partes, portanto a área real de PE2 é a soma da área total mostrada na tabela acima para PE2 mais a área total de T1 mostrada também na tabela acima, o mesmo se aplica para PE4.

Legenda	
Área Total (m²)	A área total já exclui a área ocupada por portas, janelas ou outros elementos.
PIBE	Parede interior comum às zonas B e E
PIAB	Parede interior comum às zonas A e B
PIAE	Parede interior comum às zonas A e E
PIAC	Parede interior comum às zonas A e C
PICD	Parede interior comum às zonas C e D
PIAD	Parede interior comum às zonas A e D
PortaIE	Porta interior da zona E
PortaID	Porta interior da zona D
PortaIC	Porta interior da zona C
PE1	Parede exterior 1 / parede frontal (para quem está virado de frente para a porta A de acesso à zona a partir do exterior do armazém)
PE2	Parede exterior 2 / parede lateral esquerda (para quem está virado de frente para a porta de acesso à zona A a partir do exterior do armazém)
PE3	Parede exterior 3 / parede posterior (para quem está virado de frente para a porta de acesso à zona A a partir do exterior do armazém)
PE4	Parede exterior 4 / parede lateral direita (para quem está virado de frente para a porta de acesso à zona A a partir do exterior do armazém)
T1	Uma parte das paredes que se encontram entre as águas do telhado
T2	Uma das águas do telhado
PortaEA	Porta exterior de acesso à zona A
PoertaEB	Porta exterior de acesso à zona B
JanelaA	Janela da zona A
JanelaB	Janela da zona B

US404

Calcular resistências da zona C

Parte da estrutura		Materiais	Área ocupada pelo material (m²)	Resistência térmica R (K/m)	Resistência térmica total R _{eq} (K/m)	
	Subpartes				R _{eq} subpartes	
PICD	PICD - PortaIC	2 * Placa Enairgy	42,80	0,07378	0,08546	0,0697 ³
		Tijolo térmico		0,01168		
	PortaIC	2 * Aço lacado galvanizado	2,20	0,01704	0,37861	
		Polistireno expandido		0,36157		
PIAC		2 * Placa Enairgy	27,50	0,11483	0,1330	
		Tijolo térmico		0,01818		
Parte de C com PE4		Capoto	27,50	0,07905	0,1879	
		Tijolo térmico		0,02273		
		Placa Enairgy		0,08612		
Parte de C com PE1		Capoto	37,50	0,05797	0,1378	
		Tijolo térmico		0,01667		
		Placa Enairgy		0,06316		
Parte de T2 com C		2 * Zinco	38,24	7,132*10 ⁻⁷	0,0243	
		Polistireno		0,02419		
Toda a estrutura					0,553 ⁴	

³ A porta e a área considerada de parede de PICD encontram-se em paralelo.

⁴ A resistência total é a das resistências totais anteriormente calculadas.

Cálculo a resistência da zona D

SECÇÃO	ÁREA TOTAL (m²)	ÁREA TOTAL (m²) SEM PORTA	MATERIAIS	ESPESSURA (m)	CONDUTIVIDADE TÉRMICA W/mK	RESISTÊNCIA TÉRMICA
PICD	45	42,8	Placa Enairgy	0,06000	0,03800	0,03689
			Tijolo Térmico	0,14000	0,28000	0,01168
			Placa Enairgy	0,06000	0,03800	0,03689
PIAD	27,5	25,3	Placa Enairgy	0,06000	0,03800	0,06241
			Tijolo Térmico	0,14000	0,28000	0,01976
			Placa Enairgy	0,06000	0,03800	0,06241
PORTAID	2,2	2,2	Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200	0,00852
			EPS (poliestireno expandido)	0,03500	0,04400	0,36157
			Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200	0,00852
PORTAIC	2,2	2,2	Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200	0,07905
			EPS (poliestireno expandido)	0,03500	0,04400	0,02273
			Aço Lacado galvanizado	0,00006	0,03200	0,07905
PE4	27,5	27,5	Capoto	0,05000	0,02300	0,07905
			Tijolo térmico	0,17500	0,28000	0,02273
			Placa Enairgy	0,09000	0,03800	0,08612
PE3	27,5	27,5	Capoto	0,05000	0,02300	0,05797
			Tijolo térmico	0,17500	0,28000	0,01667
			Placa Enairgy	0,09000	0,03800	0,06316
T2	38,24	38,24	Zinco	0,00150	110,0000	$3,57 \times 10^{-7}$
			Polistereno	0,03700	0,04000	0,02419
			Zinco	0,00150	110,0000	$3,57 \times 10^{-7}$

Cálculo da resistência:

SECÇÃO	RESISTÊNCIA TÉRMICA
PICD (SEM A PORTA)	0,08546
PIAD (SEM A PORTA)	0,14458
PORTAID	0,37862
PORTAIC	0,37862
PE4	0,18790
PE3	0,13780
T2	0,02419
PICD (COM A PORTAIC) ⁵	0,06973
PIAD (COM A PORTAID)	0,10463
RESISTÊNCIA TOTAL ⁶	0,52424

⁵ O cálculo da resistência de a PICD é somada em paralelo.

⁶ A resistência total entende-se por a soma de PE4 + PE3 + T2+ PICD(com a portaIC) + PIAD(com a portaID).

Calcular resistências da zona E

Parte da estrutura		Materiais	Área ocupada pelo material (m²)	Resistência térmica R (K/m)	Resistência térmica total R _{eq} (K/m)	
	Subpartes				R _{eq} subpartes	
PIAE	PIAE - PortaIE	2 * Placa Enairgy	25,30	0,12481	0,14458	0,10462
		Tijolo térmico		0,01976		
	PortaIE	2 * Aço lacado galvanizado	2,20	0,01704	0,37861	
		Polistireno expandido		0,36157		
PIBE		2 * Placa Enairgy	45,00	0,07017	0,08128	
		Tijolo térmico		0,01111		
Parte de E com PE3		Capoto	37,50	0,05797	0,13779	
		Tijolo térmico		0,01666		
		Placa Enairgy		0,06315		
Parte de E com PE2		Capoto	25,00	0,08695	0,20669	
		Tijolo térmico		0,02500		
		Placa Enairgy		0,09473		
Parte de T2 com E		2 * Zinco	38,24	7,132*10 ⁻⁷	0,0243	
		Polistireno		0,02419		
Toda a estrutura					0,5546	

Calcular resistências da estrutura grande

Parte da estrutura		Materiais	Área ocupada pelo material (m²)	Resistência térmica R (K/m)	Resistência térmica total R _{eq} (K/m)	
	Subpartes				R _{eq} subpartes	
PE1	PE1-PortaEA-PortaEB	Capoto	87,3	0,02490	0,05919	0,02027* ¹
		Tijolo térmico		0,007159		
		Placa Enairgy		0,02713		
	PortaEA	2 * PVC	10,50	0,001814	0,3356	
		Ar		0,03175		
	PortaEB	2 * Aço lacado galvanizado	2,20	0,01704	0,03356	
		Polistireno expandido		0,3616		
PE2	PE2-JanelaB	Capoto	47,9	0,04538	0,1079	0,03295* ¹
		Tijolo térmico		0,01305		
		Placa Enairgy		0,04945		
	JanelaB	PVC	1,02	0,100373483	0,04744	
		2*Vidro	1,08	0,08995		
		Caixa de árgon				
PE3	PE3-JanelaA	Capoto	96	0,02264	0,05382	0,03295* ¹
		Tijolo térmico		0,00651		
		Placa Enairgy		0,02467		
	JanelaA	PVC	1,41	0,07261	0,2473	
		2*Vidro	2,59	0,03751		
		Caixa de árgon				
PE4		Capoto	50	0,04348	0,1033	
		Tijolo térmico		0,0125		
		Placa Enairgy		0,04737		
Telhado	T1 – Parede que suporta o telhado	Capoto	2,5 (metade da área do triângulo)	0,8696	2,0669	8,28588
		Tijolo térmico		0,2500		
		Placa Enairgy		0,9474		
	T2 - Telhado	2*Zinco	101,98	2,67432*10 ⁻⁷	0,0090707	
		Poliestireno		0,0091		

Estrutura Grande	PE1+PE2+PE3+PE4	-	-	0,1735
Estrutura grande total	Estrutura Grande+Telhado	-	-	8,4594 ^{*1}

^{*1} Os elementos encontram-se em disposição paralela, logo a soma é feita em paralelo.

Bibliografia

- Árgon* – Wikipédia, a enciclopédia livre. (n.d.). Retrieved November 13, 2022, from <https://pt.wikipedia.org/wiki/%C3%81rgon>
- MAIS DO QUE UM ISOLAMENTO PLADUR ENAIRGY*®. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://corporativo.pladur.com/-/dam/catalogo-pt-pladur-enairgy/pi102244/original/catalogo-pt-pladur-enairgy.pdf?v=385122987>
- Mercedes-Benz Furgão Dados Técnicos*. (n.d.). Retrieved November 13, 2022, from <https://www.mercedes-benz.pt/vans/pt/sprinter/panel-van/technical-data>