

Relatório FSIAP

Grupo:

João Rodrigues – 1211016

Gustavo Jorge – 1211061

João Leitão – 1211063

Guilherme Sousa – 1211073

Pedro Monteiro - 1211076

INDÍCE

Conteúdo

Breve Introdução.....	2
Definição da estrutura para o armazém (Croqui)	3
Materiais Escolhidos e as suas Características.....	6
Cálculo de Resistências	7
Conclusão	10

Breve Introdução

No âmbito do Projeto Integrador deste semestre, foi pedida a idealização de uma estrutura de um armazém para manter condições térmicas específicas e fazer a recolha de materiais que possam fazer parte da sua constituição. E, por fim, determinar a resistência das estruturas que a suportam.

Para a situação posta em causa foi utilizado como processo de transferência de calor, a transferência por condução.

Em todos os processos de transferência de energia por calor, esta é sempre realizada no sentido do elemento mais termicamente energético para o menos termicamente energético, ou seja, do mais quente para o mais frio.

Posto isto, deve ser possível responder aos requisitos do enunciado, irão ser utilizados alguns conceitos:

- Condutividade térmica (k) que é uma propriedade intrínseca de um material
- Resistência térmica $R = \frac{\Delta x}{kA}$

Δx = Espessura

k = Condutividade

A = Área

É possível determinar a resistência térmica dos materiais recorrendo à analogia elétrica, em função da disposição dos materiais:

- Se a disposição dos materiais for em série, então o seu equivalente elétrico será a soma das resistências do conjunto: $R_k = R_A + R_B$

Definição da estrutura para o armazém (Croqui)

A estrutura a ser idealizada deve funcionar como um armazém com as suas devidas restrições, enumeradas no enunciado do projeto, para o seu funcionamento ideal. Estas são:

1. A estrutura deve ter as seguintes dimensões: **10 metros de largura, 20 metros de comprimento e 5 metros de altura.**
2. A cobertura superior terá **dupla inclinação mínima** e que cobrirá toda a estrutura, com o cume ao longo de todo o comprimento.
3. Esta estrutura terá uma **porta grande**, que possa subir, de dimensões a definir pelo usuário, mas **que permita o acesso a um veículo de transporte de mercadorias** tipo furgão de grandes dimensões, e que **dará acesso à zona de receção**, zona A.
4. A estrutura deve ter ainda uma **outra porta de duas folhas**, que servirá **exclusivamente para acesso à zona de armazenamento de produtos e/ou excedentes, zona B.**
5. A estrutura deve ter um **mínimo de duas janelas**. Uma posicionada na zona de receção, zona A, e a outra na zona de armazenamento, zona B.
6. O interior será **dividido em cinco espaços** ou zonas, **separados fisicamente por paredes e uma porta de acesso ao seu interior**. Com **exceção da zona de armazenamento**, que só terá acesso pelo exterior.

Postas as instruções/restrições do enunciado, acima referidas, as dimensões finais definidas foram as seguintes:

Zona A:

- 6,8 metros de comprimento
- 10 metros de profundidade
- 5 metros de altura

Zona B:

- 6,5 metros de comprimento
- 5,07 metros de profundidade
- 5 metros de altura

Zona C:

- 6,8 metros de comprimento
- 5,07 metros de profundidade
- 5 metros de altura

Zona D:

- 6,7 metros de comprimento
- 5,07 metros de profundidade
- 5 metros de altura

Zona E:

- 6,9 metros de comprimento
- 5,07 metros de profundidade
- 5 metros de altura

Porta Dupla:

- 2 metros de comprimento
- 2 metros de altura

Portas Simples:

- 1 metro de comprimento
- 2 metros de altura

Portão:

- 3,5 metro de comprimento
- 3 metros de altura

Janelas:

- 2 metros de comprimento
- 2 metros de altura

Telhado:

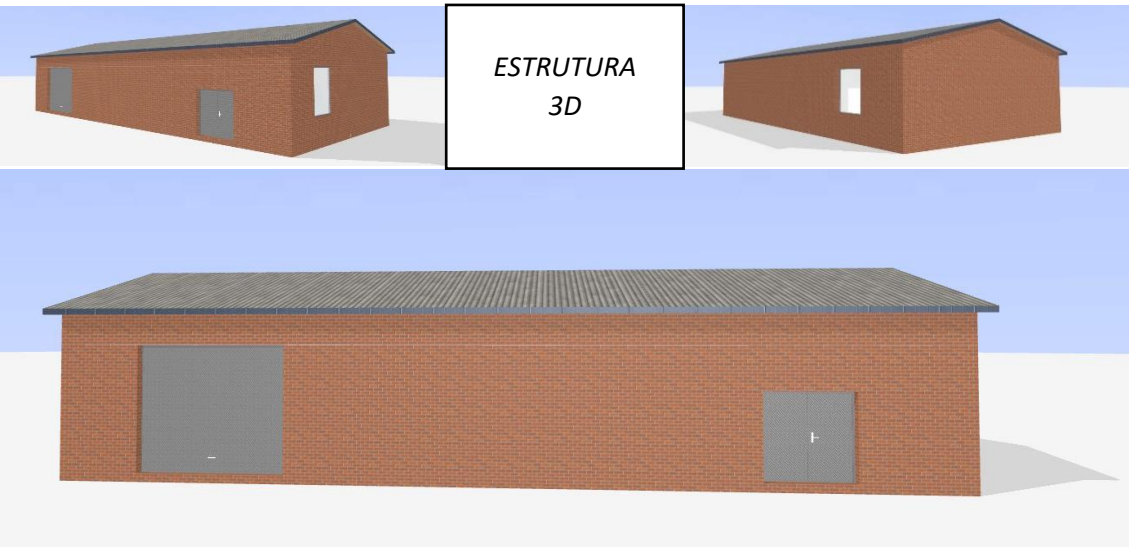
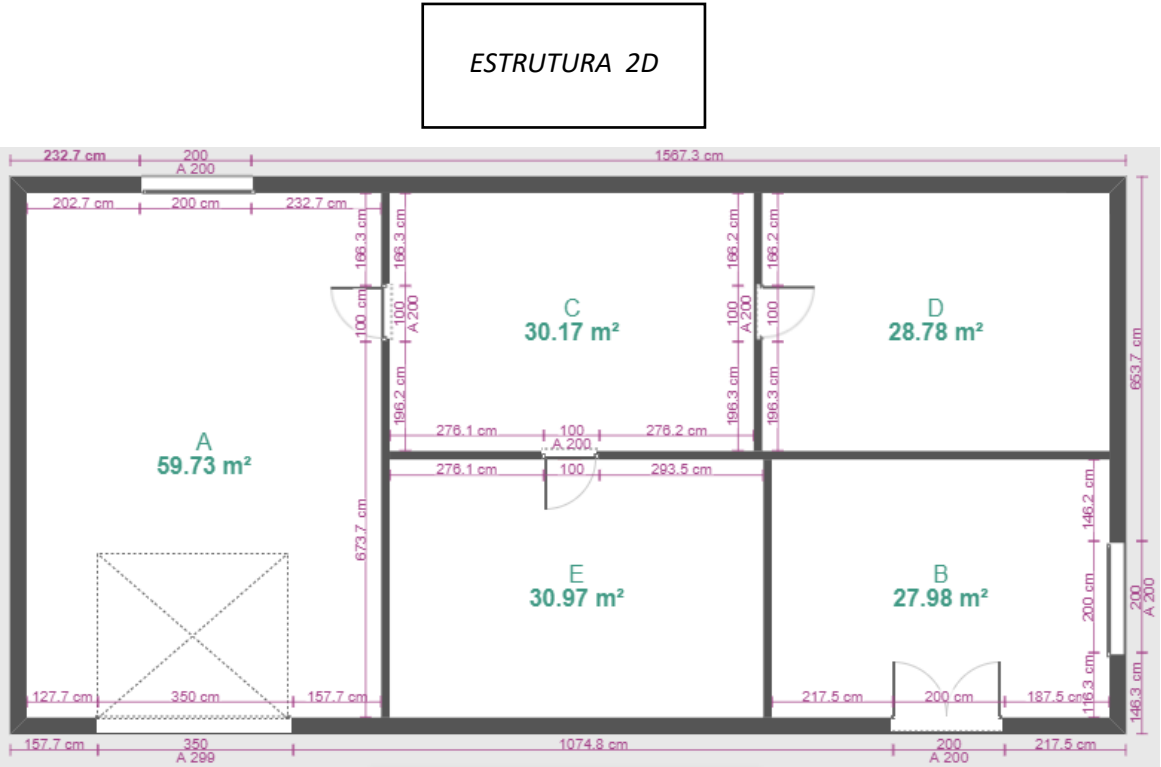
- 0,5 metros de altura (vista lateral)
- 10 metros de comprimento (base do triângulo formado)

Placa do Telhado:

- 20 metros de comprimento
- 5 metros de altura

Nota: A inclinação escolhida para o telhado de duas águas foi de 10%.

De modo a trazer à “realidade” a estrutura idealizada, em seguida serão apresentadas imagens onde se podem ver as medidas reais e a disposição das várias zonas:



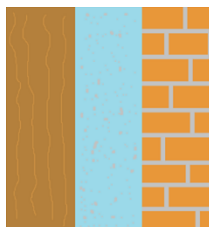
Nota: As imagens acima (3D) não se encontram à escala.

Materiais Escolhidos e as suas Características

Após alguma pesquisa e discussão, de acordo com o que é vulgarmente utilizado na construção de estruturas deste género e para este fim, obteve-se a seguinte lista de materiais:

Paredes Exteriores:

- Camada Exterior – Tijolo
- Camada Intermédia – PVC (policloreto de vinil)
- Camada Interior – Madeira Leve



Condutividades:

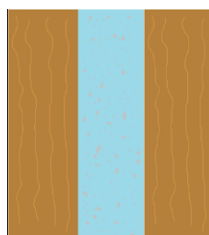
- 1 W/mK
- $1,8 \text{ W/mK}$
- $0,17 \text{ W/mK}$

Espessuras:

- 10 cm
- 10 cm
- 10 cm

Paredes Interiores:

- Camada Exterior – Madeira Leve
- Camada Intermédia – PVC (policloreto de vinil)
- Camada Interior – Madeira Leve



Condutividades:

- $0,17 \text{ W/mK}$
- $1,8 \text{ W/mK}$
- $0,17 \text{ W/mK}$

Espessuras:

- 5 cm
- 5 cm
- 5 cm

Placas do Telhado:

- Camada Exterior: Aço
- Camada Intermédia: PVC
- Camada Interior: Madeira Leve



Condutividades:

- 45 W/mK
- $1,8 \text{ W/mK}$
- $0,17 \text{ W/mK}$

Espessuras:

- 7 cm
- 6 cm
- 7 cm

Nota: As imagens acima não se encontram à escala.

Janelas:

- Vidro

Condutividade:

- $0,80 \text{ W/mK}$

Espessura:

- 4 cm

Portas:

- Aço Inoxidável

Condutividade:

- 15 W/mK

Espessura:

- 10 cm

Portão:

- Aço Inoxidável

Condutividade:

- 15 W/mK

Espessura:

- 15 cm

É de referir que esta lista também teve como base um outro trabalho realizado este semestre em que se realizou uma experiência semelhante e daí terem sido tidos em conta os dados utilizados nesse trabalho, juntamente com a pesquisa mais adequada para este contexto.

Os valores associados à espessura foram também selecionados pelo grupo, e os valores da condutividade associada aos diversos materiais foram obtidos através de pesquisa online e de valores usados em exercícios propostos para as aulas.

Cálculo de Resistências

Em primeiro lugar, decidiu-se que seriam calculadas as estruturas contidas nas paredes, ou seja, as portas, portões e janelas.

Fórmula: $R = \frac{\Delta x}{kA}$

Portão:

$$R_{\text{portão}} = \frac{15 \times 10^{-2}}{15 \times 10,5} \Leftrightarrow R_{\text{portão}} = 9,52 \times 10^{-4} \text{ m}^2\text{K/W}$$

Porta Dupla Folha:

$$R_{\text{porta}} = \frac{10 \times 10^{-2}}{15 \times 4} \Leftrightarrow R_{\text{porta}} \cong 1,67 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$$

Portas Interiores:

$$R_{\text{porta}} = \frac{10 \times 10^{-2}}{15 \times 2} \Leftrightarrow R_{\text{porta}} \cong 3,30 \times 10^{-3} \text{ m}^2\text{K/W}$$

Janelas:

$$R_{\text{janela}} = \frac{4 \times 10^{-2}}{0,8 \times 4} \Leftrightarrow R_{\text{janela}} = 1,25 \times 10^{-2} \text{ m}^2\text{K/W}$$

Postos estes cálculos, a decisão seguinte foi calcular a resistência das paredes (exteriores e interiores) e do telhado por m^2 , para posteriormente facilitar o cálculo nas várias zonas que constituem esta estrutura.

Paredes Exteriores:

$$R_{\text{parede exterior}} = \frac{10 \times 10^{-2}}{1} + \frac{10 \times 10^{-2}}{1,8} + \frac{10 \times 10^{-2}}{0,17}$$
$$\Leftrightarrow R_{\text{parede exterior}} \cong \frac{0,74 \text{ m}^2\text{K}}{W}$$

Paredes Interiores:

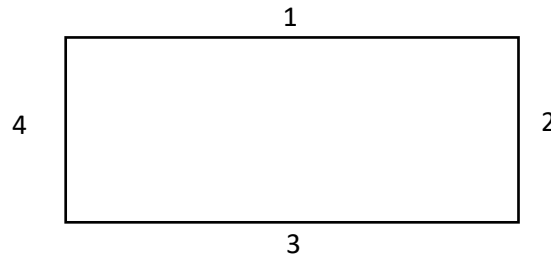
$$R_{\text{parede interior}} = \frac{5 \times 10^{-2}}{0,17} + \frac{5 \times 10^{-2}}{1,8} + \frac{5 \times 10^{-2}}{0,17}$$
$$\Leftrightarrow R_{\text{parede interior}} \cong 0,61 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Telhado:

$$R_{parede\ exterior} = \frac{7 \times 10^{-2}}{45} + \frac{6 \times 10^{-2}}{1,8} + \frac{7 \times 10^{-2}}{0,17} \Leftrightarrow$$

$$R_{parede\ exterior} \cong 0,45\ m^2K/W$$

De seguida calcular a resistência de cada zona pedida, tendo em conta o que já foi calculado anteriormente.



“Legenda” para tornar os cálculos mais percutíveis.

Zona C:

$$R_1 = A_{parede} \times R_{parede\ exterior} = 6,8 \times 5 \times R_{parede\ exterior} \Leftrightarrow R_1 = 25,16\ m^2k/W$$

$$R_2 = (A_{parede} - A_{porta}) \times R_{parede\ interior} + R_{porta} = ((5,07 \times 5) - 2) \times R_{parede\ interior} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_2 \cong 14,48\ m^2k/W$$

$$R_3 = (A_{parede} - A_{porta}) \times R_{parede\ interior} + R_{porta} = ((6,8 \times 5) - 2) \times R_{parede\ interior} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_3 \cong 19,84\ m^2k/W$$

$$R_4 = R_2 = 14,48\ m^2k/W$$

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 73,96\ m^2k/W$$

Zona D:

$$R_1 = A_{parede} \times R_{parede\ exterior} = 6,7 \times 5 \times R_{parede\ exterior} \Leftrightarrow R_1 = 24,79\ m^2k/W$$

$$R_2 = A_{parede} \times R_{parede\ exterior} = 5,07 \times 5 \times R_{parede\ exterior} \Leftrightarrow R_2 = 18,76\ m^2k/W$$

$$R_3 = A_{parede} \times R_{parede\ interior} = 6,7 \times 5 \times R_{parede\ interior} \Leftrightarrow R_3 = 20,77\ m^2k/W$$

$$R_4 = (A_{parede} - A_{porta}) \times R_{parede\ interior} + R_{porta} = ((5,07 \times 5) - 2) \times R_{parede\ interior} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_4 \cong 14,48\ m^2k/W$$

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 78,80\ m^2k/W$$

Zona E:

$$R_1 = (A_{parede} - A_{porta}) \times R_{parede\ interior} + R_{porta} = ((6,9 \times 5) - 2) \times R_{parede\ interior} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_1 = 20,15 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_2 = A_{parede} \times R_{parede\ interior} = 5,07 \times 5 \times R_{parede\ interior} \Leftrightarrow R_2 = 15,72 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_3 = A_{parede} \times R_{parede\ exterior} = 6,9 \times 5 \times R_{parede\ exterior} \Leftrightarrow R_3 = 25,53 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_4 = R_2 = 15,72 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_{total} = R_1 + R_2 + R_3 + R_4 = 77,12 \text{ m}^2\text{k/W}$$

Estrutura Envolvente:

$$R_1 = (A_{parede} - A_{janela}) \times R_{parede\ exterior} + R_{janela} = ((20 \times 5) - 4) \times R_{parede\ exterior} + R_{janela}$$

$$\Leftrightarrow R_1 = 71,05 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_2 = (A_{parede} - A_{janela}) \times R_{parede\ exterior} + R_{janela} = ((10 \times 5) - 4) \times R_{parede\ exterior} + R_{janela}$$

$$\Leftrightarrow R_2 = 54,05 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_3 = (A_{parede} - A_{porta} - A_{portão}) \times R_{parede\ exterior} + R_{porta} + R_{portão} =$$

$$= ((20 \times 5) - 4 - 10,5) \times R_{parede\ exterior} + R_{porta} + R_{portão}$$

$$\Leftrightarrow R_3 = 63,27 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$R_4 = A_{parede} \times R_{parede\ exterior} = 10 \times 5 \times R_{parede\ exterior}$$

$$\Leftrightarrow R_4 = 37 \text{ m}^2\text{k/W}$$

$$A_{total\ telhado} = 2 \times A_{placa} + 2 \times A_{triângulo} =$$

$$= 2 \times (5,03 \times 20) + 2 \times \left(\frac{5 \times 0,5}{2} \right) =$$

$$= 201,2 + 2,5 = 204 \text{ m}^2$$

$$R_{telhado\ total} = A_{total\ telhado} \times R_{telhado} = 204 \times 0,45 = 91,8 \text{ m}^2\text{k/W}$$

Conclusão

Em suma, para a construção de um armazém agrícola, de acordo com as restrições dadas pelo cliente, a decisão tomada tem como base uma estrutura retangular de 10m * 20m e com um telhado de duas águas, dividida em 5 secções diferentes. Todas estas informações estão presentes no esboço (croqui) feito da planta e vista 3D do espaço.

Esta estrutura tem como materiais estruturais aqueles que foram definidos na secção acima e a razão para a sua escolha foi, para além de uma pesquisa sobre os materiais mais frequentemente utilizados em estruturas deste tipo, as propriedades essencialmente térmicas destes, nomeadamente a condutividade.

Por fim foi disponibilizada uma secção com os cálculos de certas paredes e zonas cujo estudo térmico era relevante para futuramente serem calculados os gastos energéticos para manutenção de temperaturas.