



Relatório Trabalho Sprint 2

Instituto Superior de Engenharia do Porto

André Barros - 1211299

Carlos Lopes – 1211277

Ricardo Moreira – 1211285

Tomás Lopes – 1211289

Tomás Russo - 1211288

Índice

| | |
|--------------------|---|
| Índice..... | 2 |
| Introdução | 3 |
| US408 | 4 |
| US409 | 5 |

Introdução

Neste documento está presente a resposta ao problema proposto no *Sprint 2*, na unidade curricular de FSIAP: elaborar uma estrutura com dimensões 20mX10mX5m que representa um armazém agrícola. O seu espaço interior está dividido em 5 zonas diferentes (A, B, C, D, E). Em particular, a zona A terá uma porta de acesso ao exterior, pois será a zona de distribuição dos produtos e de acesso às restantes divisões. Este espaço terá uma temperatura de 5°C abaixo da temperatura ambiente considerada.

A zona B, que não contém nenhuma ligação as restantes zonas (só com o exterior), vai armazenar os produtos e os excedentes de produção. Tal como a zona A, esta terá uma temperatura de 5°C abaixo da temperatura ambiente considerada.

Já a zona C suportará temperaturas de -10°C. Para além disso, na zona D a temperatura interior será de 0°C e, por fim, na zona E, estará a uma temperatura de 10°C.

Este documento irá conter um croqui para uma melhor compreensão da estrutura bem como os seus requisitos adicionais. Para além disso, também a escolha dos materiais considerados para cada região, bem como as suas características e valores de referência. Por fim serão apresentados os cálculos realizados para determinar as respetivas resistências térmicas.

US408

Nesta *User Story* foi pedida uma melhoria na estrutura de modo a ser necessária menos energia para manter as diversas divisões as temperaturas pedidas. Após a análise dos cálculos efetuados nas alíneas anteriores, é possível perceber que os maiores problemas da estrutura estão no telhado e nas portas de exteriores feitas de madeira.

Sendo assim, substitui a composição das portas exteriores pela composição das portas de acesso interior. As portas de acesso são constituídas por 2 materiais: poliestireno (EPS) com 50mm de espessura e folha de alumínio com 2,5mm de espessura de cada lado, totalizando 60mm de espessura. Estes materiais apresentam as seguintes condutividades térmicas:

- Alumínio: $204 \frac{W}{mK}$
- Poliestireno: $0.04 \frac{W}{mK}$



No telhado manteve a mesma estrutura de zinco e poliestireno, mas a espessura do poliestireno passou de 40mm para 200mm.

Calculando novamente as resistências afetadas por estas alterações:

| | | | | |
|----------------------------------|----------------------|-----------------|---------------------------|---------------------------------|
| Parede Exterior Zona A (receção) | | | | |
| | Área Superfície (m²) | Material | Resistência Térmica (K/W) | Resistência Térmica Total (K/W) |
| Parede Exterior | 46 | Capoto | 4.726E-02 | 6.518E-02 |
| | | Wallmate | 2.443E-02 | |
| | | Gesso cartonado | 1.087E-03 | |
| Porta | 4 | Polistireno | 0.3125 | 3.125E-01 |
| | | Aluminio | 3.125E-01 | |
| Parede Exterior Zona B (armazém) | | | | |
| | Área Superfície (m²) | Material | Resistência Térmica (K/W) | Resistência Térmica Total (K/W) |
| Parede Exterior | 36 | Capoto | 6.039E-02 | 7.277E-02 |
| | | Wallmate | 3.121E-02 | |
| | | Gesso cartonado | 3.121E-02 | |
| Porta | 14 | Polistireno | 0.0893 | 0.0893 |
| | | Aluminio | 0.0893 | |
| | | | | |
| | Área Superfície (m²) | Material | Resistência Térmica (K/W) | Resistência Térmica Total (K/W) |
| Telhado | 203.96 | Zinco | 3.343E-07 | 1.226E-02 |
| | | Polistereno | 2.451E-02 | |

Após isso voltou-se a calcular a energia necessária a fornecer à estrutura e obtiveram-se melhorias nos resultados:

| Zona A | | | | | | |
|-----------------------------|--------------|---------------|------------|-------------|-------------------|-------------|
| | Zona Inicial | Temp. Inicial | Zona Final | Temp. Final | Resistência (K/W) | Calor (W) |
| Parade Exterior (Porta A) | Exterior | 20 | A | 15 | 6.518E-02 | 7.671E+01 |
| Parede Exterior (c/ Janela) | Exterior | 20 | A | 15 | 1.836E-01 | 2.723E+01 |
| Parede Exterior (Normal) | Exterior | 20 | A | 15 | 6.695E-03 | 7.468E+02 |
| Parede Interior (A-C) | C | -10 | A | 15 | 6.843E-02 | -3.653E+02 |
| Telhado | Exterior | 20 | A | 15 | 1.226E-02 | 4.079E+02 |
| Zona C | | | | | | |
| | Zona Inicial | Temp. Inicial | Zona Final | Temp. Final | Resistência (K/W) | Calor (W) |
| Parade Exterior (2x) | Exterior | 20 | C | -10 | 1.339E-02 | 2240.47 |
| Parede Interior (A-C) | A | 15 | C | -10 | 1.369E-01 | 182.67 |
| Parede Interior (C-D) | D | 0 | C | -10 | 6.843E-02 | 146.14 |
| Telhado | Exterior | 20 | C | -10 | 1.226E-02 | 2447.50 |
| Zona D | | | | | | |
| | Zona Inicial | Temp. Inicial | Zona Final | Temp. Final | Resistência (K/W) | Calor (W) |
| Parade Exterior (2x) | Exterior | 20 | D | 0 | 1.339E-02 | 1493.65 |
| Parede Interior (C-D) | C | -10 | D | 0 | 6.843E-02 | -146.14 |
| Parede Interior (D-E) | E | 10 | D | 0 | 6.843E-02 | 146.14 |
| Telhado | Exterior | 20 | D | 0 | 1.226E-02 | 1631.66 |
| Zona E | | | | | | |
| | Zona Inicial | Temp. Inicial | Zona Final | Temp. Final | Resistência (K/W) | Calor (W) |
| Parade Exterior (2x) | Exterior | 20 | E | 10 | 1.339E-02 | 746.82 |
| Parede Interior (D-E) | D | 0 | E | 10 | 6.843E-02 | -146.14 |
| Parede Interior (E-B) | B | 15 | E | 10 | 7.531E-02 | 66.39 |
| Telhado | Exterior | 20 | E | 10 | 1.226E-02 | 815.83 |
| Zona B | | | | | | |
| | Zona Inicial | Temp. Inicial | Zona Final | Temp. Final | Resistência (K/W) | Calor (W) |
| Parade Exterior (Porta B) | Exterior | 20 | B | 15 | 7.277E-02 | 68.71 |
| Parede Exterior (Janela) | Exterior | 20 | B | 15 | 1.836E-01 | 27.23 |
| Parede Exterior (Normal) | Exterior | 20 | B | 15 | 6.695E-03 | 746.82 |
| Parede Interior (E-B) | E | 10 | B | 15 | 7.531E-02 | -66.39 |
| Telhado | Exterior | 20 | B | 15 | 1.226E-02 | 407.92 |
| | | | | | Energia | |
| | | | | | Total (J) | 11702.62 |
| | | | | | Total (J/h) | 42129426.29 |

Passando assim de uma energia necessária de $1,8 * 10^6 J$ para $1,1 * 10^4 J$.

US409

Nesta *User Story* foi pedida uma otimização dos sistemas de arrefecimento utilizados nesta estrutura, já com as otimizações efetuadas na US408. Desta forma, a primeira otimização a fazer, é recorrer a sistemas de arrefecimento apenas nas zonas em que a potência necessária justifica a utilização de um sistema deste tipo.

Para determinar a potência necessária a fornecer ao sistema podemos apenas dividir a energia usada por cada hora de funcionamento de forma a encontrar a potência necessária para o sistema de arrefecimento poder suprir as necessidades térmicas deste sistema.

Com base nos cálculos apresentados anteriormente, temos que:

Para a estrutura do ponto 7.

- 20°C
 - Zona A: 10.7 kW/h
 - Zona B: 1669.9 kW/h
 - Zona C: 63.6 kW/h
 - Zona D: 42.3 kW/h
 - Zona E: 21.1 kW/h
- 28°C
 - Zona A: 10.5 kW/h
 - Zona B: 4342 kW/h
 - Zona C: 80.7 kW/h
 - Zona D: 59.2 kW/h
 - Zona E: 38.1 kW/h

Para a estrutura do ponto 8.

- 20°C
 - Zona A: 0.89 kW/h
 - Zona B: 1.18 kW/h
 - Zona C: 5.01 kW/h
 - Zona D: 3.13 kW/h
 - Zona E: 1.48 kW/h

| | |
|--|------|
| Potência frigorífica restituída (em W) | 5000 |
| Potência calorífica restituída (em W) | 4700 |

Figura 1 – Retirado da página da unidade de ar-condicionado

Desta forma, podemos observar que a zona C é a que necessita de mais potência. Desta forma, uma otimização a ter em conta, seria colocar um sistema de arrefecimento mais potente nesta zona, em detrimento de outras. Logo, um sistema de ar condicionado possível para suprir as necessidades de arrefecimento pode ser o apresentado na imagem seguinte, que produz uma potência de 5 kW/h. Um

outro sistema do mesmo tipo pode ser colocado na zona D de forma a suprir as necessidades térmicas da zona D e E. Apesar de produzir mais potência que o estritamente necessário, não se perde demasiada potência no processo.



Figura 2 - Sistema de ar condicionado escolhido (fonte: <https://www.leroymerlin.pt/produtos/aquecimento-e-climatizacao/ar-condicionado/ar-condicionado-fixo/ar-condicionado-multisplit/ar-condicionado-fixo-2x1-equation-9000-12000-btu-82367429.html?src=clk>)