



RELATÓRIO- SPRINT 2

FSIAP 2022/2023



Luís Monteiro 1211250
Miguel Marques 1201078
Pedro Mesquita 1211171
Rúben Vilela 1211861
Grupo 064

Índice

Introdução	2
US406	3
US407	4
US408	7
US409	8

Introdução

No âmbito do Projeto Integrador a desenvolver, criamos uma estrutura de um armazém agrícola, dividido em 5 zonas: A, B, C, D e E, de forma a suportar diferentes temperaturas.

Neste relatório encontram-se as escolhas dos materiais, as propriedades dos tais e os cálculos de todas as resistências, cargas elétricas e potências pedidas, todas feitas de acordo com a teoria aprendida nas aulas de Física Aplicada.

US406: Energia necessária para manter zonas com as temperaturas interiores solicitadas

Nesta User Story, temos como o objetivo calcular a energia necessária nas zonas C, D e E para manter a sua temperatura ideal, por hora e sabendo que a temperatura exterior é de 15°C.

Inicialmente, calculamos o fluxo de calor Q, seguindo a seguinte expressão:

$$Q = K * A * \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

Q - Fluxo térmico (W)

K – Condutividade térmica do material [W/ (m.K)]

A – Área do material(m²)

ΔT – Variação temperatura (°C)

Δx – Distância (m)

E, resultante das USs realizadas no sprint anterior, sabemos a resistência (R) de cada zona, onde podemos simplificar o cálculo do fluxo térmico a partir da seguinte formula:

$$R = \frac{\Delta x}{K * A}$$

passando assim,

$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

NOTA: Todavia, a área utilizada é de apenas das paredes que entram diretamente em contacto com o exterior.

De seguida, obtemos a energia necessária através da seguinte equação:

$$E = Q * t$$

t – Tempo (s)

1. Zona C

$$R = \frac{1}{R_{telhadoC}} + \frac{1}{P3} + \frac{1}{P4} = 0,0409 \Omega$$

$$Q = (15 - (-10)) / 0,0409 = 611,2469 \text{ W}$$

$$Q_{parede} = Q_{CD} + Q_{CA} = (-10 - 0)/R_{P15} + (-10 - 5)/R_{P13} = -196,9057 \text{ W}$$

$$E = (611,2469 + (-196,9057)) \times 3600 = 11\,491\,630 \text{ J}$$

2. Zona D

$$R = \frac{1}{R_{telhadoD}} + \frac{1}{P5} + \frac{1}{P6} = 0,04107 \, \Omega$$

$$Q = (15 - (0)) / 0,04107 = 365,2301 \, W$$

$$Q_{parede} = Q_{CD} + Q_{DE} = (-10 - 0)/R_{P15} + (0 - 10)/R_{P12} = 191,43 \, W$$

$$E = (365,2301 - 191,43) \times 3600 = 625 \, 680 \, J$$

3. Zona E

$$R = \frac{1}{R_{telhadoD}} + \frac{1}{P7} = 0,05577 \, \Omega$$

$$Q = (15 - (10)) / 0,05577 = 89,6539 \, W$$

$$Q_{parede} = Q_{EB} + Q_{DE} + Q_{EA} = (10 - 5)/R_{P10} + (-10 - 0)/R_{P15} + (10 - 5)/R_{P14} = -79,8386 \, W$$

$$E = (89,6539 - 79,8386) \times 3600 = 35 \, 335,1 \, J$$

US407: Energia necessária para manter a estrutura com as temperaturas interiores solicitadas

Para concluir o que nos é pedido, é necessário calcular a energia total a fornecer, a toda a estrutura, para a manter às temperaturas indicadas anteriormente, para uma temperatura exterior de 20 °C e 28 °C, respetivamente.

De modo a conseguir precisamente a energia (ou potência, P) necessária para manter as temperaturas solicitadas, precisamos da resistência e o fluxo de calor, de cada parede e telhado da estrutura.

Primeiramente, começamos por retirar a resistência e os fluxos de calor de cada parede e telhado. Devido ao sprint anterior, já temos acesso às resistências, logo, só calculamos o fluxo de calor de cada parede e telhado, já incluindo as janelas e portas, calculado da seguinte forma:

$$Q = \frac{\Delta T}{R} = \frac{(T_{exterior} - T_{interior})}{R}$$

Q - Fluxo térmico (W)

ΔT – Variação temperatura (°C)

R – Resistência Térmica (m . K/W)

$R_{P1} = 0,2256$	$Q_{P1} = 22,163$
$R_{P2} = 0,0611$	$Q_{P2} = 81,833$
$R_{P3} = 0,1128$	$Q_{P3} = 265,957$
$R_{P4} = 0,1558$	$Q_{P4} = 192,554$
$R_{P5} = 0,1558$	$Q_{P5} = 128,369$
$R_{P6} = 0,1128$	$Q_{P6} = 177,305$
$R_{P7} = 0,1128$	$Q_{P7} = 88,652$
$R_{P8} = 0,2256$	$Q_{P8} = 22,163$
$R_{P9} = 0,1501$	$Q_{P9} = 33,311$
$R_{P10} = 0,1297$	$Q_{P10} = 38,550$
$R_{P11} = 0,1297$	$Q_{P11} = 0$
$R_{P12} = 0,1297$	$Q_{P12} = 77,101$
$R_{P13} = 0,1312$	$Q_{P13} = 190,548$
$R_{P14} = 0,1211$	$Q_{P14} = 41,288$
$R_{P15} = 0,1211$	$Q_{P15} = 82,576$
$R_{Telhado A} = 0,1103$	$Q_{Telhado A} = 45,330$
$R_{Telhado B} = 0,0864$	$Q_{Telhado B} = 57,870$
$R_{Telhado C} = 0,1103$	$Q_{Telhado C} = 271,985$
$R_{Telhado D} = 0,1103$	$Q_{Telhado D} = 181,323$
$R_{Telhado E} = 0,1103$	$Q_{Telhado E} = 90,661$

Invertendo as temperaturas entre as zonas

$$Q_{P10} = -38,550$$

$$Q_{P11} = 0$$

$$Q_{P12} = -77,101$$

$$Q_{P13} = -190,548$$

$$Q_{P14} = -41,288$$

$$Q_{P15} = -82,576$$

$$Q_{Zona A} = Q_{P2} + Q_{P11} + Q_{P13} + Q_{P14} + Q_{Telhado A} = -104,672$$

$$Q_{Zona B} = Q_{P1} + Q_{P8} + Q_{P9} + Q_{P10} + Q_{13} + Q_{Telhado B} = 96,057$$

$$Q_{Zona C} = Q_{P7} + Q_{P10} + Q_{P12} + Q_{P14} + Q_{Telhado C} = 1003,622$$

$$Q_{Zona D} = Q_{P5} + Q_{P6} + Q_{P12} + Q_{P15} + Q_{Telhado D} = 481,522$$

$$Q_{Zona E} = Q_{P7} + Q_{P10} + Q_{P12} + Q_{P14} + Q_{Telhado E} = 182,052$$

$$Q_{total} = 1659,481 J$$

A energia total fornecida por unidade de tempo é conseguida através da multiplicação do fluxo de calor pela variação do tempo, que no nosso caso, é por hora, logo:

$$E = Q * \Delta t$$

$$\Delta t = 60 * 60 = 3600 s$$

$$E_{total} = 5974134,687 J$$

Logo, chegamos à conclusão de que, de modo a manter a estrutura com as temperaturas anteriormente indicadas, com uma temperatura de 20 °C no exterior, é necessária uma energia de $5,974 * 10^6$ Joules por hora.

Para quando a temperatura é de 28 °C, o fluxo de energia é o seguinte:

$$Q_{P1} = 57,624$$

$$Q_{P2} = 212,766$$

$$Q_{P3} = 336,879$$

$$Q_{P4} = 243,902$$

$$Q_{P5} = 179,7176$$

$$Q_{P6} = 248,227$$

$$Q_{P7} = 159,574$$

$$Q_{P8} = 57,624$$

$$Q_{P9} = 86,608$$

$$Q_{P10} = 38,550$$

$$Q_{P11} = 0$$

$$Q_{P12} = 77,101$$

$$Q_{P13} = 190,548$$

$$Q_{P14} = 41,288$$

$$Q_{P15} = 82,576$$

$$Q_{\text{Telhado } A} = 117,860$$

$$Q_{\text{Telhado } B} = 150,463$$

$$Q_{\text{Telhado } C} = 344,515$$

$$Q_{\text{Telhado } D} = 253,853$$

$$Q_{\text{Telhado } E} = 163,191$$

$$Q_{\text{Zona } A} = 98,789$$

$$Q_{\text{Zona } B} = 313,769$$

$$Q_{\text{Zona } C} = 1198,421$$

$$Q_{\text{Zona } D} = 676,322$$

$$Q_{\text{Zona } E} = 325,503$$

$$Q_{\text{total}} = 2612,806 \text{ J}$$

$$E_{\text{total}} = 9406104,177 \text{ J}$$

Invertendo outra vez:

$$Q_{P10} = -38,550$$

$$Q_{P11} = 0$$

$$Q_{P12} = -77,101$$

$$Q_{P13} = -190,548$$

$$Q_{P14} = -41,288$$

$$Q_{P15} = -82,576$$

Logo, chegamos à conclusão de que, de modo a manter a estrutura com as temperaturas anteriormente indicadas, com uma temperatura de 28 °C no exterior, é necessária uma energia de $9,406 \cdot 10^6$ Joules por hora.

US408: Alteração dos materiais de modo a diminuir o uso de energia

Para este User Story, é-nos pedida uma alteração dos materiais das paredes partilhadas, de modo a diminuir o gasto de energia e estes funcionarem às temperaturas mais baixas. Por isto entendemos as paredes pertencentes às zonas de temperaturas mais baixas – zonas C, D e E – e foram alteradas as paredes P10, P12, P13, P14 e P15.

As mudanças efetuadas foram: o ar passa a ser espuma de poliuretano com espessura de 0.06 metros, a madeira de uma espessura de 0.10 metros e pladuro com espessura de 0.05 metros.

$$R_{P14} = R_{P15}$$

$$\frac{1}{R_{P15}} = \frac{1}{R_{porta}} + \frac{1}{R_{parede}}$$

$$R_{P14} = 0,333$$

$$R_{parede} = R_{madeira} + R_{espuma} + R_{pladuro}$$

$$R_{parede} = 0,305$$

$$R_{P15} = 0,159$$

$$R_{P10} = R_{P12} = 0,159$$

$$\frac{1}{R_{P13}} = \frac{1}{R_{porta}} + \frac{1}{R_{parede}}$$

$$R_{porta} = 0,333$$

$$R_{parede} = 0,345$$

$$R_{P13} = 0,170$$

Da mesma maneira, calculamos agora o fluxo de calor para a estrutura total:

$$Q_{Zona A} = Q_{P2} + Q_{P11} + Q_{P13} + Q_{P14} + Q_{Telhado A} = -51,673$$

$$Q_{Zona B} = Q_{P1} + Q_{P8} + Q_{P9} + Q_{P10} + Q_{P13} + Q_{Telhado B} = 111,362$$

$$Q_{Zona C} = Q_{P7} + Q_{P10} + Q_{P12} + Q_{P14} + Q_{Telhado C} = 940,729$$

$$Q_{Zona D} = Q_{P5} + Q_{P6} + Q_{P12} + Q_{P15} + Q_{Telhado D} = 472,499$$

$$Q_{Zona E} = Q_{P7} + Q_{P10} + Q_{P12} + Q_{P14} + Q_{Telhado E} = 186,563$$

$$Q_{total} = 1659,481 J$$

$$E_{total} = 5974134,687 J$$

US409: Potência necessária para o arrefecimento da estrutura total

A potência é calculada com a seguinte fórmula:

A potência é calculada com a seguinte fórmula:

$$P = \frac{E}{\Delta t}$$

Começamos por determinar a potência necessária para arrefecer cada uma das zonas considerando a estrutura usada nos cálculos da US407.

Para quando a temperatura exterior é 20 graus:

$$P_{Zona A} = -104,672$$

$$P_{Zona B} = 96,957$$

$$P_{Zona\ C} = 1003,622$$

$$P_{Zona D} = 481,522$$

$$P_{Zona E} = 182,052$$

$$P_{Total} = 1659,481 W$$

Para quando a temperatura exterior é 28 graus:

$$P_{Zona A} = 98,789$$

$$P_{Zona B} = 313,769$$

$$P_{Zona C} = 1198,421$$

$$P_{Zona D} = 676,322$$

$$P_{Zona E} = 325,503$$

$$P_{Total} = 2612,806 W$$

E depois calculamos considerando a estrutura usada nos cálculos da US408:

$$P_{Zona A} = -51,673$$

$$P_{Zona B} = 111,362$$

$$P_{Zona C} = 940,729$$

$$P_{Zona D} = 472,499$$

$$P_{Zona E} = 325,503$$

$$P_{Total} = 2612,806 W$$

Por fim, é-nos pedido para otimizar o número de sistemas de arrefecimento para a estrutura total e, considerando a nossa estrutura, consideramos 2 sistemas de refrigeração, 1 na zona C e um na zona D como a maneira mais otimizada de arrefecer a estrutura já que estas são as zonas que necessitam de mais energia.

Invertendo as temperaturas entre as zonas

$$Q_{P10} = -38,550$$

$$Q_{P11} = 0$$

$$Q_{P12} = -77,101$$

$$Q_{P13} = -190,548$$

$$Q_{P14} = -41,288$$

$$Q_{P15} = -82,576$$

Invertendo outra vez:

$$Q_{P10} = -38,550$$

$$Q_{P11} = 0$$

$$Q_{P12} = -77,101$$

$$Q_{P13} = -190,548$$

$$Q_{P14} = -41,288$$

$$Q_{P15} = -82,576$$