

ISEP

Relatório FSIAP Projeto Integrador

Física Aplicada

Gonçalo Coutinho – 1221692

Pedro Teixeira – 1211184

João Fernandes – 1211682

David Mendonça – 1211572

Afonso Machado – 1190326

P.PORTO

isep

Instituto Superior de
Engenharia do Porto

Índice

Conteúdo

<u>Índice</u>	<u>2</u>
<u>Introdução</u>	<u>3</u>
<u>Energia necessária para manter zonas com as temperaturas pretendidas [US406]</u>	<u>Err</u>
<u>o! Marcador não definido.</u>	
<u>Energia total a fornecer a toda a estrutura (US407)</u>	<u>Err</u>
<u>o! Marcador não definido.</u>	
<u>Alterações nas paredes (US408)</u>	<u>18</u>
<u>Potência do sistema necessário para o arrefecimento (US409)</u>	<u>25</u>
<u>Conclusão</u>	<u>29</u>
<u>Referências</u>	<u>29</u>

Introdução

Este relatório tem como propósito servir de apoio à avaliação do trabalho desenvolvido durante o Sprint 2 do Projeto Integrador do primeiro semestre do 2ºano da licenciatura em Engenharia Informática relativamente à componente de Física Aplicada.

Para este Sprint 2 tivemos de assumir a estrutura e os dados realizados do Sprint 1 para as tarefas deste novo Sprint. Depois de termos criado a estrutura com os materiais mais favoráveis para os desafios que nos tinham sido pedidos, esta segunda parte foi a continuação da aplicação prática do que estudamos na unidade curricular de física.

Neste projeto tivemos de trabalhar com o cálculo da energia e da potência para aplicarmos todo o nosso conhecimento, na estrutura construída anteriormente, e escolhemos ainda os melhores materiais para otimizar as paredes e não ser necessário utilizar tanta energia.

Energia necessária para manter zonas com as temperaturas pretendidas [US406]

Pretendemos calcular a energia necessária para manter as zonas interiores do armazém com as temperaturas solicitadas. A temperatura do espaço exterior ronda os 15°C.

Para conseguir calcular a energia, temos de começar pelo cálculo do *fluxo térmico* Q .

A fórmula mais convencional para o cálculo do fluxo térmico é a seguinte:

$$Q_{\text{cd}} = kA \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

No entanto, como o cálculo da resistência térmica para cada uma das paredes já foi calculada, é do nosso interesse simplificar a fórmula da *resistência*:

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

Reduzimos assim a fórmula do fluxo térmico a:

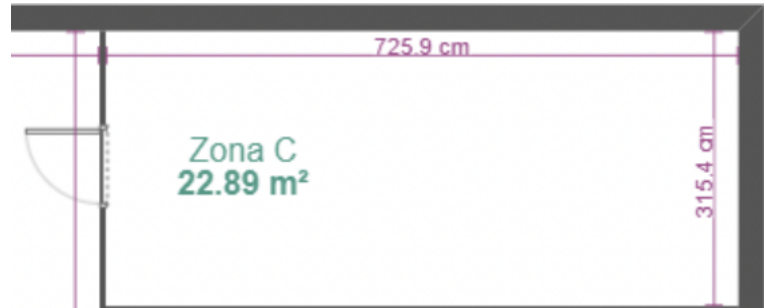
$$Q = \frac{\Delta T}{R}$$

Finalmente, para se fazer o cálculo da *energia*, usamos a seguinte fórmula:

$$E = Q \times t$$

Vamos agora fazer o cálculo da Energia para as zonas A, B, C, D e E.

Zona C



- **Resistências**

Para calcular a resistência, somamos a resistência do telhado com as respetivas paredes com contacto com zonas exteriores da zona pretendida.

$$R_{paredeContactoZonaD} = 3,15 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeContactoExteriorCima} = 4,6 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,06 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredeInteriorPorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

- **Fluxo térmico**

Como temos 15°C de temperatura exterior, e pretendemos manter a temperatura de -10°C no interior da zona, então a diferença de temperatura é de 25°C e dividimos pela resistência calculada anteriormente.

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

$$Q_{paredeContactoExteriorCima} = \frac{15 - (-10)}{4,6 \cdot 10^{-2}} = 543,478 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{0 - (-10)}{3,15 \cdot 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoExteriorLado} = \frac{15 - (-10)}{1,06 \cdot 10^{-1}} = 235,849 \text{ W}$$

$$Q_{paredePortaContactoZonaA} = \frac{10 - (-10)}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 26809,651 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaC} = 543,478 + 317,460 + 235,849 + 26809,651$$

$$Q_{totalZonaC} = 27906,438 \text{ W}$$

- **Energia**

Tal como é pretendido no enunciado, temos de calcular a energia necessária a fornecer por hora de funcionamento, portanto temos de multiplicar o fluxo térmico por 3600s (1 hora).

$$E = Q \times 3600$$

$$E = 27906,438 \times 3600 = 1 \times 10^8 \text{ J}$$

Zona D



Resistências

Para calcular a resistência, somamos a resistência do telhado com as respetivas paredes com contacto com zonas exteriores da zona pretendida.

$$R_{\text{paredeInternaContactoZonaC}} = 1,57 \times 10^{-2}$$

$$R_{\text{paredeInternaContactoZonaE}} = 1,57 \times 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 * 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 * 10^{-4}$$

- **Fluxo térmico**

Como temos 15°C de temperatura exterior, e pretendemos manter a temperatura de -10°C no interior da zona, então a diferença de temperatura é de 25°C e dividimos pela resistência calculada anteriormente.

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

$$Q_{paredeContactoZonaC} = \frac{0 - (-10)}{1,57 * 10^{-2}} = 636,942 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaE} = \frac{10 - 0}{1,57 * 10^{-2}} = 636,942 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoExteriorLado} = \frac{15 - 0}{1,09 * 10^{-1}} = 137,614 \text{ W}$$

$$Q_{paredePortaContactoZonaA} = \frac{10 - 0}{7,46 * 10^{-4}} = 13404,825 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaD} = 636,942 + 636,942 + 137,614 + 13404,825$$

$$Q_{totalZonaD} = 14816,324 \text{ W}$$

- **Energia**

Tal como é pretendido no enunciado, temos de calcular a energia necessária a fornecer por hora de funcionamento, portanto temos de multiplicar o fluxo térmico por 3600s (1 hora).

$$E = Q \times 3600$$

$$E = 14816,324 * 3600 = 5,33 * 10^7 \text{ J}$$

Zona E



- **Resistências**

Para calcular a resistência, somamos a resistência do telhado com as respetivas paredes com contacto com zonas exteriores da zona pretendida.

$$R_{paredeInternaContactoZonaD} = 3,15 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorBaixo} = 4,6 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

- **Fluxo térmico**

Como temos 15°C de temperatura exterior, e pretendemos manter a temperatura de -10°C no interior da zona, então a diferença de temperatura é de 25°C e dividimos pela resistência calculada anteriormente.

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

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{10 - 0}{3,15 \cdot 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{10 - 10}{1,57 \cdot 10^{-2}} = 0 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoExteriorLado} = \frac{15 - 10}{1,09 \cdot 10^{-1}} = 45,872 \text{ W}$$

$$Q_{paredeExteriorBaixo} = \frac{15 - 10}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 6702,413 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaE} = 317,460 + 0 + 45,872 + 6702,413$$

$$Q_{totalZonaE} = 7065,745 \text{ W}$$

- **Energia**

Tal como é pretendido no enunciado, temos de calcular a energia necessária a fornecer por hora de funcionamento, portanto temos de multiplicar o fluxo térmico por 3600s (1 hora).

$$E = Q \times 3600$$

$$E = 7065,745 \times 3600 = 2,54 \times 10^7$$

Energia total a fornecer a toda a estrutura (US407)

Sendo que as Zonas A e B estão a menos 5°C do que a temperatura da parte exterior do armazém, para os primeiros cálculos consideramos 15°C (20°C-5°C) e posteriormente 23°C.

- Temperatura Exterior de 20°C

Zona A

$$R_{paredeContactoZonaB} = 2,43 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeContactoZonaC} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeContactoZonaD} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeContactoZonaE} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeCimaJanela} = 5,53 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredePortãoGaragem} = 1,23 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaC} = \frac{15 - (-10)}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 33512,064 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{15 - 0}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 20107,239 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaE} = \frac{15 - 10}{7,46 \cdot 10^{-2}} = 67,024 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeContactoCimaJanela} = \frac{20 - 15}{7,46 \cdot 10^{-2}} = 67,024 \text{ W}$$

$$E = 94403,758 \cdot 3600 = 3,40 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$Q_{paredePortãoGaragem} = \frac{20 - 15}{1,23 \cdot 10^{-4}} = 40650,407 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $3,40 \cdot 10^8 \text{ J}$.

$$Q_{paredeContactoZonaB} = \frac{15-15}{7,46*10^{-2}} = 0 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaA} = 33512,06 + 20107,239 + 67,024 + 67,024 + 40650,407 + 0$$

$$Q_{totalZonaA} = 94403,758 \text{ W}$$

Zona B

$$R_{paredeContactoZonaA} = 2,43 * 10^{-2}$$

$$R_{paredePorta} = 3,31 * 10^{-4}$$

$$R_{paredeExteriorBaixo} = 6,68 * 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorCimaJanela} = 7,96 * 10^{-3}$$

$$Q_{paredeContactoZonaA} = \frac{15-15}{2,43*10^{-2}} = 0 \text{ W}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{20-15}{3,31*10^{-4}} = 15105,740 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorBaixo} = \frac{20-15}{6,68*10^{-2}} = 74,850 \text{ W}$$

$$E = 15808,730 * 3600 = 5,69 * 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{paredeExteriorCimaJanela} = \frac{20-15}{7,96*10^{-3}} = 628,140 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaB} = 15105,740 + 74,850 + 628,140$$

$$Q_{totalZonaB} = 15808,730 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $5,69 * 10^7 \text{ J}$.

Zona C

$$R_{paredeContactoZonaD} = 3,15 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeContactoExteriorCima} = 4,6 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,06 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredeInteriorPorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{0 - (-10)}{3,15 \cdot 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoExteriorCima} = \frac{20 - (-10)}{4,6 \cdot 10^{-2}} = 652,174 \text{ W} \quad E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{20 - (-10)}{1,06 \cdot 10^{-1}} = 283,019 \text{ W} \quad E = 34764,717 \cdot 3600 = 1,25 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$Q_{paredeInteriorPorta} = \frac{15 - (-10)}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 33512,064 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaC} = 317,460 + 652,174 + 283,019 + 33512,064$$

$$Q_{totalZonaC} = 34764,717 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $1,25 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Zona D

$$R_{paredeInternaContactoZonaC} = 1,57 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeInternaContactoZonaE} = 1,57 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaC} = \frac{0 - (-10)}{1,57 * 10^{-2}} = 636,943 \text{ W}$$

$$Q_{paredeInternaContactoZonaE} = \frac{10 - 0}{1,57 * 10^{-2}} = 636,943 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{20 - 0}{1,09 * 10^{-1}} = 183,486 \text{ W}$$

$$E = 21563,610 * 3600 = 7,76 * 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{15 - 0}{7,46 * 10^{-4}} = 20107,239 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaD} = 636,943 + 636,943 + 183,486 + 20107,239$$

$$Q_{totalZonaD} = 21564,611 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $7,76 * 10^7 \text{ J}$.

Zona E

$$R_{paredeInternaContactoZonaD} = 3,15 * 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorBaixo} = 4,6 * 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 * 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 * 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{10 - 0}{3,15 * 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorBaixo} = \frac{20 - 10}{4,6 * 10^{-2}} = 217,391 \text{ W}$$

$$E = 7329,007 * 3600 = 2,64 * 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{20 - 10}{1,09 * 10^{-1}} = 91,743 \text{ W}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{15 - 10}{7,46 * 10^{-4}} = 6702,413 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaE} = 317,460 + 217,391 + 91,743 + 6702,413$$

$$Q_{totalZonaE} = 7329,007 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $2,64 \cdot 10^7 \text{ J}$.

- Temperatura Exterior de 28°C

Zona A

$$R_{paredeContactoZonaB} = 2,43 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeContactoZonaC} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeContactoZonaD} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeContactoZonaE} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$R_{paredeCimaJanela} = 5,53 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredePortãoGaragem} = 1,23 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaC} = \frac{23 - (-10)}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 44235,925 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{23 - 0}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 30831,099 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaE} = \frac{23 - 10}{7,46 \cdot 10^{-2}} = 174,263 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$E = 115982,110 \cdot 3600 = 4,18 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$Q_{paredeContactoCimaJanela} = \frac{28-23}{5,53*10^{-2}} = 90,416 \text{ W}$$

$$Q_{paredePortãoGaragem} = \frac{28-23}{1,23*10^{-4}} = 40650,407 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoZonaB} = \frac{23-23}{2,43*10^{-2}} = 0 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaA} = 44235,925 + 30831,099 + 174,263 + 90,416 + 40650,407 + 0$$

$$Q_{totalZonaA} = 115982,110 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $4,18 * 10^8 \text{ J}$.

Zona B

$$R_{paredeContactoZonaA} = 2,43 * 10^{-2}$$

$$R_{paredePorta} = 3,31 * 10^{-4}$$

$$R_{paredeExteriorBaixo} = 6,68 * 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorCimaJanela} = 7,96 * 10^{-3}$$

$$Q_{paredeContactoZonaA} = \frac{23-23}{2,43*10^{-2}} = 0 \text{ W}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{28-23}{3,31*10^{-4}} = 15105,740 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorBaixo} = \frac{28-23}{6,68*10^{-2}} = 74,850 \text{ W}$$

$$E = 15808,730 * 3600 = 5,69 * 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{paredeExteriorCimaJanela} = \frac{28-23}{7,96*10^{-3}} = 628,141 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaB} = 15105,740 + 74,850 + 628,141$$

$$Q_{totalZonaB} = 15808,730 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $5,69 * 10^7 \text{ J}$.

Zona C

$$R_{paredeContactoZonaD} = 3,15 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeContactoExteriorCima} = 4,6 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,06 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredeInteriorPorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{0 - (-10)}{3,15 \cdot 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$Q_{paredeContactoExteriorCima} = \frac{28 - (-10)}{4,6 \cdot 10^{-2}} = 826,087 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{28 - (-10)}{1,06 \cdot 10^{-1}} = 358,490 \text{ W}$$

$$E = 45737,962 \cdot 3600 = 1,65 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$Q_{paredeInteriorPorta} = \frac{23 - (-10)}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 44235,925 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaC} = 317,460 + 826,087 + 358,490 + 44235,925$$

$$Q_{totalZonaC} = 45737,962 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $1,65 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Zona D

$$R_{paredeInternaContactoZonaC} = 1,57 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeInternaContactoZonaE} = 1,57 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaC} = \frac{0 - (-10)}{2,43 \cdot 10^{-2}} = 411,523 \text{ W}$$

$$Q_{paredeInternaContactoZonaE} = \frac{10 - 0}{3,31 \cdot 10^{-4}} = 30211,480 \text{ W}$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{28 - 0}{6,68 \cdot 10^{-2}} = 419,162 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{23 - 0}{7,96 \cdot 10^{-3}} = 2889,447 \text{ W}$$

$$E = 33931.612 \cdot 3600 = 1,22 \cdot 10^8 \text{ J}$$

$$Q_{totalZonaD} = 411,523 + 30211,480 + 419,162 + 2889,447$$

$$Q_{totalZonaD} = 33931.612$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $1,22 \cdot 10^8 \text{ J}$.

Zona E

$$R_{paredeInternaContactoZonaD} = 3,15 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorBaixo} = 4,6 \cdot 10^{-2}$$

$$R_{paredeExteriorLado} = 1,09 \cdot 10^{-1}$$

$$R_{paredePorta} = 7,46 \cdot 10^{-4}$$

$$Q_{paredeContactoZonaD} = \frac{10 - 0}{3,15 \cdot 10^{-2}} = 317,460 \text{ W}$$

$$Q_{paredeExteriorBaixo} = \frac{28 - 10}{4,6 \cdot 10^{-2}} = 173,913 \text{ W}$$

$$E = qt$$

$$Q_{paredeExteriorLado} = \frac{28 - 10}{1,09 \cdot 10^{-1}} = 73,394 \text{ W}$$

$$E = 17991,040 \cdot 3600 = 6,48 \cdot 10^7 \text{ J}$$

$$Q_{paredePorta} = \frac{23 - 10}{7,46 \cdot 10^{-4}} = 17426,273 \text{ W}$$

$$Q_{totalZonaE} = 317,460 + 173,913 + 73,394 + 17426,273$$

$$Q_{totalZonaE} = 17991,040 \text{ W}$$

R.: É necessária, por hora, uma energia de $6,48 \cdot 10^7 \text{ J}$.

Alterações nas paredes (US408)

Para que não seja necessário fornecer tanta energia às paredes para que estas mantenham a temperatura interior foram feitas algumas alterações. Estas passam por aumentar a espessura das paredes em questão.

Como vimos anteriormente, a parede C foi construída à base de poliuretano e a sua espessura passa a ser 6cm.

A parede D, contruída na base de cortiça passa a ter 6 cm de espessura.

Por sua vez a parede E foi construída com base no tijolo e a sua espessura tem também 6 cm de espessura.

Na primeira instancia foram levantados os materiais e as suas respetivas características por zona e foi feito o cálculo da resistência. De seguida foi calculado o seu novo fluxo térmico e consequentemente a energia necessária para manter os espaços na temperatura desejada:

Parede C (Poliuretano):Zona C D:

L-Espessura: 6cm;

A-Área: 7.259x5;

K-Conductividade térmica: 0.0285

Resistência=?

$$R_t = \left\{ \frac{L_p}{K_p} \right\} \times \frac{1}{A}$$

$$\Leftrightarrow R_t = \left\{ \frac{0.06}{0.0285} \right\} \times \frac{1}{7.259 \times 5}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 5.8 \times 10^{-2}$$

Fluxo térmico(20°):

$$Q = \frac{20 - (-10)}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{30}{1.45}$$

Energia:

$$E = \frac{30}{1.45} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 7.4 \times 10^4$$

Zona C A:

L-Espessura: 6cm;
 A-Área: 3.154x5-área da porta;
 K-Conductividade térmica: 0.0285

Resistencia da parede=?

$$R_p = \left\{ \frac{L_p}{K_p} \right\} \times \frac{1}{A - A_{porta}}$$

$$\Leftrightarrow R_p = \left\{ \frac{0.06}{0.0285} \right\} \times \frac{1}{(3.154 \times 5) - (0.93 \times 2.10)}$$

$$\Leftrightarrow R_p = 2.105 \times 0.0564$$

$$\Leftrightarrow R_p = 0.1187$$

$$\Leftrightarrow R_p = 1.187 \times 10^{-1}$$

$$R_t = R_{parede} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 1.187 \times 10^{-1} + 7.53 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 1.19 \times 10^{-1}$$

Fluxo térmico(20º):

$$Q = \frac{20 - (-10)}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{30}{1.19 \times 10^{-1}}$$

Energia:

$$E = \frac{30}{1.19 \times 10^{-1}} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 2.52 \times 10^2$$

Parede D (Cortiça):

L-Espessura: 6cm;
 A-Área: 3.053x5;
 K-Conductividade térmica: 0.0045

Resistência da parede=?

$$R_p = \left\{ \frac{L_c}{K_c} \right\} \times \frac{1}{A - A_{porta}}$$

$$\Leftrightarrow R_p = \left\{ \frac{0.06}{0.0045} \right\} \times \frac{1}{1.953}$$

$$\Leftrightarrow R_p = 6,827$$

$$R_t = R_{parede} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 6,827 + 7.53 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 6,828$$

Fluxo térmico(Q^0):

$$Q = \frac{20 - 0}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{20}{1.002}$$

Energia:

$$E = \frac{20}{1.002} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 7.18 \times 10^4$$

Parede E (Tijolo):

Zona E D:

L-Espessura: 6cm;

A-Área: 7.259x5;

K-Conductividade térmica: 0.6

Resistencia=?

$$R_t = \left\{ \frac{L_t}{K_t} \right\} \times \frac{1}{A}$$

$$\Leftrightarrow R_t = \left\{ \frac{0.06}{0.6} \right\} \times \frac{1}{7.259 \times 5}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 0.1 \times 0.6888$$

$$\Leftrightarrow R_t = 0.06888$$

$$\Leftrightarrow R_t = 6.88 \times 10^{-2}$$

Fluxo térmico(10º):

$$Q = \frac{20 - 10}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{10}{6.88 \times 10^{-2}}$$

Energia:

$$E = \frac{10}{6.88 \times 10^{-2}} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 5.2325 \times 10^5$$

Zona E A:

L-Espessura: 6cm;
 A-Área: 3.053x5;
 K-Conductividade térmica: 0.9

Resistencia da parede=?

$$R_p = \left\{ \frac{L}{K} \right\} \times \frac{1}{A - A_{porta}}$$

$$\Leftrightarrow R_p = \left\{ \frac{0.06}{0.9} \right\} \times \frac{1}{(3.053 \times 5) - (0.93 \times 2.10)}$$

$$\Leftrightarrow R_p = 0.066 \times 0.0751$$

$$\Leftrightarrow R_p = 0.00500$$

$$\Leftrightarrow R_p = 5 \times 10^{-3}$$

$$R_t = R_{parede} + R_{porta}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 5 \times 10^{-3} + 7.53 \times 10^{-4}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 5.75 \times 10^{-3}$$

Fluxo térmico(10º):

$$Q = \frac{20 - 10}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{10}{5.75 \times 10^{-3}}$$

Energia:

$$E = \frac{10}{5.75 \times 10^{-3}} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 6.2 \times 10^6$$

Parede A

Zona A B:

L-Espessura: 35cm;

A-Área: 9,4x5;

K-Conductividade térmica: $0.6+0.035+0.23=0.865$

Resistencia da parede=?

$$R_t = \left\{ \frac{L_p}{K_p} \right\} \times \frac{1}{A}$$

$$\Leftrightarrow R_t = \left\{ \frac{0.35}{0.865} \right\} \times \frac{1}{9.4 \times 5}$$

$$\Leftrightarrow R_t = 0.347 \times 0.021$$

$$\Leftrightarrow R_t = 0.008$$

$$\Leftrightarrow R_t = 8 \times 10^{-3}$$

Fluxo térmico(10º):

$$Q = \frac{20-10}{R}$$

$$\Leftrightarrow Q = \frac{10}{8 \times 10^{-3}}$$

Energia:

$$E = \frac{10}{8 \times 10^{-2}} \times 3600$$

$$\Leftrightarrow E = 4.5 \times 10^6$$

Potência do sistema necessário para o arrefecimento (US409)

Primeiramente vamos calcular a potência necessária para arrefecer cada uma das zonas onde iremos ter como base os cálculos do ponto 7 e as temperaturas exteriores da US407.

Na Zona C é nos indicado que a temperatura interior é -10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20+10}{1,85 \times 10^{-1}} = 162 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28+10}{1,85 \times 10^{-1}} = 205 \text{ W}$$

Na Zona D é nos indicado que a temperatura interior é 0° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-0}{1,26 \times 10^{-1}} = 159 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-0}{1,26 \times 10^{-1}} = 222 \text{ W}$$

Na Zona E é nos indicado que a temperatura interior é 10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-10}{1,88 \times 10^{-1}} = 53 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-10}{1,88 \times 10^{-1}} = 95 \text{ W}$$

Na Zona A é nos indicado que a temperatura interior é 10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-10}{3,48 \times 10^{-4}} = 28.735 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-10}{3,48 \times 10^{-4}} = 51.724 \text{ W}$$

Por fim para na Zona B é nos indicado que a temperatura interior é 15° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-15}{9,96 \times 10^{-4}} = 5.020 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-15}{9,96 \times 10^{-4}} = 13.052 \text{ W}$$

Depois foi pedido para calcular a potência necessária para arrefecer cada uma das zonas onde iremos ter agora como base os cálculos do ponto 8 e as temperaturas exteriores da US408.

Por isso a primeira coisa que fizemos foi voltar a calcular a resistência de cada uma das zonas com base nas novas resistências calculadas na US408.

No fim desse cálculo tivemos as seguintes resistências por zona

Zona C --> $3,28 \times 10^{-1}$

Zona D --> 7,071

Zona E --> $2,3 \times 10^{-1}$

Zona A --> $1,85 \times 10^{-2}$

Zona B --> $8,33 \times 10^{-2}$

Na Zona C é nos indicado que a temperatura interior é -10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20+10}{3,28 \times 10^{-1}} = 91 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28+10}{3,28 \times 10^{-1}} = 116 \text{ W}$$

Na Zona D é nos indicado que a temperatura interior é 0° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-0}{7,071} = 2 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-0}{7,071} = 4 \text{ W}$$

Na Zona E é nos indicado que a temperatura interior é 10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-10}{2,3*10^{-1}} = 44 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-10}{2,3*10^{-1}} = 78 \text{ W}$$

Na Zona A é nos indicado que a temperatura interior é 10° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-10}{1,85*10^{-2}} = 541 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-10}{1,85*10^{-2}} = 973 \text{ W}$$

Por fim para na Zona B é nos indicado que a temperatura interior é 15° c e na US407 as temperaturas exteriores são 20° c e 28° c, e assim chegamos ao resultado da potência.

Para 20° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{20-15}{8,33*10^{-2}} = 60 \text{ W}$$

Para 28° c

$$\text{Potência} = \frac{\Delta \text{Temperatura}}{R} = \frac{28-15}{8,33*10^{-2}} = 156 \text{ W}$$

Por fim para otimizar o número de sistema de arrefecimento para a estrutura total, o mais indicado a usar são um ar condicionado central para as zonas de maior área, no caso a zona A e zona B, este sistema usa um condensador externo e um evaporador interno para resfriar o ar e distribuí-lo por toda a estrutura.

Já para as restantes zonas como são de dimensões mais pequenas o ideal são ventiladores de teto porque são compactas e bastante versáteis pois podem ser facilmente instalados no teto e o ar movimentado em toda a sua estrutura, no caso da Zona C, D e E.

Conclusão

Podemos concluir que este trabalho foi bem-sucedido em atingir o seu principal objetivo, que era apresentar as energias e potências encontradas em determinados pontos e as considerações e cálculos que levaram às escolhas dos materiais utilizados.

Além disso, a realização deste trabalho permitiu-nos que colocássemos em prática os conhecimentos adquiridos na unidade curricular de física aplicada e tivéssemos uma melhor compreensão de como a energia e a potência funcionam em casos práticos.

Referências

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

<https://www.leroymerlin.pt/pt/ideias-e-projetos/planificacao-projetos/planificador-3d-kazaplan/kazaplan>

<https://www.edp.pt/particulares/content-hub/paredes-qual-o-melhor-isolamento-termico/>

<https://www.deco.proteste.pt/casa-energia/aquecimento/dicas/isolamento-termico-pros-contras-10-materiais>

<https://eurofoam.pt/pt/eurisol-xps-ch.php>