

Relatório - Sprint 1

Resistência e Energia - Térmica

FISIAP/LAPR3 – Lic. Eng. Informática

Realizado por:

Délcio Monjane – 1211739

Inês Costa – 1210814

José Barbosa – 1211359

Rodrigo Peireso – 1211345

Joana Perpétuo - 1211148

Docentes:

Carlos Augusto Ramos CAR

Alberto Pereira ABP

Índice

A - Determinação da resistência térmica de uma estrutura:.....	4
Estrutura – Croqui, Esquemas e Medidas.....	4
Planta da estrutura:	4
Corte transversal:	5
Porta A:	5
Porta B:	6
Materiais utilizados na estrutura	7
Constituição das paredes:	7
Constituição interna das janelas:	9
Constituição interna do telhado:	10
Constituição interna das portas interiores e porta B:	11
Constituição interna da porta A:	12
Determinação de Resistências térmicas:	13
Resistência térmica de janelas e portas:	13
Resistência térmica da zona C e D:	17
Porção da parede BC e BD:	17
Porção da parede ExteriorC:	18
Porção da parede CA e DA:	19
A resistência da parede em paralelo com a da porta:	19
Porção do telhado:	20
Resistência térmica da zona E:.....	21
Porção da parede BCDE:	21
Porção da parede ACDE:	22
Porção da parede ExteriorABE:.....	23
Parede ED e DC :.....	24
Porção do telhado:	25
Resistência total da Zona E:.....	25
Resistência térmica da estrutura grande:.....	26
Telhado:	26
Parede ExteriorB:.....	27
Parede ExteriorABE:	28
Parede ExteriorABC:	29
Parede ExteriorA:	30
Resistência total da estrutura grande:	30
Bibliografia	31

Índice de imagens

Figura 1 - Croqui do Armazém Agrícola	4
Figura 2 - Corte transversal da estrutura	5
Figura 3 - Janela	5
Figura 4 - Porta A	5
Figura 5 - Porta B	6
Figura 6 - Porta interior.....	6
Figura 7 – Constituição interna das paredes internas.....	7
Figura 8 – Constituição interna das paredes externas	8
Figura 9 - Secção de uma janela.....	9
Figura 10 – Constituição interna do telhado	10
Figura 11 - Constituição interna das portas interiores e porta B	11
Figura 12 - Constituição interna da porta A	12

A - Determinação da resistência térmica de uma estrutura:

Estrutura – Croqui, Esquemas e Medidas

Planta da estrutura:

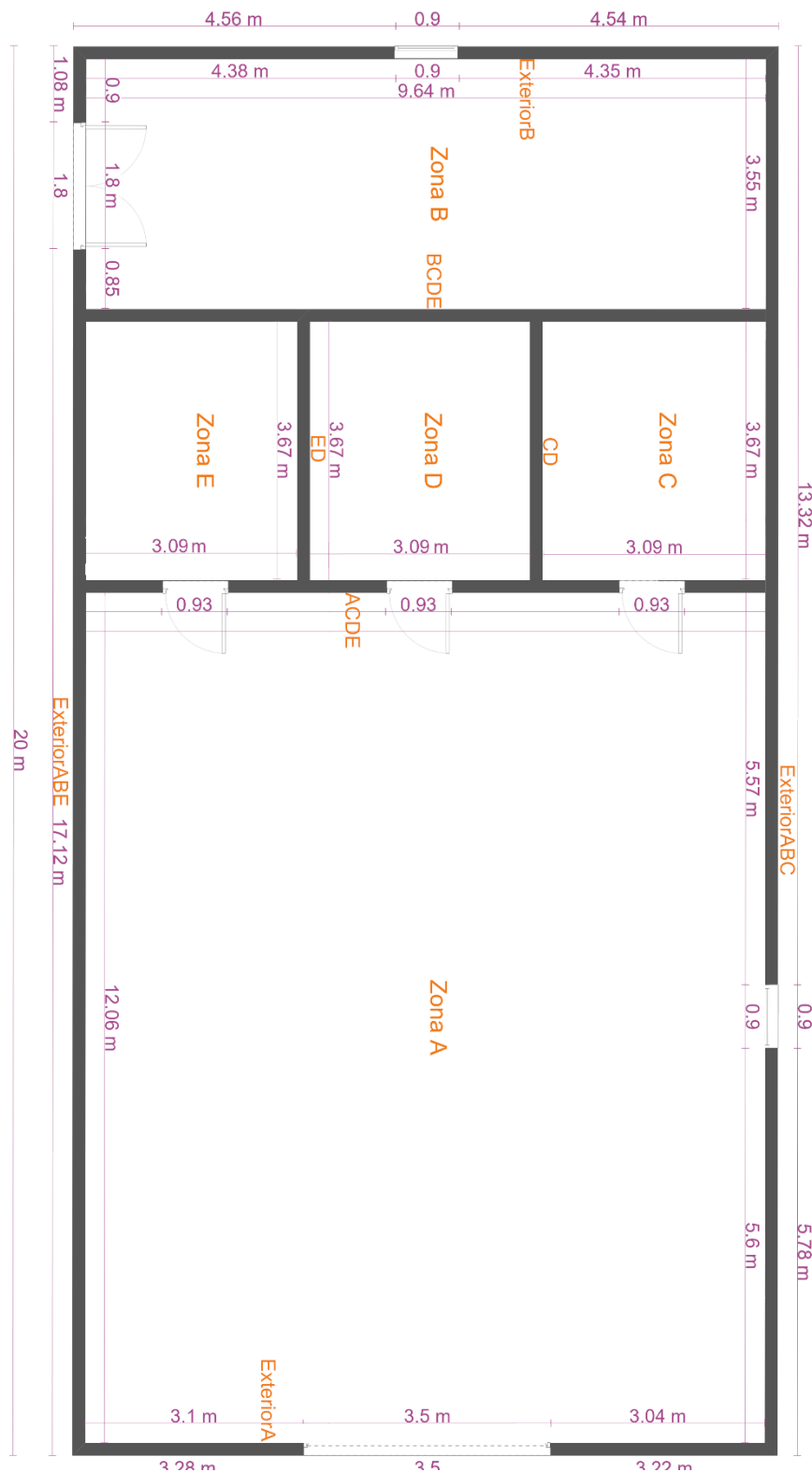


Figura 1 - Croqui do Armazém Agrícola

Corte transversal:

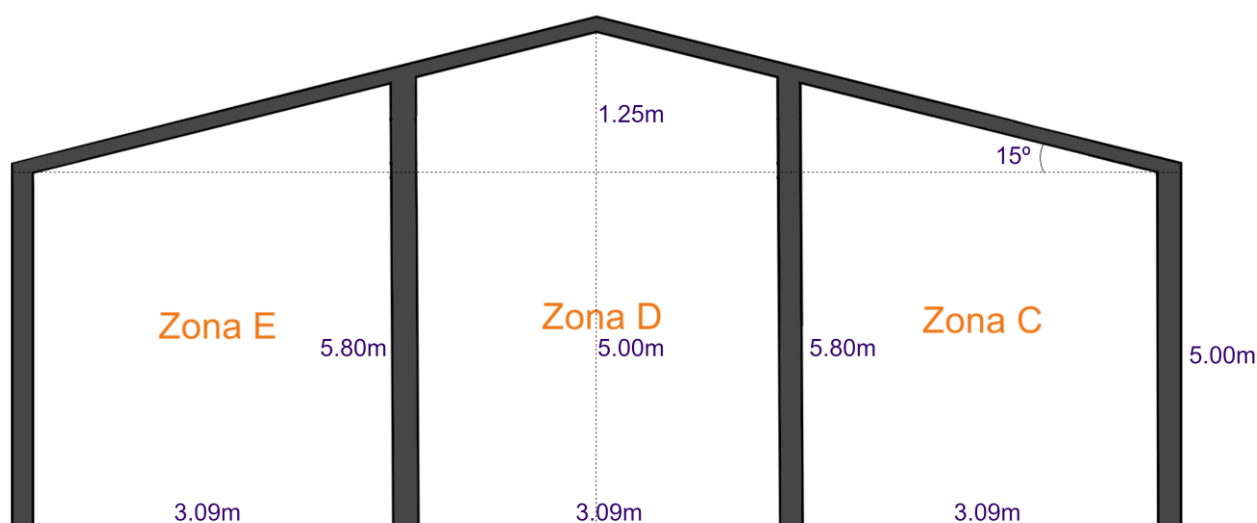


Figura 2 - Corte transversal da estrutura

Janelas:

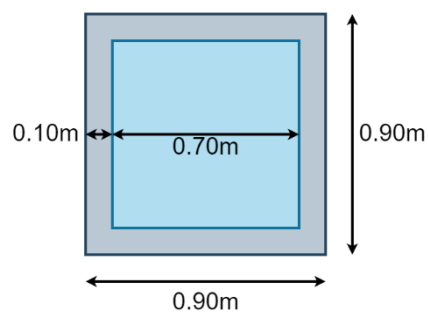


Figura 3 - Janela

Porta A:

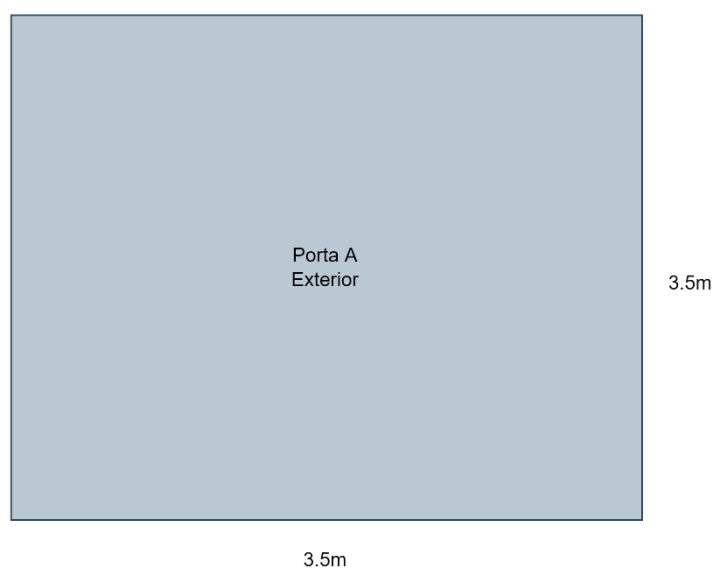


Figura 4 - Porta A

Porta B:

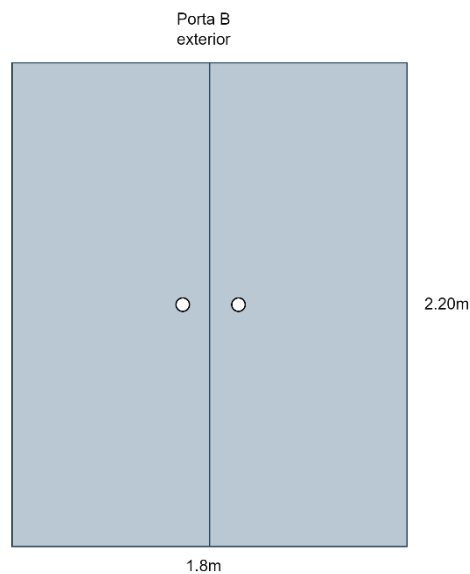


Figura 5 - Porta B

Portas Interiores:

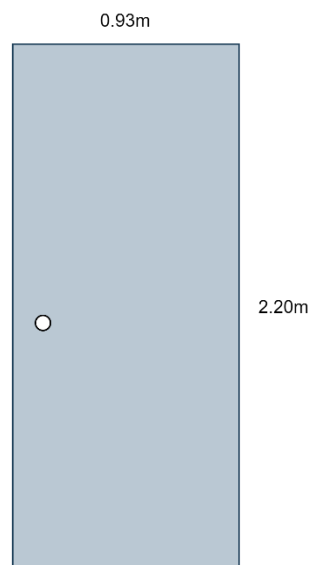


Figura 6 - Porta interior

Materiais utilizados na estrutura

Constituição das paredes:

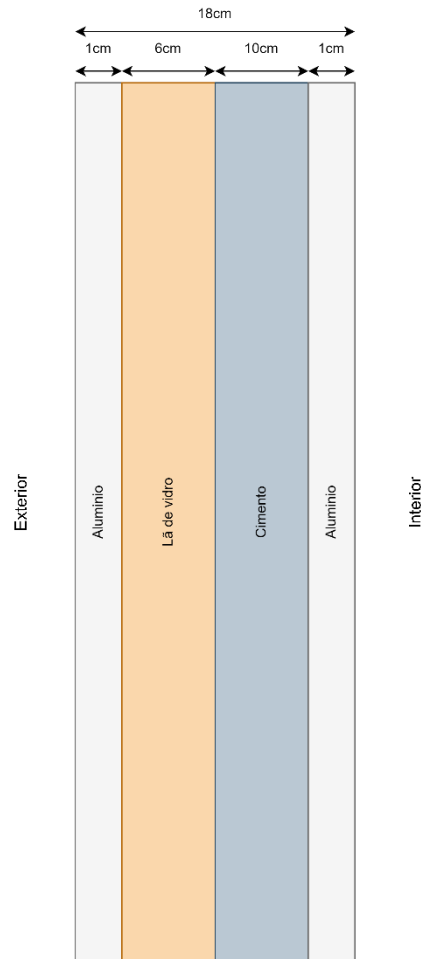


Figura 7 – Constituição interna das paredes internas

Condutividade térmica dos materiais:

Alumínio – 204.00 W/(m.K) (Protolab - Tabela de Condutividade Térmica de Materiais de Construção, n.d.)

Lã de vidro – 0.04 W/(m.K) (Lã de Vidro - Deformac, n.d.)

Cimento – 2.25 W/(m.K) (Effect of Surrogate Aggregates on the Thermal Conductivity of Concrete at Ambient and Elevated Temperatures - PMC, n.d.)

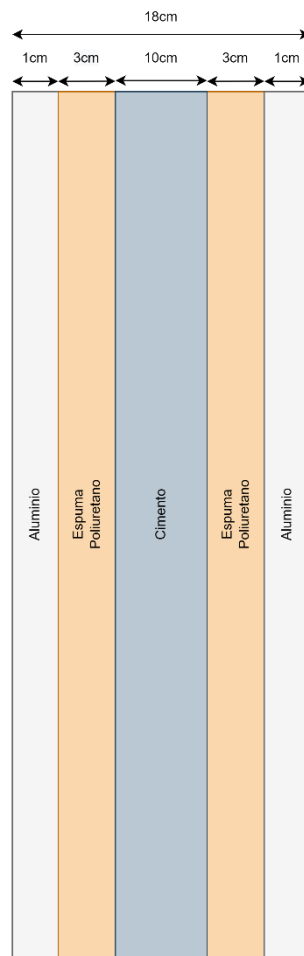


Figura 8 – Constituição interna das paredes externas

Condutividade térmica dos materiais:

Alumínio – 204.00 W/(m.K)

Espuma de poliuretano - 0.03 W/(m.K)(*Polyurethane Foam - Thermal Insulation*, n.d.)

Cimento – 2.25 W/(m.K)

Constituição interna das janelas:

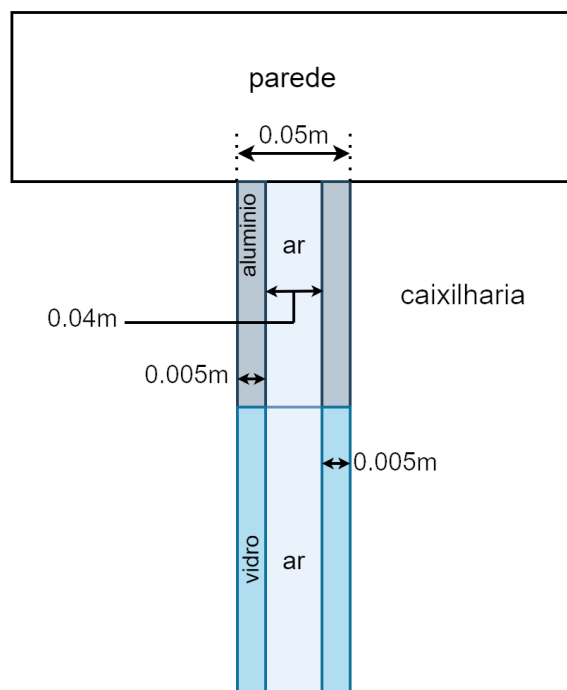


Figura 9 - Secção de uma janela

Condutividade térmica dos materiais:

Alumínio – 204.00 W/(m.K)

Ar – 0.025 W/(m.K) (*Air | Density, Heat Capacity, Thermal Conductivity, n.d.*)

Vidro – 0.80 W/(m.K) (Protolab - Tabela de Condutividade Térmica de Materiais de Construção, n.d.)

Constituição interna do telhado:

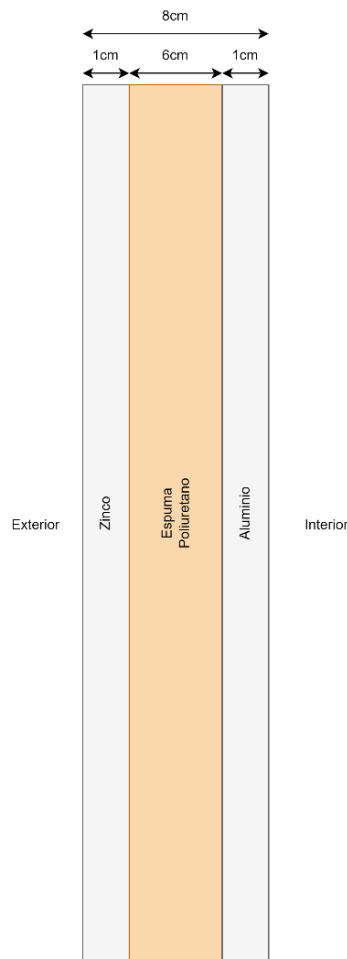


Figura 10 – Constituição interna do telhado

Condutividade térmica dos materiais:

Exterior

Zinco – 113 W/(m.K) (*Características Técnicas | Zinco | ICZ, n.d.*)

Interior:

Alumínio – 204.00 W/(m.K)

Isolante:

Espuma de poliuretano - 0.03 W/(m.K)

Constituição interna das portas interiores e porta B:

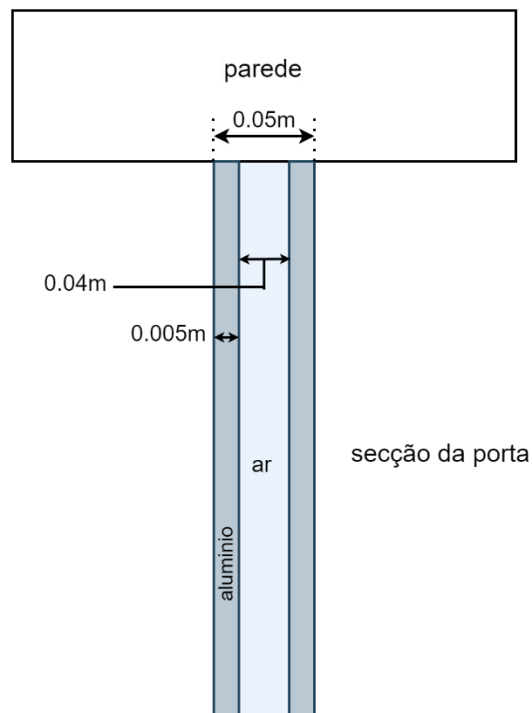


Figura 11 - Constituição interna das portas interiores e porta B

Condutividade térmica dos materiais:

Alumínio – 204.00 W/(m.K)

Ar – 0.025 W/(m.K)

Constituição interna da porta A:

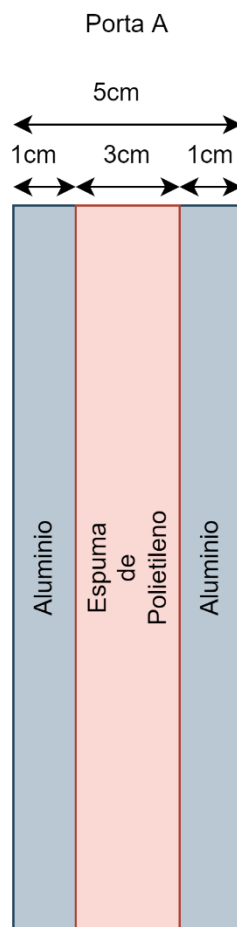


Figura 12 - Constituição interna da porta A

Condutividade térmica dos materiais:

Alumínio – 204.00 W/(m.K)

Espuma de polietileno – 0.04 W/(m.K) (*Polyethylene Foam Material - The Rubber Company, n.d.*)

Determinação de Resistências térmicas:

Resistência térmica de janelas e portas:

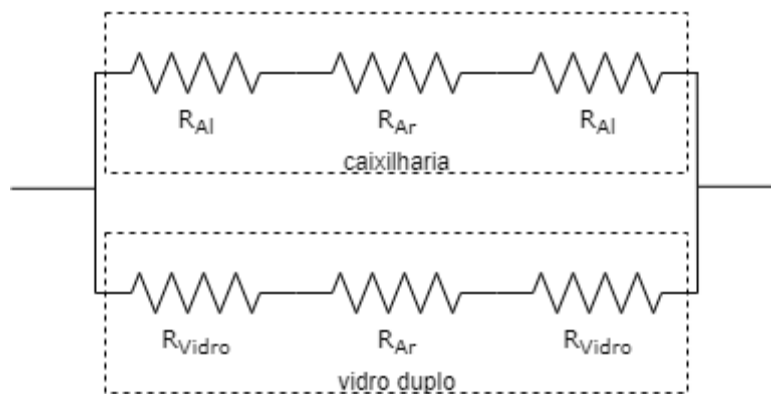
Janelas:

Al – Alumínio

Ar – Ar

Vidro - Vidro

Considerando-se o vidro duplo em paralelo com a caixilharia. As várias camadas do vidro duplo e da caixilharia encontram-se em série. Tem-se:



$$R_{caixilharia} = R_{Al} + R_{Ar} + R_{Al}, R_{vidro\ duplo} = R_{Vidro} + R_{Ar} + R_{Vidro}$$

$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A_{caixilharia}), R_{Ar} = L_{Ar} / (k_{Ar} \cdot A) \text{ e } R_{Vidro} = L_{Vidro} / (k_{Vidro} \cdot A_{vidro\ duplo})$$

Para calcular as áreas, tendo em conta das dimensões presentes na figura 3:

$$A_{janela} = 0.9 \times 0.9 = 0.81 \text{ m}^2 \quad A_{vidro\ duplo} = 0.7 \times 0.7 = 0.49 \text{ m}^2$$

$$A_{caixilharia} = A_{janela} - A_{vidro\ duplo}$$

$$A_{caixilharia} = (0.81 - 0.49) = 0.32 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{Al} + R_{Ar} + R_{Al}} + \frac{1}{R_{Vidro} + R_{Ar} + R_{Vidro}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{\frac{0.005}{204 \times 0.32} + \frac{0.04}{0.025 \times 0.32} + \frac{0.005}{204 \times 0.32}} + \frac{1}{\frac{0.005}{0.80 \times 0.49} + \frac{0.04}{0.025 \times 0.49} + \frac{0.005}{204 \times 0.49}}$$

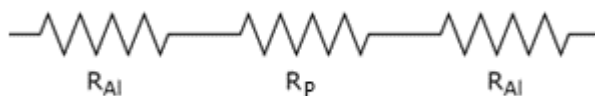
$$R_{Total} = 1.9846 \text{ K/W}$$

Porta A:

Al – Alumínio

P – Espuma de polietileno

Considerando-se as várias camadas da porta em série, tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A) \text{ e } R_P = L_P / (k_P \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 4:

$$A_{portaA} = 3.5 \times 3.5 = 12.25 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será calculada através de:

$$\begin{aligned} R_{Total} &= R_{Al} + R_P + R_{Al} \\ R_{Total} &= 2 \times \frac{0.01}{204 \times 12.25} + \frac{0.03}{0.04 \times 12.25} \\ R_{Total} &= 0.0612 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Porta B:

Al – Alumínio

Ar – Ar

Considerando-se as várias camadas da porta em série, tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A) \text{ e } R_{Ar} = L_{Ar} / (k_{Ar} \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 5:

$$A_{portaB} = 2.20 \times 1.80 = 3.96 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será calculada através de:

$$\begin{aligned} R_{Total} &= R_{Al} + R_{Ar} + R_{Al} \\ R_{Total} &= 2 \times \frac{0.005}{204 \times 3.96} + \frac{0.04}{0.025 \times 3.96} \\ R_{Total} &= 0.4041 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Portas Interiores:

Al – Alumínio

Ar – Ar

Considerando-se as várias camadas da porta em série, tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A) \text{ e } R_{Ar} = L_{Ar} / (k_{Ar} \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 6:

$$A_{portaB} = 2.20 \times 0.93 = 2.05 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será calculada através de:

$$\begin{aligned} R_{Total} &= R_{Al} + R_{Ar} + R_{Al} \\ R_{Total} &= 2 \times \frac{0.005}{204 \times 2.05} + \frac{0.04}{0.025 \times 2.05} \\ R_{Total} &= 0.7820 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Resistência térmica da zona C e D:

P – Espuma de poliuretano

L – Lã de vidro

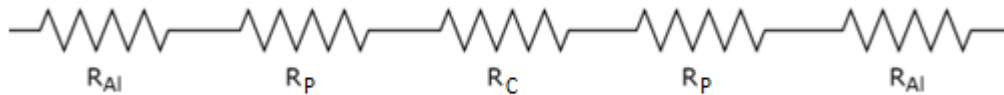
Al – Alumínio

C – Cimento

Z - Zinco

Porção da parede BC e BD:

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 2:

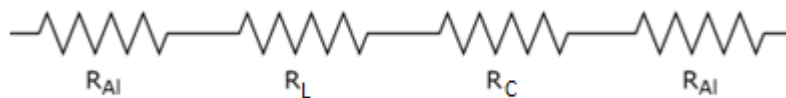
$$A_{porçãoBD} = 3.09 \times 5 = 15.45 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = R_{Al} + R_P + R_C + R_P + R_{Al}$

$$R_{Total} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 15.45} + 2 \times \frac{0.06}{0.04 \times 15.45} + \frac{0.10}{2.25 \times 15.45} = 0.099969 \frac{K}{W}$$

Porção da parede ExteriorC:

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes na figura 1:

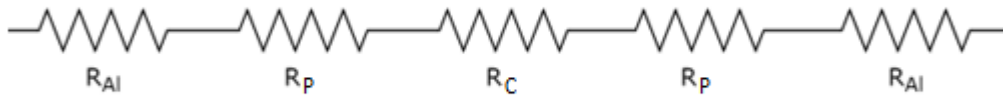
$$A_{ExteriorC} = 5 \times 3.67 = 18.35 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

$$R_{Total} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 18.35} + \frac{0.03}{0.03 \times 18.35} + \frac{0.10}{2.25 \times 18.35} = 0.1114173 \text{ K/W}$$

Porção da parede CA e DA:

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$RAI = LAI / (kAI \cdot A), RP = LP / (kP \cdot A) \text{ e } RC = LC / (kC \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões, sabendo que a área e a diferença entre a área da parede e a da porta:

$$A_{porta} = 0.93 \times 2.2 = 2.046 \text{ m}^2$$

$$A_{porçãoCA} = 15.45 - 2.046 = 13.404 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = RAI + RP + RC + RP + RAI$

$$R_{parede} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 13.404} + 2 \times \frac{0.06}{0.04 \times 13.404} + \frac{0.10}{2.25 \times 13.404} = 0.115228 \frac{K}{W}$$

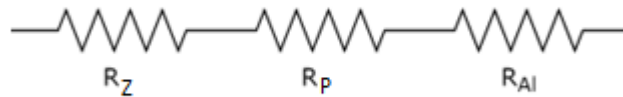
$$R_{porta} = 2 \times \frac{0.005}{204 \times 2.046} + \frac{0.04}{0.025 \times 2.046} = 0.782013 \frac{K}{W}$$

A resistência da parede em paralelo com a da porta:

$$R_{Total} = \frac{0.115228 \times 0.782013}{0.115228 + 0.782013} = 0.100434 \frac{K}{W}$$

Porção do telhado:

Considerando as várias camadas do telhado em série tem-se:



$$R_{AI} = L_{AI} / (k_{AI} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_Z = L_Z / (k_Z \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

$$A_{Telhado} = 3.67 \times \sqrt{0.45^2 + (\sin 15^\circ \times 0.45)^2} = 0.4620 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = R_Z + R_P + R_{AI}$

$$R_{Total} = \frac{0.01}{113 \times 0.4620} + \frac{0.06}{0.03 \times 0.4620} + \frac{0.01}{204 \times 0.4620} = \frac{0.00029807K}{W}$$

A resistência da zona C:

$$R_{ZonaC} = R_{BC} + R_{CD} + R_{ExteriorC} + R_{AC} + R_{Telhado} = 0.5786203K/W$$

A resistência da zona D:

$$R_{ZonaD} = R_{BD} + R_{CD} + R_{AD} + R_{ED} + 2R_{Telhado} = 0.39270707K/W$$

Resistência térmica da zona E:

P – Espuma de poliuretano

L – Lã de vidro

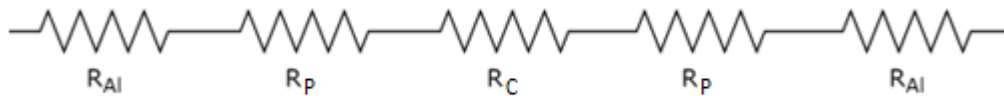
Al – Alumínio

C – Cimento

Z - Zinco

Porção da parede BCDE:

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 2:

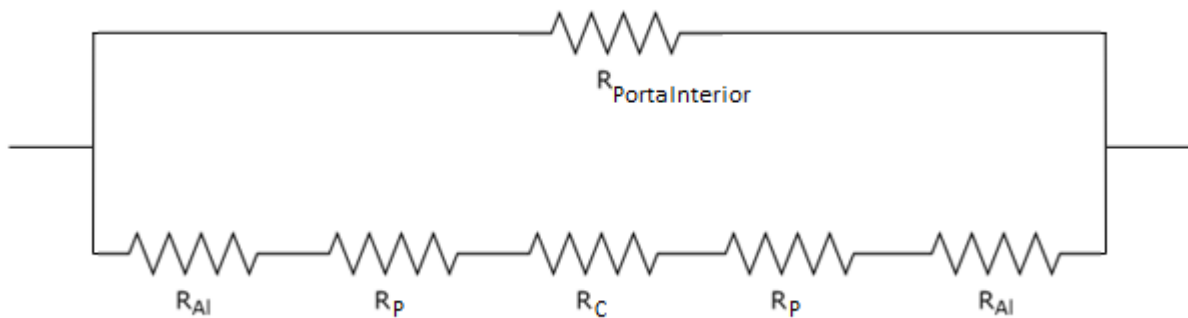
$$A_{porçãoBCDE} = \frac{5+5.80}{2} \times 3.09 = 16.69 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = R_{Al} + R_P + R_C + R_P + R_{Al}$

$$R_{Total} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 16.69} + 2 \times \frac{0.03}{0.03 \times 16.69} + \frac{0.10}{2.25 \times 16.69} = 0.1225 \text{ K/W}$$

Porção da parede ACDE:

Considerando as várias camadas da parede em série e a mesma em paralelo com a porta tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes na figura 2:

$$A_{porçãoBCDE} = \frac{5+5.80}{2} \times 3.09 - A_{PortaInterior} = 14.64 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

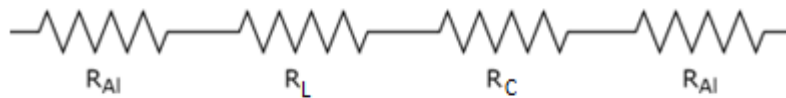
$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{PortaInterior}} + \frac{1}{R_{Ai} + R_P + R_C + R_P + R_{Ai}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{0.7820} + \frac{1}{2 \times \frac{0.01}{204 \times 14.64} + 2 \times \frac{0.03}{0.03 \times 14.64} + \frac{0.10}{2.25 \times 14.64}}$$

$$R_{Total} = 0.1185 \text{ K/W}$$

Porção da parede ExteriorABE:

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes na figura 1:

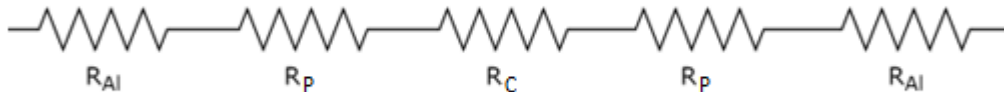
$$A_{ExteriorABE} = 5 \times 3.67 = 18.35 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

$$R_{Total} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 18.35} + \frac{0.06}{0.04 \times 18.35} + \frac{0.10}{2.25 \times 18.35} = 0.0842 \text{ K/W}$$

Parede ED e DC :

Considerando as várias camadas da parede em série tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes na figura 2:

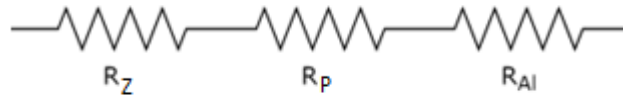
$$A_{DE} = 5.8 \times 3.67 = 21.29 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = R_{Al} + R_P + R_C + R_P + R_{Al}$

$$R_{Total} = 2 \times \frac{0.01}{204 \times 21.29} + 2 \times \frac{0.03}{0.03 \times 21.29} + \frac{0.10}{2.25 \times 21.29} = 0.0960 \text{ K/W}$$

Porção do telhado:

Considerando as várias camadas do telhado em série tem-se:



$$R_{AI} = L_{AI} / (k_{AI} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_Z = L_Z / (k_Z \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

$$A_{Telhado} = 3.67 \times \sqrt{3.09^2 + (\sin 15^\circ \times 3.09)^2} = 11.71 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{Total} = R_Z + R_P + R_{AI}$

$$R_{Total} = \frac{0.01}{113 \times 11.71} + \frac{0.06}{0.03 \times 11.71} + \frac{0.01}{204 \times 11.71} = 0.1708 \text{ K/W}$$

Resistência total da Zona E:

$$R_{ZonaE} = R_{BCDE} + R_{ACDE} + R_{ExteriorABE} + R_{ED} + R_{Telhado} = 0.592 \text{ K/W}$$

Resistência térmica da estrutura grande:

P – Espuma de poliuretano

L – Lã de vidro

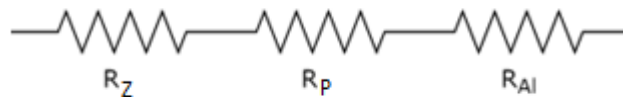
Al – Alumínio

C – Cimento

Z - Zinco

Telhado:

Considerando as várias camadas do telhado em série tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A), R_P = L_P / (k_P \cdot A) \text{ e } R_Z = L_Z / (k_Z \cdot A)$$

Para calcular a área, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

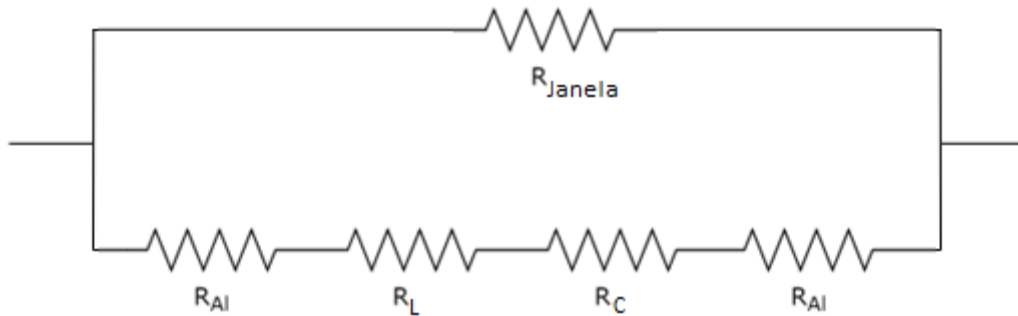
$$A_{\text{Telhado}} = 2 \times ((20 - 2 \times 0.18) \times \sqrt{\frac{9.64^2}{2} + (\sin 15^\circ \times \frac{9.64}{2})^2}) = 212.4223 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será: $R_{\text{Total}} = R_Z + R_P + R_{Al}$

$$R_{\text{Total}} = \frac{0.01}{113 \times 212.4223} + \frac{0.06}{0.03 \times 212.4223} + \frac{0.01}{204 \times 212.4223} = 0.0094 \text{ K/W}$$

Parede ExteriorB:

Considerando as várias camadas da parede em série e a mesma em paralelo com a janela tem-se:



$$R_{Al} = L_{Al} / (k_{Al} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

$$A_{ExteriorB} = 5 \times 9.64 + \frac{\sin 15^\circ \times \frac{9.64}{2}}{2} - A_{janela} = 48.01 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

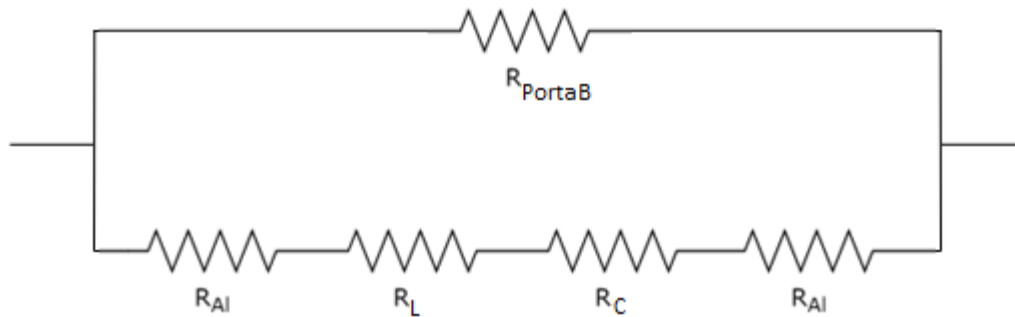
$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{Janela}} + \frac{1}{R_{Al} + R_L + R_C + R_{Al}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{1.9846} + \frac{1}{2 \times \frac{0.01}{204 \times 48.01} + \frac{0.06}{0.04 \times 48.01} + \frac{0.10}{2.25 \times 48.01}}$$

$$R_{Total} = 0.0317 \text{ K/W}$$

Parede Exterior ABE:

Considerando as várias camadas da parede em série e a mesma em paralelo com a porta B tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

$$A_{ExteriorABE} = 5 \times (20 - 2 \times 0.18) - A_{PortaB} = 94.24 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

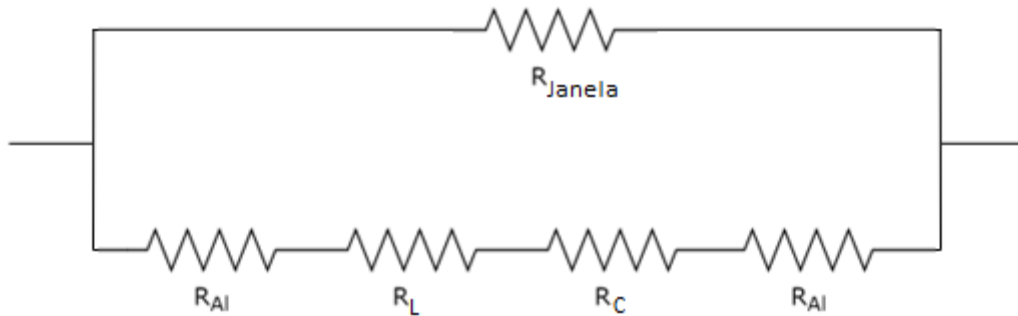
$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{PortaB}} + \frac{1}{R_{Ai} + R_L + R_C + R_{Ai}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{0.4041} + \frac{1}{2 \times \frac{0.01}{204 \times 94.24} + \frac{0.06}{0.04 \times 94.24} + \frac{0.10}{2.25 \times 94.24}}$$

$$R_{Total} = 0.0158 \text{ K/W}$$

Parede ExteriorABC:

Considerando as várias camadas da parede em série e a mesma em paralelo com a janela tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes na figura 1:

$$A_{ExteriorABC} = 5 \times (20 - 2 \times 0.18) - A_{Janela} = 97.39 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

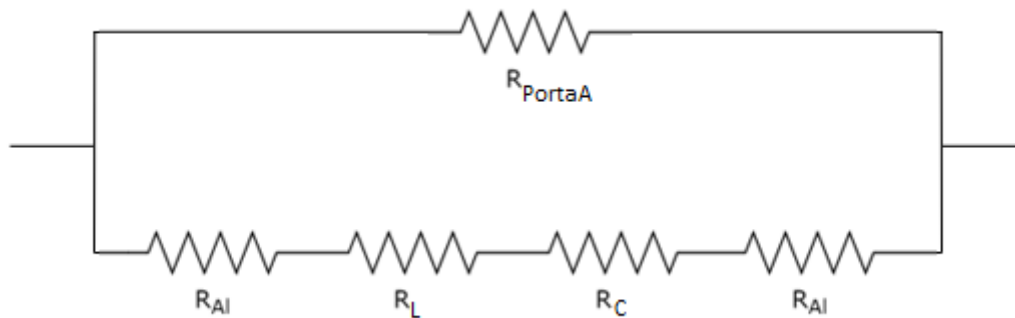
$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{Janela}} + \frac{1}{R_{Ai} + R_L + R_C + R_{Ai}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{1.9846} + \frac{1}{2 \times \frac{0.01}{204 \times 97.39} + \frac{0.06}{0.04 \times 97.39} + \frac{0.10}{2.25 \times 97.39}}$$

$$R_{Total} = 0.0157 \text{ K/W}$$

Parede ExteriorA:

Considerando as várias camadas da parede em série e a mesma em paralelo com a porta A tem-se:



$$R_{Ai} = L_{Ai} / (k_{Ai} \cdot A), R_L = L_L / (k_L \cdot A) \text{ e } R_C = L_C / (k_C \cdot A)$$

Para calcular a área da porção da parede, tendo em conta das dimensões presentes nas figuras 1 e 2:

$$A_{ExteriorA} = 5 \times 9.64 + \frac{\sin 15^\circ \times \frac{9.64}{2}}{2} - A_{PortaA} = 36.57 \text{ m}^2$$

A resistência térmica do conjunto será:

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{R_{PortaA}} + \frac{1}{R_{Ai} + R_L + R_C + R_{Ai}}$$

$$\frac{1}{R_{Total}} = \frac{1}{0.0612} + \frac{1}{2 \times \frac{0.01}{204 \times 36.57} + \frac{0.06}{0.04 \times 36.57} + \frac{0.10}{2.25 \times 36.57}}$$

$$R_{Total} = 0.0250 \text{ K/W}$$

Resistência total da estrutura grande:

$$R_{estruturaGrande} = R_{Telhado} + R_{ExteriorB} + R_{ExteriorABE} + R_{ExteriorABC} + R_{ExteriorA} = 0.0976 \text{ K/W}$$

Bibliografia

Air | Density, Heat Capacity, Thermal Conductivity. (n.d.). Retrieved October 16, 2022, from <https://material-properties.org/air-density-heat-capacity-thermal-conductivity/>

Características Técnicas | Zinco | ICZ. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <http://www.icz.org.br/zinco-caracteristicas-tecnicas.php>

Effect of Surrogate Aggregates on the Thermal Conductivity of Concrete at Ambient and Elevated Temperatures - PMC. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3947845/>

Lã de Vidro - Deformac. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://deformac.com/pt-pt/producto/la-de-vidro/>

Polyethylene Foam Material - The Rubber Company. (n.d.). Retrieved December 4, 2022, from <https://therubbercompany.com/sponge-foam/polyethylene-foam/polyethylene-foam>

Polyurethane Foam - Thermal Insulation. (n.d.). Retrieved October 16, 2022, from <https://www.nuclear-power.com/nuclear-engineering/heat-transfer/heat-losses/insulation-materials/polyurethane-foam/>

Protolab - Tabela de Condutividade Térmica de Materiais de Construção. (n.d.). Retrieved October 16, 2022, from <http://www.protolab.com.br/Tabela-Conductividade-Material-Construcao.htm>