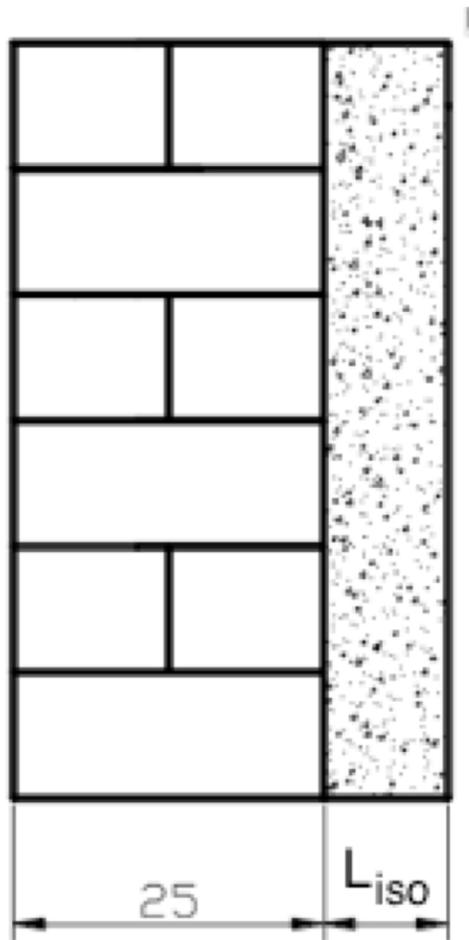


Isolamento: otimização

Prof. Simões

Objetivo

- Levar em conta o aspecto custo x benefício ao dimensionar a espessura de um isolamento

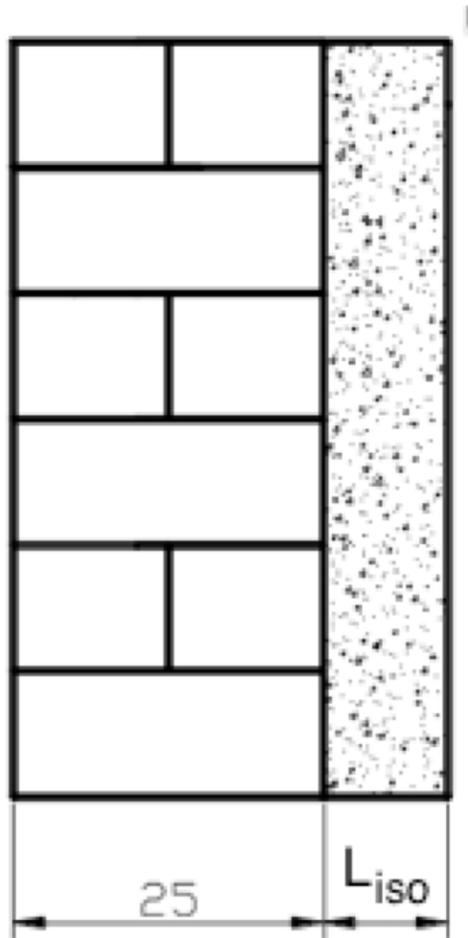


Conceitos

- Em geral, quanto mais espesso o isolamento:
 - Menor a transferência de calor
 - Menor custo energético
 - Maior custo com matéria prima e mão de obra
- A otimização visa encontrar a espessura ideal
- Pode ser determinada:
 - Pela temperatura externa do revestimento, para fins de segurança ou evitar condensação, por exemplo.
 - Nesse caso, os cálculos são os já realizados
 - Por razões econômicas
- Caso a escolha dependa do fator econômico, segue um exemplo ilustrativo

Exemplo (ilustrativo)

- Uma parede de tijolos será revestida com um isolante térmico nas condições abaixo. Determinar a espessura ótima do isolamento L_{iso} por m^2 , considerando o aspecto econômico, no período de um ano.



$$T_{int} = 60^{\circ}C$$

$$T_{ext} = 20^{\circ}C$$

$$h_{int} = 25 \frac{W}{m^2 K}$$

$$h_{ext} = 12 \frac{W}{m^2 K}$$

$$L_{tij} = 0,25 \text{ m}$$

$$k_{tij} = 0,5 \frac{W}{mK}$$

$$n = 4800 \frac{h}{ano}$$

$$k_{iso} = 0,038 \frac{W}{mk}$$

$$kWh \text{ (custo)} = R\$ 0,60$$

Exemplo (ilustrativo)

- O fluxo de calor perdido (W) por m² pode ser calculado por:

$$q = k \cdot \Delta T$$

Lembrando que:

Onde

$$R_{cond} = \frac{L}{k \cdot A}$$

k = coeficiente global de transmissão

$$R_{conv} = \frac{1}{h \cdot A}$$

$$k = \frac{1}{R_t} = \frac{1}{R_1 + R_2 + R_3} = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{L_{tij}}{k_{tij}} + \frac{L_{iso}}{k_{iso}} + \frac{1}{h_2}}$$

- E o calor perdido anualmente por m² (W/ano), sendo n o número de horas de funcionamento por ano:

$$Q = k \cdot \Delta T \cdot n = \frac{\Delta T}{R_t} \cdot n = \frac{\Delta T}{\frac{1}{h_1} + \frac{L_{tij}}{k_{tij}} + \frac{L_{iso}}{k_{iso}} + \frac{1}{h_2}} \cdot n$$

Exemplo (ilustrativo)

- Em seguida, é conveniente elaborar uma [planilha](#) que pondere os custos para as várias opções de isolamento:

Espessura do isolamento (m)	kt com isolamento (W/mK)	Fluxo Q com isolamento (kWh/ano)	Custo do calor perdido	Custo por m2 de EPS*	Custo total
1	2	3	4	5	6

1	Consultar fabricante ou fornecedor	4	$Custo = Q \cdot custo \text{ por } kW$
2	$k = \frac{1}{\frac{1}{h_1} + \frac{L_{tij}}{k_{tij}} + \frac{L_{iso}}{k_{iso}} + \frac{1}{h_2}}$	5	Consultar fabricante ou fornecedor
3	$Q = k \cdot \Delta T \cdot n \cdot 10^{-3} \quad [kWh]$	6	$Custo \text{ total} = \text{coluna } 3 + \text{coluna } 4$

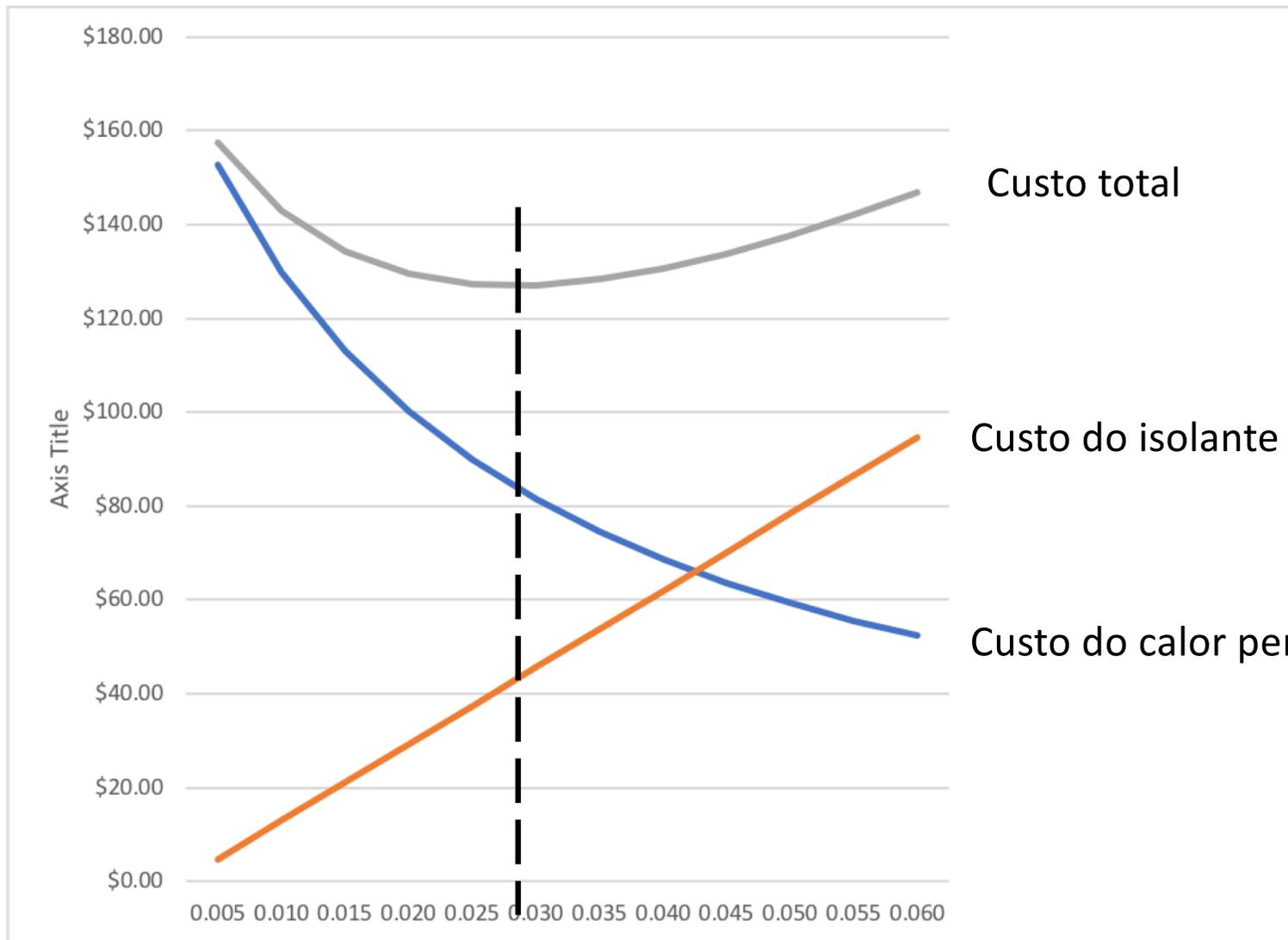
Exemplo (ilustrativo)

- Nesse exemplo teremos os seguintes valores:

Espessura do isolamento (m)	kt com isolamento (W/mK)	Fluxo Q com isolamento (kWh/ano)	Custo do calor perdido	Custo por m ² de EPS*	Custo total
0,005	1,3247	254,3	R\$152,60	R\$4,77	R\$157,37
0,010	1,1280	216,6	R\$129,95	R\$12,94	R\$142,89
0,015	0,9823	188,6	R\$113,16	R\$21,11	R\$134,27
0,020	0,8698	167,0	R\$100,20	R\$29,28	R\$129,48
0,025	0,7805	149,9	R\$89,91	R\$37,45	R\$127,36
0,030	0,7078	135,9	R\$81,54	R\$45,62	R\$127,16
0,035	0,6475	124,3	R\$74,59	R\$53,79	R\$128,38
0,040	0,5967	114,6	R\$68,74	R\$61,96	R\$130,70
0,045	0,5532	106,2	R\$63,73	R\$70,13	R\$133,86
0,050	0,5157	99,0	R\$59,41	R\$78,30	R\$137,71
0,055	0,4829	92,7	R\$55,63	R\$86,47	R\$142,10
0,060	0,4541	87,2	R\$52,31	R\$94,64	R\$146,95

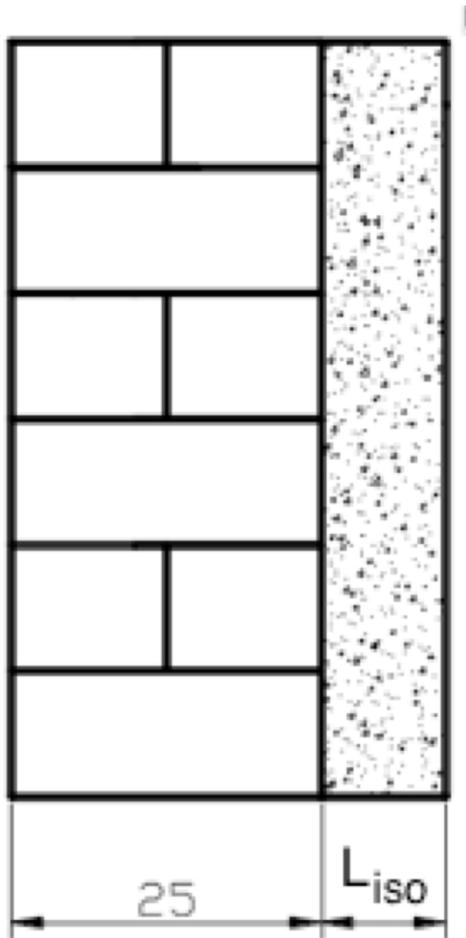
Exemplo (ilustrativo)

- Plotando os custos de isolamento, perda energética e custo total, é possível identificar a espessura ideal, que é a que representa o menor custo total, neste caso, 30 mm.



Exercício

- Um forno de tijolos será revestido com um isolante térmico nas condições abaixo. Determinar a espessura ótima do isolamento L_{iso} por m^2 , considerando o aspecto econômico, no período de um ano.



$$T_{int} = 120^{\circ}C$$

$$L_{tij} = 0,25 \text{ m}$$

$$T_{ext} = 20^{\circ}C$$

$$k_{tij} = 0,5 \frac{W}{mK}$$

$$h_{int} = 25 \frac{W}{m^2K}$$

$$n = 4800 \frac{h}{ano}$$

$$h_{ext} = 15 \frac{W}{m^2K}$$

$$k_{iso} = 0,040 \frac{W}{mk}$$

$$kWh \text{ (custo)} = R\$ 0,50$$

Suponha que o custo por m^2 desse isolante seja dado por: $\frac{R\$}{m^2} = L(m) \cdot 800 - 3,4$

Resposta: 85 mm

Obs.: Fazer uma planilha Excel