



Instituto Superior de
Engenharia do Porto

Relatório Física Aplicada

---Sprint III- Projeto Integrador 23/24 ---

Desenvolvido por:

1220766, Lourenço Guimarães

1220812, Diogo Ribeiro

1220813, Francisco Silveira

1220842, Rodrigo Brito

-----Grupo 081-----

ÍNDICE

Conteúdo

Breve introdução -----	1
Cálculo das resistências térmicas das paredes-----	2
Cálculo de energia necessária -----	7
Cálculo da energia total a fornecer -----	6
Apresentação dos dados obtidos nas medições -----	7

Breve Introdução

No âmbito do terceiro sprint do Projeto Integrador do 1º semestre do 2º ano da licenciatura em engenharia informática, foi pedido o cálculo de diferentes grandezas associadas à estrutura anteriormente idealizada, tais como

- Resistência térmica das paredes, para cada espaço definido e para cada temperatura de funcionamento. Cada parede é constituída por três materiais diferentes;

O cálculo desta é dado pela expressão:

$$\text{Resistência} = \text{Espessura} / (\text{condutividade térmica} * \text{Área})$$

- Energia necessária para manter os espaços com as temperaturas solicitadas;
- Energia total a fornecer a toda a estrutura (incluindo todas as zonas).

Cálculo das resistências térmicas das paredes

O objetivo central do cálculo das resistências térmicas é quantificar a capacidade de isolamento térmico de uma parede. Isso envolve considerar os diferentes materiais que compõem a parede, as suas espessuras e as propriedades térmicas específicas. A análise cuidadosa destes elementos permite determinar como a parede responde às variações de temperatura, seja no sentido de manter o calor no interior durante períodos frios ou impedir a entrada excessiva de calor durante períodos quentes.

Sendo assim, vamos calcular a resistência térmica de cada parede em cada zona e também a soma de todas as paredes. Para estes cálculos é necessário saber a condutividade térmica (λ), a espessura e a área.

$$\text{Resistência} = \text{Espessura} / (\text{condutividade térmica} * \text{Área})$$

Esta é a fórmula básica para calcular a resistência térmica (R) de um material.

Zona B:

Resistência das paredes exteriores:

- Parede 7: 0,056
- Parede 8: 0,087

Resistência das paredes interiores:

- Parede 20: 0,226
- Parede (21 +31): 0,101
- Parede 22: 0,028

- Parede 28: 0,382

Porta:

- Porta: 0,089

Resistência Total: Resistência das paredes exteriores e interiores e da porta:

- Soma = 0,971

Zona C:

Resistência das paredes exteriores:

- Parede 10: 0,056
- Parede 9: 0,091

Resistência das paredes interiores:

- Parede 22: 0,028
- Parede (23 +24): 0,067
- Parede 29: 0,383

Porta:

- Porta: 0,089

Resistência Total: Resistência das paredes exteriores e interiores e da porta:

- Soma = 0,715

Zona D:

Resistência das paredes exteriores:

- Parede 4: 0,092
- Parede 6: 0,115
- Parede 5: 0,038

Resistência das paredes interiores:

- Parede 20: 0,244
- Parede (18 +19): 0,024
- Parede 17: 0,197

Porta:

- Porta: 0,089

Resistência Total: Resistência das paredes exteriores e interiores e da porta:

- Soma = 0,811

Zona A:

Resistência das paredes exteriores:

- Parede (11+12+13)= 0,160

Resistência das paredes interiores:

- Parede 16: 0,026
- Parede (18 +19): 0,031
- Parede (21+31): 0,101
- Parede (23+24): 0,067

Porta:

- Porta: 0,022

Janela:

- Janela: 0,002

Resistência Total: Resistência das paredes exteriores e interiores, da porta e da janela:

- Soma = 0,411

Zona E:

Resistência das paredes exteriores:

- Parede 14: 0,091
- Parede 15: 0,120
- Parede 1: 0,117
- Parede 2: 0,108
- Parede 3: 0,054

Resistência das paredes interiores:

- Parede 16: 0,228
- Parede 17: 0,198

Porta:

- Porta: 0,051

Janela:

- Janela: 0,002

Resistência Total: Resistência das paredes exteriores e interiores e da porta:

- Soma = 0,77

Resistência do telhado: 14,80

Cálculo da energia necessária (Zonas B, C e D)

Para determinar a energia total a fornecer às zonas B, C, e D para as manter às temperaturas de -5°, 0° e 7°, respetivamente, com uma temperatura exterior na ordem dos 20°, é necessário calcular a potência térmica nestas zonas, para a partir destas chegarmos à energia necessária.

Potência Térmica (Q):

$$Q = \frac{(T_{ext.} - T_{int.})}{R_{parede}}$$

Zona B:

- Parede 7: 0,056
- Parede 8: 0,087
- Parede 20: 0,226
- Parede (21 +31): 0,101
- Parede 22: 0,028
- Parede 28: 0,382
- Porta: 0,089

Zona C:

- Parede 10: 0,056
- Parede 9: 0,091
- Parede 22: 0,028
- Parede (23 +24): 0,067
- Parede 29: 0,383
- Porta: 0,089

Zona D:

- Parede 4: 0,092
- Parede 6: 0,115
- Parede 5: 0,038
- Parede 20: 0,244
- Parede (18 +19): 0,024

- Parede 17: 0,197
- Porta: 0,089

Energia necessária:

$$E = P * \Delta t$$

$$\Delta t = 3600s$$

Ou seja,

Zona B:

- Parede 7: 1598400
- Parede 8: 1033920
- Parede 20: 190771,2
- Parede (21 +31): 709632
- Parede 22: 639360
- Parede 28: 188052,48
- Porta: 808119,7714

Zona C:

- Parede 10: 1278720
- Parede 9: 783360
- Parede 22: -639360
- Parede (23 +24): 808704
- Parede 29: 141039,36
- Porta: 606089,8286

Zona D:

- Parede 4: 509184
- Parede 6: 405849,6
- Parede 5: 1223539,2
- Parede 20: -176463,36
- Parede (18 +19): 833725,44
- Parede 17: 145772,9312

- Porta: 323247,9086

Energia total a ser fornecida=

$$E_B + E_C + E_D = 5168255,451 + 2978553,189 + 3264805,72 =$$

11411614,36 Joule

Cálculo da energia total a fornecer

Para poder ser determinada a energia total a fornecer ao sistema, com todas as suas zonas, A, B C, D e E (mantidas às temperaturas indicadas anteriormente), é necessário calcular inicialmente a potência térmica nas zonas A e E, para a partir destas chegarmos à energia necessária para manter as zonas às temperaturas indicadas. Após isto basta adicionarmos as energias das zonas já calculadas anteriormente e obtemos a energia total a fornecer ao sistema.

Potência Térmica (Q):

$$Q = \frac{(T_{ext.} - T_{int.})}{R_{parede}}$$

Ou seja:

Zona A:

-Parede 11+12+13: 31,2

-Parede 16: -768

-Parede 18+19: -252,928

-Parede 21+31: -197,12

-Parede 23+24: -224,64

-Porta 25: 218.5714286

-Janela 30: 2250

Zona E:

Parede 14: 54.4

Parede 15: 41.6

Parede 1: 42.72

Parede 2: 46.4

Parede 3: 92.48

Parede 16: -710.4

Parede 17: -40.478592

Porta 26: 97.62857143

Porta 32: 2250

Energia necessária:

$$E = P * \Delta t$$

$$\Delta t = 3600s$$

Ou seja:

Zona A:

-Parede 11+12+13: 112320

-Parede 16: -2764800

-Parede 18+19: -910540.8

-Parede 21+31: -709632

-Parede 23+24: -808704

-Porta 25: 786857.1429

-Janela 30: 8100000

Zona E:

Parede 14: 195840

Parede 15: 149760

Parede 1: 153792

Parede 2: 167040

Parede 3: 332928

Parede 16: -2557440

Parede 17: -145722.9312

Porta 26: 351462.8571

Porta 32: 8100000

Energia total a ser fornecida=

$$E_A + E_{B+C+D} + E_E = 3805500.343 + 11411614.36 + 6747659.926 = 21964774.63 \text{ Joules}$$

Apresentação dos dados das medições

Fazendo uso do dispositivo de hardware fornecido, é requerida a determinação de 15 pares de valores (temperatura e humidade) tendo em consideração três fontes de temperatura diferentes (junto à janela da sala, no centro da sala de aula e junto a uma parede interior). Após a obtenção dos valores, deve-se fazer a média dos mesmos.

1-medições junto à janela

par	temperatura (°C)	humidade (%)
1	10,1	89
2	10,2	89
3	10,1	89
4	10,3	89
5	10,2	89
6	10,2	89
7	10,2	89
8	10	89
9	10,4	89
10	10,1	89
11	10,3	89
12	10,3	89
13	10,5	89
14	10,3	89
15	10,5	89
Média	10,247	89

Tabela 1 - pares de valores temperatura-humidade obtidos junto de uma janela e respectivas médias dos valores

2-medições no centro da sala

par	temperatura (°C)	humidade (%)
1	11,4	88
2	11,1	88
3	11,3	88
4	11,4	88
5	11,2	88
6	11,4	88
7	11,2	88
8	10,9	88
9	11,2	88
10	11,1	88
11	11,4	88
12	11,2	88
13	11,2	88
14	11,2	88
15	11,2	88
Média	11,227	88

Tabela 2 - pares de valores temperatura - humidade obtidos no centro da sala e respectivas médias dos valores

3-medições junto a parede interior

par	temperatura (°C)	humidade(%)
1	10,3	88
2	10,4	88
3	10,4	88
4	10,6	88
5	10,4	88
6	10,3	88
7	10,5	88
8	10,2	88
9	10,5	88
10	10,5	88
11	10,1	88
12	10,5	88
13	10,5	88
14	10,5	88
15	10,2	88
Média	10,393	88

Tabela 3 - pares de valores temperatura-humidade obtidos junto a uma parede interior da sala e respectivas médias dos valores

Analisando os resultados obtidos, podemos chegar a algumas conclusões. Os valores médios da humidade obtidos nos três locais diferentes não são muito discrepantes, notando-se apenas um aumento de 1 ponto percentual na média dos valores obtidos junto à janela, o que pode ser explicado, em parte, pela condensação da humidade nas superfícies frias da janela. A igualdade entre os valores obtidos ora no centro da sala, ora junto à parede interior evidencia a uniformidade na distribuição da humidade nesta área.

Já os valores médios obtidos para as temperaturas sugerem uma temperatura mais alta no centro da sala e mais baixo junto à janela. Isto evidencia que se existe perda de calor tanto pela parede como pela janela, sendo maior a perda por parte da janela, daí o valor médio da temperatura ser o mais baixo dos três calculados.