

|  |
| --- |
| Trabalho 1:  Resistência e Energia - Térmica |
| Lic. Eng. Informática - Física Aplicada  Turma 2DJ  Grupo B |
| 14 outubro  1211131 - Pedro Pereira  1211151 – Alexandre Geração  1211128 – Tiago Oliveira  1211089 – José Gouveia |

Índice

[Índice de ilustrações 3](#_Toc116333717)

[Introdução 4](#_Toc116333718)

[Escolha dos materiais 5](#_Toc116333719)

[Conjunto de materiais para constituir uma parede 5](#_Toc116333720)

[Material para exterior 5](#_Toc116333721)

[Material isolante intermédio 5](#_Toc116333722)

[Material para o interior 5](#_Toc116333723)

[Porta 5](#_Toc116333724)

[Janela 5](#_Toc116333725)

[Telhado 5](#_Toc116333726)

[Estrutura – Parede sem janela 6](#_Toc116333727)

[Estrutura – Parede com janela 7](#_Toc116333728)

[Resistência da parte com janela 8](#_Toc116333729)

[Resistência da parte sem janela 10](#_Toc116333730)

[Estrutura – Parede com Porta 11](#_Toc116333731)

[Resistência da parte com porta 12](#_Toc116333732)

[Resistência da parte sem porta 14](#_Toc116333733)

[Estrutura - Telhado 15](#_Toc116333734)

[Resistência da parte retangular 16](#_Toc116333735)

[Estrutura Final 17](#_Toc116333736)

[Resistência total da casa 17](#_Toc116333737)

[Cálculo da energia necessária para manter uma determinada temperatura num espaço fechado 18](#_Toc116333738)

[Temperatura Externa 20ºC 19](#_Toc116333739)

[Temperatura Interna entre – 5 ºC e os 4 ºC 19](#_Toc116333740)

[Temperatura Interna entre 5 ºC e os 12 ºC 19](#_Toc116333741)

[Temperatura Externa 28ºC 20](#_Toc116333742)

[Temperatura Interna entre – 5 ºC e os 4 ºC 20](#_Toc116333743)

[Temperatura Interna entre 5 ºC e os 12 ºC 20](#_Toc116333744)

[Sistema de arrefecimento 21](#_Toc116333745)

[Sistema de arrefecimento de ar condicionado 21](#_Toc116333746)

[Ar Condicionado portátil 22](#_Toc116333747)

[Ar Condicionado Monosplit 22](#_Toc116333748)

[Analise do melhor sistema 22](#_Toc116333749)

# Índice de ilustrações

[Figura 1 Esquema lateral parede simples 6](#_Toc116333542)

[Figura 2 equivalente elétrico parede simples 6](#_Toc116333543)

[Figura 3 Esquema Frontal parede com janela 7](#_Toc116333544)

[Figura 4 Esquema lateral parede com janela (parte com janela) 8](#_Toc116333545)

[Figura 5 equivalente elétrico parede com janela (parte com janela) 8](#_Toc116333546)

[Figura 6 Esquema lateral parede com janela (parte sem janela) 10](#_Toc116333547)

[Figura 7 equivalente elétrico parede com janela (parte sem janela) 10](#_Toc116333548)

[Figura 8 Esquema frontal parede com porta 11](#_Toc116333549)

[Figura 9 Esquema lateral parede com porta (parte com porta) 12](#_Toc116333550)

[Figura 10 equivalente elétrico parede com porta (parte com porta) 12](#_Toc116333551)

[Figura 11 Esquema lateral parede com porta (parte com porta) 14](#_Toc116333552)

[Figura 12 equivalente elétrico parede com porta (parte sem porta) 14](#_Toc116333553)

[Figura 13 Esquema tridimensional do telhado 15](#_Toc116333554)

[Figura 14 Esquema lateral telhado parte retangular 16](#_Toc116333555)

[Figura 15 equivalente elétrico telhado parte retangular 16](#_Toc116333556)

[Figura 16 Esquema lateral telhado parte triangular 17](#_Toc116333557)

[Figura 17 equivalente elétrico telhado parte triangular 17](#_Toc116333558)

[Figura 18 Tabela calculo energia (externa 20ºC, interna entre -5ºC/4ºC) 19](#_Toc116333559)

[Figura 19 Tabela calculo energia (externa 20ºC, interna entre 5ºC/12ºC) 19](#_Toc116333560)

[Figura 20 Tabela cálculo energia (externa 28ºC, interna entre -5ºC/4ºC) 20](#_Toc116333561)

[Figura 21 Tabela cálculo energia (externa 28ºC, interna entre 5ºC/12ºC) 20](#_Toc116333562)

[Figura 22 Funcionamento de um ar condicionado 21](#_Toc116333563)

# Introdução

O relatório que se apresenta enquadra-se no contexto da disciplina de Física Aplicada (FSIAP), inserida no 1º semestre do 2º ano da Licenciatura em Engenharia Informática. Neste relatório iremos apresentar as nossas escolhas para os materiais para a constituição de uma casa, em duas situações distintas uma onde a temperatura interna varia entre -5ºC e 4ºC outra onde a temperatura varia entre os 5ºC e os 12ºC. Por fim iremos ainda demonstrar o cálculo da resistência térmica para a casa.

A estrutura da casa deve ter 4 paredes e um telhado, uma porta e duas janelas, as paredes devem ter 3 metros de altura e 5 de comprimento, as janelas devem ter 2 metros por 1 metro e a porta 2,2 metros por um metro. A espessura dependerá dos materiais escolhidos.

O processo de transferência de energia por calor a considerar nesta situação é classificado como condução. A condução ocorre quando há uma diferença de temperatura entre dois meios e existe um material a separar os mesmos. Neste processo, a transferência de calor pode ser representada numa escala atómica como uma troca de energia cinética entre partículas, ocorrendo do meio mais quente para o mais frio.

A taxa de condução térmica depende das propriedades do material que está a ser aquecido. Considerando um pedaço de madeira e um de metal de igual tamanho e temperatura, segurando o pedaço de madeira com a mão esquerda e o de metal com a mão direita e aquecendo-os na mesma fonte de energia iremos sentir a mão direita muito mais quente do que a esquerda, isto ocorre uma vez que a madeira é um mau condutor térmico ao contrário do metal.

# Escolha dos materiais

Conjunto de materiais para constituir uma parede:

Material para exterior: Granito

-Condutividade térmica: 3,5 W/(m∙K)

Material isolante intermédio**:** Tijolo cerâmico

-Condutividade térmica: 1,14 W/(m∙K)

Material para o interior**:** Cortiça

-Condutividade térmica: 0,039 W/(m∙K)

Porta**:** Alumínio

-Condutividade térmica: 237 W/(m∙K)

Janela**:** Ar + vidro

-Condutividade térmica vidro: 1 W/(m∙K)

-Condutividade térmica ar: 0,026 W/(m∙K)

Telhado**:** água dupla de madeira leve

-Condutividade térmica vidro: 0,14 W/(m∙K)

-Foi escolhido o telhado de água dupla uma vez que este irá escoar melhor a água. Com um melhor escoamento de águas a superfície do telhado ficará menos molhada o que leva a uma pior condutividade térmica.

# Estrutura – Parede sem janela

Parede sem janela (5 metros de comprimento, 3 metros de altura)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| I  **L1** | M  **L2** | E  **L3** | E – Material externo (granito), L3=9cm  I – Material isolante intermédio (tijolo cerâmico), L2=9cm  M – Material interno (cortiça), L1=5cm |

Figura 1 Esquema lateral parede simples

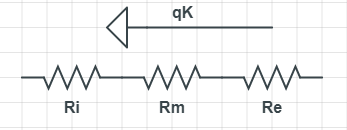


Figura 2 equivalente elétrico parede simples

Rk = Ri + Rm + Re

Ri = Li / (Ki\*A1) = 0,05 / (0,039\*(5\*3)) = 0,08547

Rm = Lm / (Km\*A2) = 0,09 / (1,14\*(5\*3)) = 0,00526

Re = Le / (Ke\*A3) = 0,09 / (3,5\*(5\*3)) = 0,00171

Rk = Ri + Rm + Re = 0,08547 + 0,00526 + 0,00171 = 0,09244

# Estrutura – Parede com janela

Paredes com janela (5 metros de comprimento, 3 metros de altura, janela 2m x 1m)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | | | | Estrutura vista externa da parede com janela  LA1-2m, LA2-1m |
|  |  |  | **LA2** |
| **LA1** | | |

Figura 3 Esquema Frontal parede com janela

## Resistência da parte com janela

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| I  **L1** | M  **L2** | | | | | E  **L3** | E – Material externo (granito), L3=9cm  M – Material isolante intermédio (tijolo cerâmico), L2=9cm  I – Material interno (cortiça), L1=5cm  A – Ar, L5=1,6cm, L6=3,5cm  J – Janela de vidro, L4=0,4cm |
| A | A  **L6** | J | A  **L5** | J | A  **L6** | A |
| I | M  **L4**  **L4** | | | | | E |

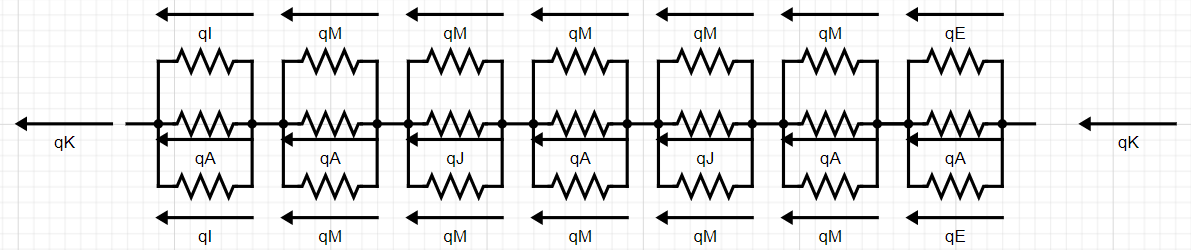
Figura 4 Esquema lateral parede com janela (parte com janela)

Figura 5 equivalente elétrico parede com janela (parte com janela)

1/Rk1=X1+X2+X3+X4+X5+X6+X7

X1=(1/Re1+1/Ra1+1/Re1) = (2/Re1+1/Ra1) =

= (2 / (0,09 / (3,5\*(2\*1)))) + (1 / (0,09 / (0,023\*(2\*1)))) = 156,06

X2= (1/Rm1+1/Ra2+1/Rm1) = (2/Rm1+1/Ra2)

= (2 / (0,035 / (1,14\*(2\*1)))) + (1 / (0,035 / (0,023 \*(2\*1)))) = 131,6

X3= (1/Rm2+1/Rj1+1/Rm2) = (2/Rm2+1/Rj1)

= (2 / (0,04 / (1,14\*(2\*1)))) + (1 / (0,04 / (0,8 \*(2\*1)))) = 118

X4= (1/Rm3+1/Ra3+1/Rm3) = (2/Rm3+1/Ra3)

= (2 / (0,016 / (1,14\*(2\*1)))) + (1 / (0,016 / (0,023 \*(2\*1)))) = 287,88

X5= (1/Rm2+1/Rj1+1/Rm2) = (2/Rm2+1/Rj1)

= (2 / (0,04 / (1,14\*(2\*1)))) + (1 / (0,04 / (0,8 \*(2\*1)))) = 118

X6= (1/Rm1+1/Ra2+1/Rm1) = (2/Rm1+1/Ra2)

= (2 / (0,035 / (1,14\*(2\*1)))) + (1 / (0,035 / (0,023 \*(2\*1)))) = 131,6

X7= (1/Ri1+1/Ra4+1/Ri1) =(2/Ri1+1/Ra4)

= (2 / (0,05 / (0,039\*(2\*1)))) + (1 / (0,05 / (0,023\*(2\*1)))) = 4,04

1/Rk1 = 156.06+131,6+118+287,88+118+131,6+4,04=947,18

Rk1=0,00106

## Resistência da parte sem janela

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| I  **L1** | M  **L2** | E  **L3** | E – Material externo (granito), L3=9cm  I – Material isolante intermédio (tijolo cerâmico), L2=9cm  M – Material interno (cortiça), L1=5cm |

Figura 6 Esquema lateral parede com janela (parte sem janela)

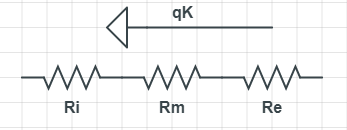


Figura 7 equivalente elétrico parede com janela (parte sem janela)

Rk2 = Ri + Rm + Re

Ri = Li / (Ki\*A1) = 0,05 / (0,039\*(1,5\*3)) = 0,28

Rm = Lm / (Km\*A2) = 0,09 / (1,14\*(1,5\*3)) = 0,018

Re = Le / (Ke\*A3) = 0,09 / (3,5\*(1,5\*3)) = 0,0057

Rk2 = Ri + Rm + Re = 0,28 + 0,018 + 0,0057 = 0,3037

Resistência Total da Parede com Janela = 2\*Rk2 + Rk1 = 2\*0,3037+0,00106 =

=0,30476

# Estrutura – Parede com Porta

Parede com porta (5 metros de comprimento, 3 metros de altura, porta 2,2m x 1m)

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | |  | Estrutura vista externa da parede com porta  LP=1m |
|  | |
|  | **LP** |

Figura 8 Esquema frontal parede com porta

## Resistência da parte com porta

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| I  **L1** | M  **L2** | E  **L3** | | E – Material externo (granito), L3=9cm  M – Material isolante intermédio (tijolo cerâmico), L2=9cm  I – Material interno (cortiça), L1=5cm  P – Porta (alumínio), L4=3cm  A – Ar, L5=20cm |
| A  **L5** | | | P  **L4** |

Figura 9 Esquema lateral parede com porta (parte com porta)

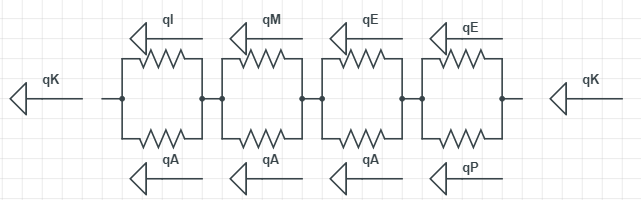


Figura 10 equivalente elétrico parede com porta (parte com porta)

1/Rk1=X1+X2+X3+X4

X1=(1/Re1+1/Rp1) =

= (1 / (0,03 / (3,5\*(1\*0,8)))) + (1 / (0,03 / (237\*(1 \* 2,2)))) = 17473,3

X2=(1/Re2+1/Ra1) =

= (1 / (0,06 / (3,5\*(1\*0,8)))) + (1 / (0,06 / (0,023\*(1 \* 2,2)))) = 47,51

X3=(1/Rm1+1/Ra2) =

= (1 / (0,09 / (1,14\*(1\*0,8)))) + (1 / (0,09 / (0,023\*(1 \* 2,2)))) = 10,695

X4=(1/Ri1+1/Ra3) =

= (1 / (0,05 / (0,039\*(1\*0,8)))) + (1 / (0,05 / (0,023\*(1 \* 2,2)))) = 1,636

1/Rk1= 17473,3+47,51+10,695+1,636=1/17533,141=0,00005703

## Resistência da parte sem porta

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| I  **L1** | M  **L2** | E  **L3** | E – Material externo (granito), L3=9cm  I – Material isolante intermédio (tijolo cerâmico), L2=9cm  M – Material interno (cortiça), L1=5cm |

Figura 11 Esquema lateral parede com porta (parte com porta)

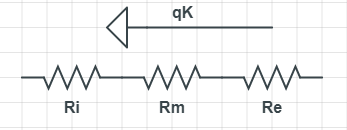


Figura 12 equivalente elétrico parede com porta (parte sem porta)

Rk2 = Ri + Rm + Re

Ri = Li / (Ki\*A1) = 0,05 / (0,039\*(2\*3)) = 0,21

Rm = Lm / (Km\*A2) = 0,09 / (1,14\*(2\*3)) = 0,013

Re = Le / (Ke\*A3) = 0,09 / (3,5\*(2\*3)) = 0,0043

Rk2 = Ri + Rm + Re = 0,21 + 0,013 + 0,0043 = 0,2273

Resistência Total da Parede com porta = 2\*Rk2 + Rk1 = 2\*0,2273 + 0,00005703

= 0,4547

# Estrutura - Telhado

Telhado (5 metros largura, 5 metros comprimento, 1 metro de altura)

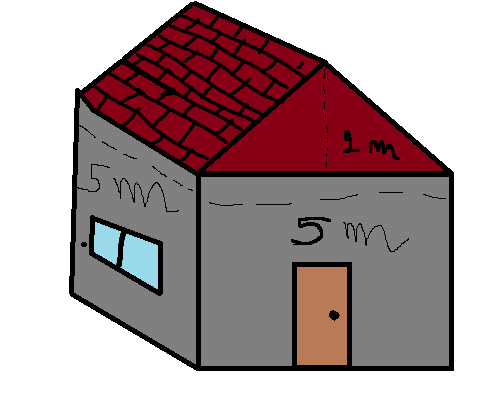


Figura 13 Esquema tridimensional do telhado

## Resistência da parte retangular

|  |  |
| --- | --- |
| T  **L1** | T – Material Telhado (madeira leve),  L1=2cm |

Figura 14 Esquema lateral telhado parte retangular

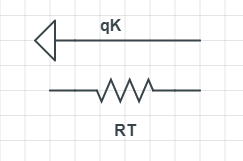


Figura 15 equivalente elétrico telhado parte retangular

Rk1 = Rt

Rt = Li / (Ki\*A1) = 0,02 / (0,14\*(5\*2,69)) = 0,011

Resistência total das duas partes retangulares = 0,022

Resistência da parte triangular

|  |  |
| --- | --- |
| T  **L1** | T – Material Telhado (madeira leve),  L1=2cm |

Figura 16 Esquema lateral telhado parte triangular

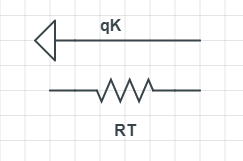


Figura 17 equivalente elétrico telhado parte triangular

Rk1 = Rt

Rt = Li / (Ki\*A1) = 0,02 / (0,14\*((5\*1)/2)) = 0,057

Resistência total das duas partes triangulares = 0,114

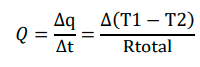
# Estrutura Final

## Resistência total da casa

Soma resistência de: parede sem janela + 2\* parede com janela + parede com porta + telhado = 1,29266

# Cálculo da energia necessária para manter uma determinada temperatura num espaço fechado

-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

R(total)=1,29266

Dia completo de trabalho (t)=8 horas=28800 segundos

## Temperatura Externa 20ºC

### Temperatura Interna entre – 5 ºC e os 4 ºC

Para os materiais e espessuras escolhidas, segue o cálculo da energia necessária a fornecer num dia inteiro de trabalho (8 horas), com uma temperatura exterior de 20ºC, para que a temperatura interior varie entre os – 5 ºC e os 4 ºC.

|  |  |
| --- | --- |
| T(interna)=-5ºC  T(externa)=20ºC  Q = (20-(-5)) / 1,29266= 19,33997 W  E = Q \* t = 19,33997 \* 28800= 556991,0108 J | T(interna)=4ºC  T(externa)=20ºC  Q = (20-4) / 1,29266= 12,37758 W  E = Q \* t = 12,37758 \* 28800= 356474,2469 J |

Figura 18 Tabela calculo energia (externa 20ºC, interna entre -5ºC/4ºC)

A energia necessária fornecer seria de, aproximadamente, entre **3,56 x 105** **J** e **5,57 x 105 J**

## Temperatura Interna entre 5 ºC e os 12 ºC

Para os materiais e espessuras escolhidas, segue o cálculo da energia necessária a fornecer num dia inteiro de trabalho (8 horas), com uma temperatura exterior de 20ºC, para que a temperatura interior varie entre os 5 ºC e os 12 ºC.

|  |  |
| --- | --- |
| T(interna)=5ºC  T(externa)=20ºC  Q = (20-5) / 1,29266= 11,60398 W  E = Q \* t = 11,60398 \* 28800= 334194,6065 J | T(interna)=12ºC  T(externa)=20ºC  Q = (20-12) / 1,29266= 6,18879 W  E = Q \* t =6,18879 \* 28800= 178237,1235 J |

Figura 19 Tabela calculo energia (externa 20ºC, interna entre 5ºC/12ºC)

A energia necessária fornecer seria de, aproximadamente, entre **1,78 x 105J** e **3,34 x 105J**

## Temperatura Externa 28ºC

### Temperatura Interna entre – 5 ºC e os 4 ºC

Para os materiais e espessuras escolhidas, segue o cálculo da energia necessária a fornecer num dia inteiro de trabalho (8 horas), com uma temperatura exterior de 28ºC, para que a temperatura interior varie entre os – 5 ºC e os 4 ºC.

|  |  |
| --- | --- |
| T(interna)=-5ºC  T(externa)=28ºC  Q = (28-(-5)) / 1,29266= 25,52875 W  E = Q \* t = 25,52875 \* 28800= 735228,1342 J | T(interna)=4ºC  T(externa)=28ºC  Q = (28-4) / 1,29266= 18,56637 W  E = Q \* t = 18,56637 \* 28800= 534711,3704 J |

Figura 20 Tabela cálculo energia (externa 28ºC, interna entre -5ºC/4ºC)

A energia necessária fornecer seria de, aproximadamente, entre **5,35 x 105J** e **7,35 x 105J**

### Temperatura Interna entre 5 ºC e os 12 ºC

Para os materiais e espessuras escolhidas, segue o cálculo da energia necessária a fornecer num dia inteiro de trabalho (8 horas), com uma temperatura exterior de 28ºC, para que a temperatura interior varie entre os 5 ºC e os 12 ºC.

|  |  |
| --- | --- |
| T(interna)=5ºC  T(externa)=28ºC  Q = (28-5) / 1,29266= 17,79277 W  E = Q \* t = 17,79277 \* 28800= 512431,7299 J | T(interna)=12ºC  T(externa)=28ºC  Q = (28-12) / 1,29266= 12,37758 W  E = Q \* t = 12,37758 \* 28800= 356474,2469 J |

Figura 21 Tabela cálculo energia (externa 28ºC, interna entre 5ºC/12ºC)

A energia necessária fornecer seria de, aproximadamente, entre **3,56 x 105J** e **5,12 x 105J**

# Sistema de arrefecimento

No sentido de otimizar as energias necessárias ao longo de 2 meses de trabalho de modo a manter uma temperatura interna entre os -5ºC e os 4ºC e outra entre os 5ºC e os 12ºC com temperaturas externas de 20ºC e 28ºC, o sistema de arrefecimento a considerar seria um ar condicionado portátil ou um ar condicionado monosplit.

## Sistema de arrefecimento de ar condicionado

O princípio de funcionamento é igual ao de um frigorífico: o interior do ar condicionado é constituído por uma rede de serpentinas, condensadores e evaporadores, percorridos por um fluido frigorígeno que permite realização de trocas de calor entre o interior e o exterior, de modo a fazer o aquecimento e o arrefecimento do espaço interior, consoante o pretendido, neste caso pretendemos um arrefecimento do espaço interior

Como consequência destas trocas de calor, a humidade do ar condensa dentro do ar condicionado razão por que o ar fica mais seco e daí que equipamento preveja um tabuleiro para recolha de condensados.

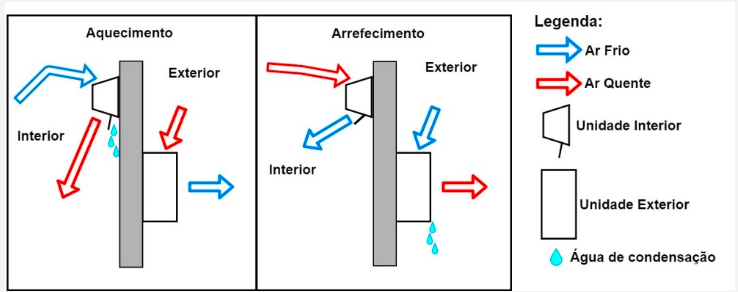


Figura 22 Funcionamento de um ar condicionado

### Ar Condicionado portátil

Unidade única com todos os componentes e com uma ligação ao exterior. É de fácil deslocação e não requer instalação, mas é necessário ter uma janela ou uma abertura perto do aparelho para colocação do tubo.

Vantagens: Fácil deslocação e não requer instalação.

Inconvenientes: É necessário ter uma janela ou uma abertura perto do aparelho para colocação do tubo de ligação ao exterior.

### Ar Condicionado Monosplit

Com uma unidade exterior e outra interior. É mais eficiente que os sistemas portáteis e é de fácil instalação, mas só permite climatizar uma única divisão da casa.

Vantagens: Mais eficiente do que os sistemas portáteis.

Inconvenientes: só permite a instalação numa única divisão da casa (no nosso caso não será um problema visto que a casa só tem uma divisão).

## Analise do melhor sistema

Comparando os dois sistemas chegamos á conclusão que o Ar condicionado Monosplit será a melhor solução para os dois sistemas onde a temperatura externa é de 28ºC e para o sistema onde a temperatura externa é de 20ºC e a temperatura interna varia entre os -5ºC e os 4ºC, isto porque a energia necessária para os manter á temperatura interna é no mínimo 3,50 x 105J, daí a utilização dum sistema mais potente como o MonoSplit.

No outro sistema onde a temperatura externa é de 20ºC e a temperatura interna varia entre os 5ºC e os 12ºC escolhemos o sistema de ar condicionado portátil dado a necessidade de uma menor quantidade de energia para manter a temperatura interna.

Referências

* <https://jornaleconomico.pt/noticias/economize-aquecimento-e-refrigeracao-das-nossas-casas-como-fazer-a-melhor-escolha-397742>
* <https://www.edp.pt/particulares/content-hub/como-arrefecer-a-casa-nos-dias-de-calor/>
* <http://www.protolab.com.br/Tabela-Condutividade-Material-Construcao.htm>
* <https://mc2h2o.blogspot.com/2021_10_03_archive.html>