



# SOLUÇÃO GEOTÉRMICA PARA CLIMATIZAÇÃO DE UMA MORADIA NO PORTO

**ANTÓNIO FERNANDO VALENTE GANDRA**

Maio de 2021

# SOLUÇÃO GEOTÉRMICA PARA CLIMATIZAÇÃO DE UMA MORADIA NO PORTO

António Fernando Valente Gandra  
1081258

**2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica





## **SOLUÇÃO GEOTÉRMICA PARA CLIMATIZAÇÃO DE UMA MORÁDIA NO PORTO**

António Fernando Valente Gandra  
1081258

Dissertação apresentada ao Instituto Superior de Engenharia do Porto para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica, realizada sob a orientação do Professor Doutor Leonardo Silva Ribeiro e coorientação do Eng.º Joaquim Fernandes Monteiro.

**2021**

Instituto Superior de Engenharia do Porto  
Departamento de Engenharia Mecânica



# JÚRI

## **Presidente**

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>

## **Orientador**

Doutor Leonardo José da Silva Ribeiro

Professor Adjunto, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Coorientador**

Mestre Joaquim Fernandes Monteiro

Técnico Superior, Instituto Superior de Engenharia do Porto

## **Arguente**

<Grau Académico e Nome>

<Categoria, Instituição>



## AGRADECIMENTOS

Este trabalho é dedicado à minha mãe, Natália, ao meu pai, Agostinho, à minha esposa, Cristina, e ao meu filho Afonso, pela importância na minha vida e por serem as pessoas que me suscitam em procurar ser melhor a cada dia.

Começo por agradecer às duas pessoas mais importantes da minha vida, os meus pais, pois, sem o seu encorajamento, apoio, compreensão e afeto, não seria possível a concretização de mais um objetivo da minha vida.

À Cristina e ao meu Afonso, pelo amor, paciência e incentivo, pelas horas de apoio e pela compreensão por todas as horas de ausência.

Esta dissertação não poderia ter sido realizada sem a contribuição de algumas pessoas, como tal, estou grato a todos aqueles que contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho, não podendo deixar de destacar:

O meu orientador, Professor Doutor Leonardo José da Silva Ribeiro, pela disponibilidade demonstrada ao longo de todo o projeto e por todo o apoio prestado.

O meu coorientador, Engenheiro Joaquim Fernandes Monteiro, pelo acompanhamento e apoio que me garantiu do início ao fim deste trabalho.

A todos meus amigos e professores que fizeram parte desta longa jornada académica, especialmente aos que se tornaram amigos.



## **PALAVRAS-CHAVE**

Geotermia, Climatização, Bomba de Calor Geotérmica, Teste de Resposta Térmica, Sustentabilidade Energética

## **RESUMO**

O consumo energético a nível mundial tem vindo a aumentar e, com isso, as emissões de gases causadores de efeito de estufa, levando ao aquecimento global do planeta e conduzindo a uma procura crescente de fontes alternativas de energia que apresentem menos emissões associadas. A geotermia constitui uma fonte de energia renovável sem emissões associadas e com aplicabilidade na geração de eletricidade e climatização de espaços com elevada eficiência energética.

Na presente dissertação pretende-se estudar a possibilidade de climatizar uma moradia no Porto com 346 m<sup>2</sup>, recorrendo a uma solução geotérmica adequada às necessidades energéticas da mesma. Um dos parâmetros que afeta o dimensionamento da profundidade da perfuração geotérmica é a condutibilidade térmica do solo, que pode ser obtida *in situ* com precisão, recorrendo a um teste de resposta térmica. Com recurso ao *software Hourly Analysis Program* é possível determinar as necessidades energéticas da habitação, detalhando a potência de pico e o consumo energético anual.

A solução geotérmica encontrada permite, face a soluções alternativas, a redução do consumo energético entre 35% e 60%, obtendo-se retorno financeiro do investimento inicial num prazo entre 13 e 20 anos, dependendo da solução alternativa usada como referência. Esta solução conduz à redução das emissões anuais de CO<sub>2</sub>eq em 4 toneladas.



**KEYWORDS**

*Geothermal, Climatization, Geothermal Heat Pump, Thermal Response Test, Energy Sustainability*

**ABSTRACT**

*The global energy consumption has been increasing and, as a result, greenhouse gas emissions as well, leading to the planet's global warming and leading to a growing demand for alternative energy sources with less associated emissions. Geothermal energy is a renewable energy source with no associated emissions and with applicability in the electricity production and air conditioning of buildings with high energy efficiency.*

*This dissertation intends to study the possibility of acclimatizing a 346 m<sup>2</sup> house in Porto, using a geothermal solution suitable to its energy needs. One of the parameters that affects the dimensioning of the geothermal drilling depth is the thermal conductivity of the soil, which can be obtained in situ with precision, using a thermal response test. Using the Hourly Analysis Program software, it is possible to determine the energy needs of the home, specifying the thermal peak power and the annual energy consumption.*

*Comparing with other alternative solutions, the dimensioned geothermal solution allows to reduce the energy consumption from 35% up to 60%, offering financial return in a period between 13 and 20 years, depending on the alternative solution used as reference. This solution leads to an annual reduction of 4 tonnes of CO<sub>2</sub>eq being released into atmosphere.*



## LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

### Lista de Abreviaturas

BCA	Bomba de Calor Aerotérmica
BCG	Bomba de Calor Geotérmica
C+AC	Caldeira de Biomassa em conjunto com Ar Condicionado
COP	<i>Coefficient of Performance</i>
EED	<i>Earth Energy Designer</i>
ENE	És-nordeste
EVAL	Etileno Vinil Álcool
GHSP	<i>Ground Source Heat Pump</i>
HAP	<i>Hourly Analysis Program</i>
NNO	Nor-noroeste
OSO	Oés-sudoeste
PIB	Produto Interno Bruto
SSE	Su-sudeste
TRT	Teste de Resposta Térmica
UE	União Europeia
VAL	Valor Atual Líquido

### Lista de Unidades

$\text{kW}_{\text{th}}$	Potência Térmica em kW
$\text{kWh}_{\text{th}}$	Energia Térmica em kWh

### Lista de Variáveis Latinas

$A$	Área de transferência de calor [ $\text{m}^2$ ]
$A_c$	Área de transferência de calor da caixilharia [ $\text{m}^2$ ]
$A_v$	Área de transferência de calor do envidraçado [ $\text{m}^2$ ]
$c_p$	Calor específico a pressão constante [ $\text{J} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ ]
$\text{COP}_{\text{BC}}$	<i>Coefficient of Performance</i> da bomba de calor [n/a]
$\text{COP}_{\text{MF}}$	<i>Coefficient of Performance</i> da máquina frigorífica [n/a]
$E_i$	Função integral exponencial [n/a]
$E_{sp}$	Espessura [mm]
$\dot{q}_{\text{cond}}$	Potência calorífica de condução [ $\text{W}$ ]
$q$	Fluxo de calor constante por metro [ $\text{W} \cdot \text{m}^{-1}$ ]
$Q_F$	Calor trocado com o espaço a arrefecer [J]
$Q_Q$	Calor trocado com o espaço a aquecer [J]
$r$	Distância radial [m]
$R_t$	Resistência térmica [ $\text{K} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{W}^{-1}$ ]
$R_{pfg}$	Resistência térmica da perfuração geotérmica [ $\text{K} \cdot \text{m} \cdot \text{W}^{-1}$ ]

$t$	Tempo [s]
$t_{min}$	Tempo mínimo do TRT [s]
$T_0$	Temperatura média não perturbada [K]
$T_{mf}(t)$	Média de temperatura do fluido à entrada e à saída [K]
$T(r, t)$	Temperatura em função do tempo e posição [K]
$U_c$	Coeficiente de transferência de calor da caixilharia [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]
$U_{cv}$	Coeficiente de transferência de calor da caixilharia em conjunto com o envidraçado [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]
$U_v$	Coeficiente de transferência de calor do envidraçado [ $W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}$ ]
$W_{el}$	Energia elétrica fornecida ao compressor [J]

#### Lista de Variáveis Gregas

$\alpha$	Difusibilidade térmica [ $mm \cdot s^{-1}$ ]
$\gamma$	Constante de Euler-Mascheroni [n/a]
$\Delta T$	Variação da temperatura [K]
$\Delta x$	Variação do comprimento [m]
$\lambda$	Condutibilidade térmica [ $W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$ ]
$\rho$	Massa volúmica [ $kg \cdot m^{-3}$ ]
$\eta_{cald}$	Rendimento térmico da caldeira

#### Lista de Símbolos Químicos

CO <sub>2</sub> eq	Dióxido de Carbono Equivalente
<sup>40</sup> K	Isótopo 40 do Potássio
<sup>232</sup> Th	Isótopo 232 do Tório
<sup>235</sup> U	Isótopo 235 do Urânio
<sup>238</sup> U	Isótopo 238 do Urânio

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1 – GRÁFICO DE GANTT PARA A DISSERTAÇÃO.....	2
FIGURA 2 – EVOLUÇÃO DE EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> EQ DEVIDO À COMBUSTÃO DE COMBUSTÍVEIS FÓSSEIS A NÍVEL MUNDIAL.....	7
FIGURA 3 - EVOLUÇÃO DA MÉDIA DAS TEMPERATURAS DO PLANETA DESDE 1880.....	7
FIGURA 4 – EVOLUÇÃO DAS EMISSÕES DE CO <sub>2</sub> EQ EM PORTUGAL ENTRE 2000 E 2018.....	8
FIGURA 5 – EVOLUÇÃO DA ORIGEM DO CONSUMO ANUAL DE ENERGIA EM PORTUGAL DE 2000 A 2019.....	9
FIGURA 6 – COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA ORIGEM DO CONSUMO DA ENERGIA EM PORTUGAL NOS ANOS 2000 E 2019.....	9
FIGURA 7 – EVOLUÇÃO DA PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL EM PORTUGAL ENTRE 2000 E 2018.....	10
FIGURA 8 – COMPARAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DA PRODUÇÃO DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL EM PORTUGAL NOS ANOS 2000 E 2018.....	10
FIGURA 9 – APLICAÇÕES DO RECURSO GEOTÉRMICO DE ACORDO COM O DIAGRAMA DE LINDAL.....	12
FIGURA 10 – UTILIZAÇÃO DE UMA BOMBA GEOTÉRMICA PARA: A) ARREFECIMENTO DA HABITAÇÃO; B) AQUECIMENTO DA HABITAÇÃO.....	13
FIGURA 11 – PRINCIPAIS OCORRÊNCIAS GEOTÉRMICAS EM PORTUGAL CONTINENTAL.....	14
FIGURA 12 – CICLO DE FUNCIONAMENTO DE UMA BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA.....	16
FIGURA 13 – BOMBA DE CALOR EM SISTEMA FECHADO: A) HORIZONTAL ; B) VERTICAL.....	17
FIGURA 14 – CLASSIFICAÇÃO DOS PERMUTADORES GEOTÉRMICOS.....	18
FIGURA 15 – MÉTODOS DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR E VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DO SOLO PARA BAIXA PROFUNDIDADE.....	19
FIGURA 16 – EXEMPLO DE EQUIPAMENTO PARA TRT.....	23
FIGURA 17 – EXEMPLO DE RESULTADO DE TRT: EVOLUÇÃO DAS TEMPERATURAS COM O TEMPO.....	24
FIGURA 18 – REGRESSÃO LINEAR DA TEMPERATURA MÉDIA EM FUNÇÃO DO TEMPO EM BASE LOGARÍTMICA.....	27
FIGURA 19 – MÉTODO <i>STEP-WISE EVALUATION</i> : A) SEM INFLUÊNCIA DE FATORES EXTERNOS; B) COM INFLUÊNCIA DE FATORES EXTERNOS.....	28
FIGURA 20 – LOCALIZAÇÃO DA MORADIA DO CASO DE ESTUDO.....	31
FIGURA 21 – PLANTA DOS DOIS PISOS DA MORADIA.....	31
FIGURA 22 – HAP - CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS CONSIDERADAS NO PORTO.....	33
FIGURA 23 – HAP - PERFIL DE TEMPERATURA EXTERIOR AO LONGO DO ANO.....	34
FIGURA 24 – HAP - PERFIL DE RADIAÇÃO SOLAR AO LONGO DO ANO PARA CADA ORIENTAÇÃO.....	34
FIGURA 25 – CARGAS TÉRMICAS INTERNAS GERADAS NA SALA 1.....	35
FIGURA 26 – PERFIL HORÁRIO DE UTILIZAÇÃO DA SALA 1 À SEMANA E AOS FINS DE SEMANA.....	36
FIGURA 27 – COMPOSIÇÃO DAS PAREDES EXTERIORES DA MORADIA.....	36
FIGURA 28 – COMPOSIÇÃO DA COBERTURA PLANA DA MORADIA.....	37
FIGURA 29 – COMPOSIÇÃO DO ENVIDRAÇADO SUNGUARD SNX 60 E SUAS PROPRIEDADES TÉRMICAS.....	38
FIGURA 30 – PROPRIEDADES TÉRMICAS DO <i>BLACKOUT SOLTIS FEEL 99 LOWE</i> .....	39

FIGURA 31 – DEFINIÇÃO DAS ÁREAS ENVOLVENTES DA SALA 1, ENVIDRAÇADOS E PALAS. ....	39
FIGURA 32 – DEFINIÇÃO DA COBERTURA DA SALA 1. ....	40
FIGURA 33 – NECESSIDADES ENERGÉTICAS DA MORADIA. ....	40
FIGURA 34 – CONSUMO ANUAL ENERGÉTICO DE ARREFECIMENTO, DE AQUECIMENTO, DE ILUMINAÇÃO E EQUIPAMENTOS ELÉTRICOS. ....	41
FIGURA 35 – SISTEMA UTILIZADO NA REALIZAÇÃO DO TRT. ....	42
FIGURA 36 – EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA TÉRMICA TROCADA DURANTE O TRT. ....	42
FIGURA 37 – EVOLUÇÃO DAS TEMPERATURAS AO LONGO DO TRT. ....	43
FIGURA 38 – REGRESSÃO LINEAR DA TEMPERATURA MÉDIA EM BASE LOGARÍTMICA. ....	43
FIGURA 39 – DIFERENÇA DA TEMPERATURA AJUSTADA PELA REGRESSÃO LINEAR EM RELAÇÃO À TEMPERATURA MÉDIA OBTIDA AO LONGO DO TRT. ....	44
FIGURA 40 – MÉTODO <i>STEP-WISE EVALUATION</i> APLICADO À CONDUTIBILIDADE TÉRMICA DO SOLO. ....	44
FIGURA 41 – ESQUEMA DE CONSTITUIÇÃO DO PISO RADIANTE HIDRÁULICO. ....	45
FIGURA 42 – DISTRIBUIÇÃO DAS DIVISÕES POR COLETORES. ....	46
FIGURA 43 – EVOLUÇÃO DA TEMPERATURA NO PAVIMENTO COM SISTEMA PISO RADIANTE EM: A) AQUECIMENTO; B) ARREFECIMENTO. ....	46
FIGURA 44 – COMPOSIÇÃO DO TUBO UTILIZADO NO PISO RADIANTE. ....	47
FIGURA 45 – EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA DE AQUECIMENTO, CONSUMO ELÉTRICO E COP EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO COMPRESSOR PARA A BOMBA ECOFOREST ECOGEO B/C 1-9. ....	48
FIGURA 46 – EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA DE ARREFECIMENTO, CONSUMO ELÉTRICO E COP EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO COMPRESSOR PARA A BOMBA ECOFOREST ECOGEO B/C 1-9. ....	48
FIGURA 47 – EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA DE AQUECIMENTO, CONSUMO ELÉTRICO E COP EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO COMPRESSOR PARA A BOMBA ECOFOREST ECOAIR EVI 3-12. ....	49
FIGURA 48 – EVOLUÇÃO DA POTÊNCIA DE ARREFECIMENTO, CONSUMO ELÉTRICO E COP EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE DO COMPRESSOR PARA A BOMBA ECOFOREST ECOAIR EVI 3-12. ....	50
FIGURA 49 – EVOLUÇÃO DO CUSTO TOTAL DE CADA SOLUÇÃO ATUALIZADO AO ANO 0. ....	51
FIGURA 50 – GANHOS INTERNOS DA COZINHA. ....	69
FIGURA 51 – PERFIL DE UTILIZAÇÃO “COZINHA – EQUIPAMENTOS”. ....	70
FIGURA 52 – PERFIL DE UTILIZAÇÃO “COZINHAR”. ....	70
FIGURA 53 – GANHOS INTERNOS DO QUARTO 1. ....	71
FIGURA 54 – GANHOS INTERNOS DO QUARTO 2. ....	71
FIGURA 55 – GANHOS INTERNOS DO QUARTO 3. ....	72
FIGURA 56 – GANHOS INTERNOS DO QUARTO 4. ....	72
FIGURA 57 – PERFIL DE UTILIZAÇÃO “QUARTO – UTILIZAÇÃO”. ....	73
FIGURA 58 – PERFIL DE UTILIZAÇÃO “DORMIR”. ....	73

## ÍNDICE DE TABELAS

TABELA 1 – CONDUTIBILIDADE E DIFUSIBILIDADE TÉRMICA PARA OS TIPOS DE SOLO MAIS COMUNS. ....	21
TABELA 2 – VANTAGENS E DESVANTAGENS DO SISTEMA DE BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA. ....	22
TABELA 3 – ÁREAS DAS DIVISÕES E ORIENTAÇÃO DE CADA FACHADA. ....	32
TABELA 4 – PARÂMETROS TÉRMICOS DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA PAREDE EXTERIOR. ....	37
TABELA 5 – PARÂMETROS TÉRMICOS DOS MATERIAIS CONSTITUINTES DA COBERTURA PLANA. ....	37
TABELA 6 – CUSTO DO INVESTIMENTO INICIAL PARA CADA SOLUÇÃO. ....	50
TABELA 7 – TARIFAS CONSIDERADAS PARA DETERMINAÇÃO DO CUSTO DE OPERAÇÃO. ....	51
TABELA 8 – ENERGIA PRIMÁRIA NECESSÁRIA PARA CADA SOLUÇÃO EM KWH. ....	51
TABELA 9 – CUSTOS DE OPERAÇÃO ANUAIS ATUALIZADOS AO ANO 0 E VAL PARA CADA SOLUÇÃO. ....	52
TABELA 10 – CONSUMO ANUAL DA ENERGIA EM PORTUGAL ENTRE 2000 E 2019. ....	65
TABELA 11 – PRODUÇÃO ANUAL DE ENERGIA DE FONTE RENOVÁVEL EM PORTUGAL ENTRE 2000 E 2018. .....	66
TABELA 12 – EMISSÕES ANUAIS DE CO <sub>2</sub> EQ EM PORTUGAL ENTRE 2000 E 2018. ....	67
TABELA 13 – DADOS OBTIDOS PELO SISTEMA DE AQUISIÇÃO DE DADOS DO TRT E AJUSTE POR REGRESSÃO LINEAR. ....	68



# ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO .....	1
1.1	CONTEXTUALIZAÇÃO .....	1
1.2	OBJETIVOS .....	1
1.3	METODOLOGIA .....	2
1.4	ESTRUTURA DO RELATÓRIO .....	2
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1	SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA.....	7
2.1.1	AQUECIMENTO GLOBAL.....	7
2.1.2	A ENERGIA EM PORTUGAL .....	8
2.2	GEOTERMIA .....	11
2.2.1	A ENERGIA GEOTÉRMICA .....	11
2.2.2	CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES .....	11
2.2.3	POTENCIAL GEOTÉRMICO EM PORTUGAL E NA EUROPA .....	13
2.2.4	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA .....	15
2.2.5	FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DA GSHP .....	19
2.2.6	VIABILIDADE ECONÓMICA.....	21
2.2.7	VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GSHP .....	22
2.3	TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA.....	23
2.3.1	DESCRIÇÃO DO TESTE.....	23
2.3.2	TEORIA DA FONTE LINEAR.....	25
3	CASO PRÁTICO.....	31
3.1	DESCRIÇÃO DO CASO PRÁTICO .....	31
3.2	DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS .....	33

---

3.3	EXECUÇÃO DO TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA .....	41
3.4	DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO GEOTÉRMICA .....	45
3.4.1	PISO RADIANTE.....	45
3.4.2	BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA .....	48
3.4.3	PERFURAÇÃO GEOTÉRMICA .....	49
3.5	VIABILIDADE ECONÓMICA.....	49
4	CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS .....	55
4.1	CONCLUSÕES .....	55
4.2	PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS .....	56
5	BIBLIOGRAFIA.....	59
6	ANEXOS.....	65

# INTRODUÇÃO

- 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO
- 1.2 OBJETIVOS
- 1.3 METODOLOGIA
- 1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO



# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

A procura da sustentabilidade energética intensificou-se no final do século XX devido a preocupações ambientais, económicas e de segurança, surgindo fontes alternativas de energia com menores emissões associadas e com taxa de renovação do recurso superior à taxa de utilização do mesmo. Um exemplo dessas fontes alternativas é a geotermia, que proporciona a única energia de fonte renovável que não depende da energia solar, mas sim da energia térmica proveniente do interior da Terra, Boyle (2012). A geotermia pode ser explorada para diversos fins, desde geração de energia elétrica até à climatização de espaços, com elevada eficiência energética, DGEG (2017).

A nível mundial ainda existe muito potencial geotérmico por explorar e prevê-se que em 2050 a energia geotérmica fornecerá entre 4 a 7% da energia elétrica gerada na Europa, alcançando 100 a 250 TWh por ano, comparando com os 25 TWh gerados em 2020, Longa *et al.* (2020).

## 1.2 OBJETIVOS

A dissertação apresentada tem como principal objetivo o dimensionamento de uma solução geotérmica para a climatização de uma moradia no Porto respeitando as suas necessidades energéticas, tendo como objetivos complementares:

- Abordar o tema da sustentabilidade energética em Portugal, investigando a origem da energia consumida;
- Aprofundar o conhecimento na área da geotermia, como fonte de energia renovável;
- Conhecer o potencial geotérmico em Portugal;
- Compreender as vantagens e as desvantagens da bomba de calor geotérmica;
- Examinar o teste de resposta térmica (TRT) como forma de conhecimento prévio das propriedades térmicas do solo na localização a instalar a solução geotérmica;
- Calcular as necessidades energéticas da habitação selecionada;
- Determinar a profundidade das perfurações geotérmicas e escolher a bomba de calor geotérmica adequada;
- Estudar a viabilidade económica da solução geotérmica dimensionada, comparando com outras soluções alternativas.

### 1.3 METODOLOGIA

Esta dissertação divide-se em três fases: conhecimento da tecnologia, dimensionamento da solução adequada ao caso prático e análise da solução encontrada.

Para o conhecimento da tecnologia efetuou-se uma revisão bibliográfica assente numa pesquisa em diversas fontes relativas à área da geotermia, como livros técnicos, artigos científicos, teses de mestrado e doutoramento, normas, entre outros.

Para o dimensionamento da solução adequada ao caso prático foram exploradas diversas metodologias como:

- Determinação das necessidades energéticas recorrendo ao *software Hourly Analysis Program (HAP)*;
- Caracterização das propriedades do solo com recurso ao TRT, cujos dados foram fornecidos pela empresa *100fumos*;
- Dimensionamento da profundidade e geometria da perfuração geotérmica;
- Escolha da bomba de calor geotérmica adequada às necessidades energéticas.

Por fim, foi feita uma análise da solução encontrada expondo as conclusões sobre a mesma, incidindo também sobre a viabilidade económica quando comparado com outras soluções alternativas.

O planeamento da dissertação está apresentado na Figura 1 recorrendo a um gráfico de Gantt, sendo a sua duração prevista de 5 meses.

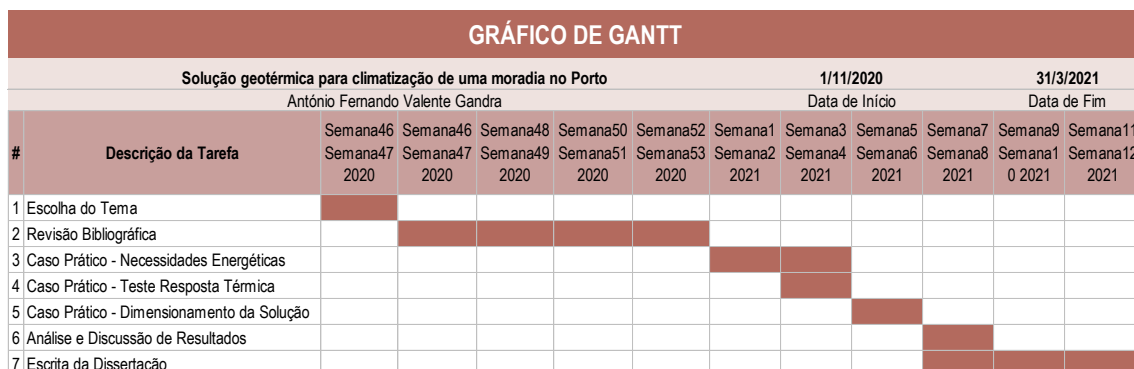


Figura 1 – Gráfico de Gantt para a dissertação.

### 1.4 ESTRUTURA DO RELATÓRIO

A dissertação encontra-se estruturada em seis capítulos.

No primeiro capítulo é apresentada uma introdução aos temas abordados ao longo da dissertação, os seus principais objetivos, a metodologia seguida e a estrutura da dissertação.

No segundo capítulo é feito o enquadramento da sustentabilidade energética em Portugal, da geotermia como fonte de energia renovável e a apresentação do TRT, constituindo a base teórica para o capítulo seguinte.

No terceiro capítulo é abordado todo o processo de desenvolvimento do projeto que inicia com a apresentação do caso prático e culmina com a definição da solução geotérmica encontrada.

No quarto capítulo são apresentadas as conclusões decorrentes da realização deste trabalho de investigação, bem como possíveis trabalhos futuros a serem explorados.

No quinto capítulo estão listadas as referências bibliográficas que foram consultadas e utilizadas no decorrer da realização da dissertação.

No sexto capítulo são expostos os anexos, que complementam a informação apresentada no decorrer da dissertação.



# REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

2.2 GEOTERMIA

2.3 TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 SUSTENTABILIDADE ENERGÉTICA

#### 2.1.1 AQUECIMENTO GLOBAL

A procura da sustentabilidade energética intensificou-se no final do século XX devido a preocupações ambientais, económicas e de segurança. A utilização de combustíveis fósseis contribuiu para o aquecimento global do planeta e desequilíbrio dos ecossistemas existentes, motivada pelas elevadas emissões de gases de efeito de estufa. Na Figura 2 está representada a evolução crescente das emissões de CO<sub>2</sub> equivalente (CO<sub>2</sub>eq) ao longo do século XX, resultante da combustão de gás natural, petróleo e carvão, Boyle (2012).

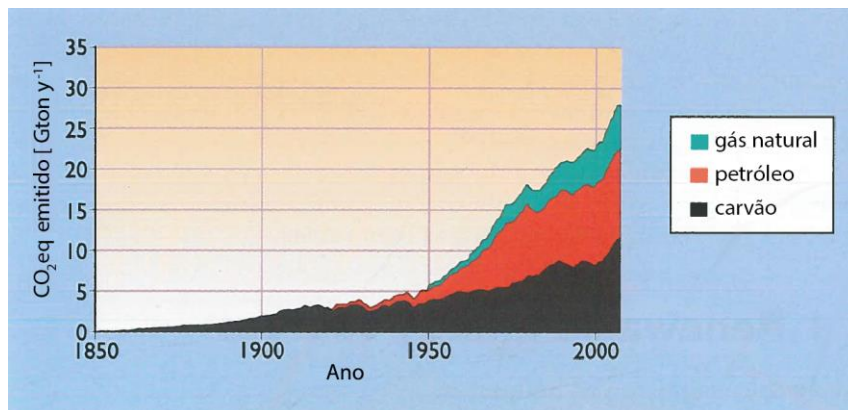


Figura 2 – Evolução de emissões de CO<sub>2</sub>eq devido à combustão de combustíveis fósseis a nível mundial adaptado de Boyle (2012).

A temperatura média do planeta tem uma evolução correlacionada com o crescimento das emissões, pelo que em 150 anos a temperatura subiu 1°C, conforme apresentado na Figura 3.

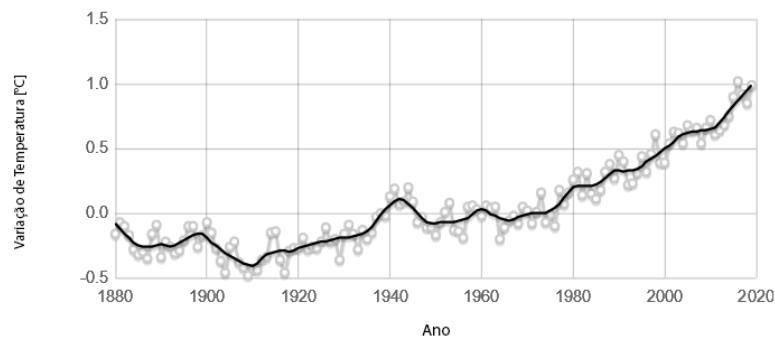


Figura 3 - Evolução da média das temperaturas do planeta desde 1880, adaptado de NASA (2020).

De forma a que o aumento da temperatura média global não exceda os 2°C até 2050 será necessário que as emissões sejam reduzidas de imediato e que a meio do século XXI sejam 80% menores que no início do século. Este objetivo implica a adoção de formas de geração de energia com baixas ou emissões nulas, como é o caso das energias renováveis, Boyle (2012).

Conforme se pode constatar na Figura 4, no período de 2000 a 2018, as emissões de CO<sub>2</sub> em Portugal desceram 18%, de 82000 para 67000 toneladas de CO<sub>2</sub>eq, motivado pela desaceleração da atividade económica durante a crise de 2008 a 2013 e pela adoção de novas políticas energéticas, PORDATA (2020).

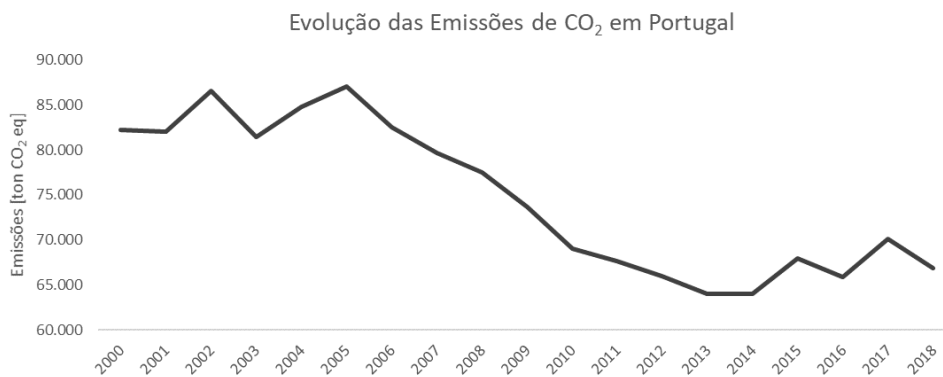


Figura 4 – Evolução das emissões de CO<sub>2</sub>eq em Portugal entre 2000 e 2018, adaptado de PORDATA (2020).

### 2.1.2 A ENERGIA EM PORTUGAL

Em 2007, a União Europeia (UE) definiu como objetivo para 2020 a redução em 20% do consumo anual de energia da UE, tendo em vista a sustentabilidade energética, a redução das emissões de gases com efeito de estufa, a melhoria da segurança energética e a redução das faturas de importação de energia, aumentando assim a competitividade económica da UE. De forma a cumprir a meta traçada foram criados diversos incentivos, medidas e programas. Em 2009, a UE definiu também como objetivo para 2020 que 20% da energia consumida devia ser obtida por fontes de energias renováveis, Europeu (2020).

Em 2018, a UE definiu como objetivo para 2030 a redução de 32,5% do consumo anual de energia da UE e que 32% da energia consumida devia ser obtida por fontes de energias renováveis, Europeu (2020).

As novas políticas adotadas pela UE levaram à alteração do mercado energético, possibilitando que o consumidor possa exercer função de produtor para as suas necessidades energéticas e também de fornecedor da energia que lhe é excedentária, Soeiro & Dias (2020).

Em Portugal, no período entre 2007 e 2019, o consumo anual de energia desceu 11,5% de 295 TWh para 261 TWh. A evolução do consumo anual de energia em Portugal, segmentado por origem da mesma, está representado na Figura 5. Nos últimos 20 anos, o consumo anual da energia em Portugal desceu ligeiramente,

existindo uma redução notória no período da crise económica entre 2008 e 2013. No Anexo 6.1 encontra-se a informação que deu origem aos gráficos apresentados neste capítulo 2.1.

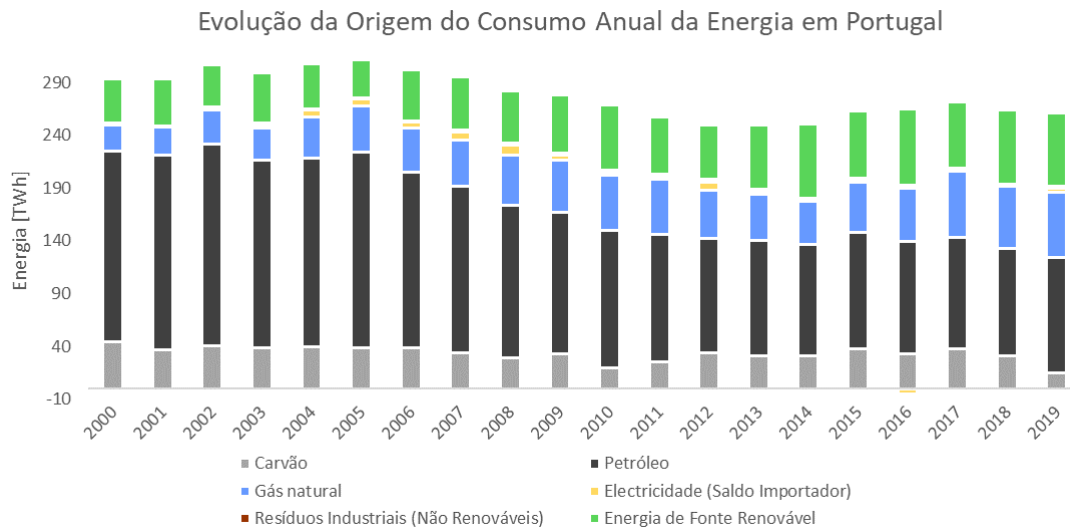


Figura 5 – Evolução da origem do consumo anual de energia em Portugal de 2000 a 2019, adaptado de PORDATA (2020).

A evolução ao longo destas duas décadas reflete os efeitos das medidas tomadas em prol de fontes de energias renováveis em Portugal, resultando no aumento da contribuição das mesmas de 14,4% em 2000 para 26,7% em 2019. Na Figura 6 é apresentada a comparação da distribuição da origem do consumo da energia em Portugal nos anos 2000 e 2019, onde se torna evidente a redução da preponderância dos combustíveis fósseis, como o carvão e o petróleo. Em sentido contrário, o gás natural assumiu uma posição de maior relevância ao longo deste período.

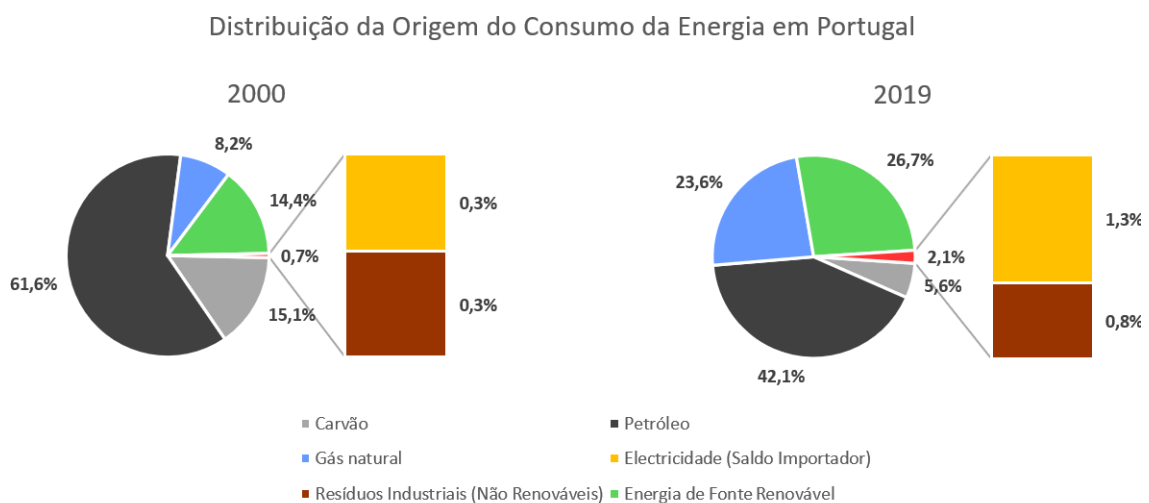


Figura 6 – Comparação da distribuição da origem do consumo da energia em Portugal nos anos 2000 e 2019, adaptado de PORDATA (2020).

A energia de fonte renovável contribui com uma produção anual de 62 TWh em 2019 comparando com os 42 TWh em 2000, sendo que se mantém predominante a energia proveniente da biomassa e da energia hídrica (Figura 7).

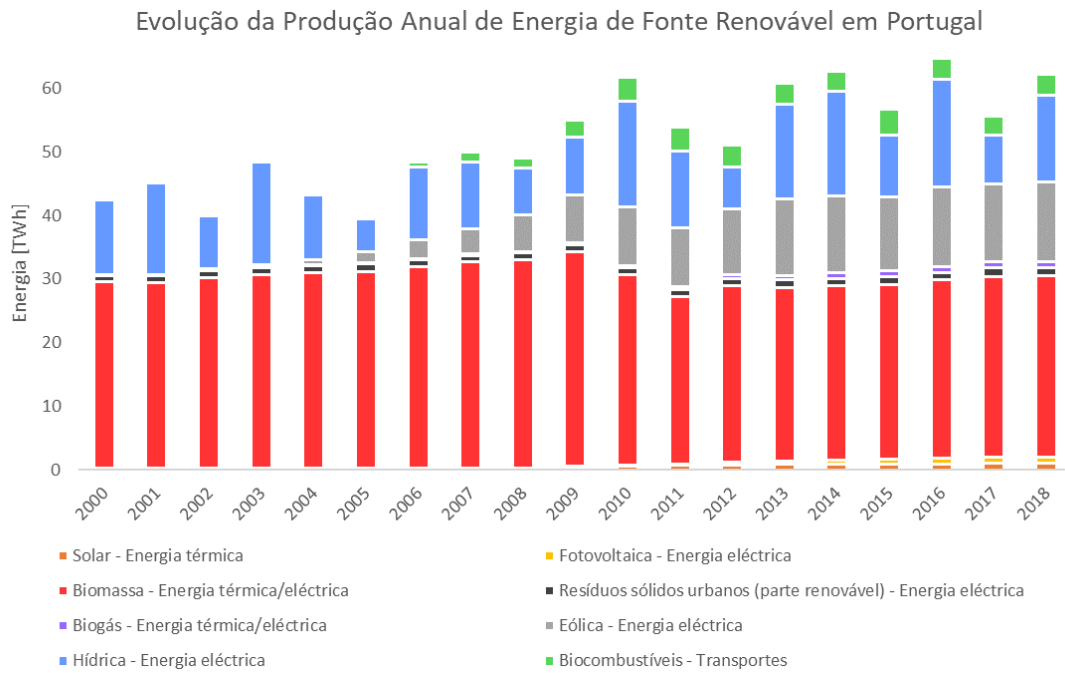


Figura 7 – Evolução da produção anual de energia de fonte renovável em Portugal entre 2000 e 2018, adaptado de PORDATA (2020).

Na Figura 8 está representado um gráfico comparativo entre a produção anual de energias renováveis em 2000 e em 2018 em Portugal, ficando patente o investimento na energia eólica, nos biocombustíveis e na energia solar (térmica e fotovoltaica). Estas três origens são responsáveis em 2018 por 28,7% da produção de energia renovável (17,9 TWh), comparando com os 0,9% em 2000 (0,4 TWh).

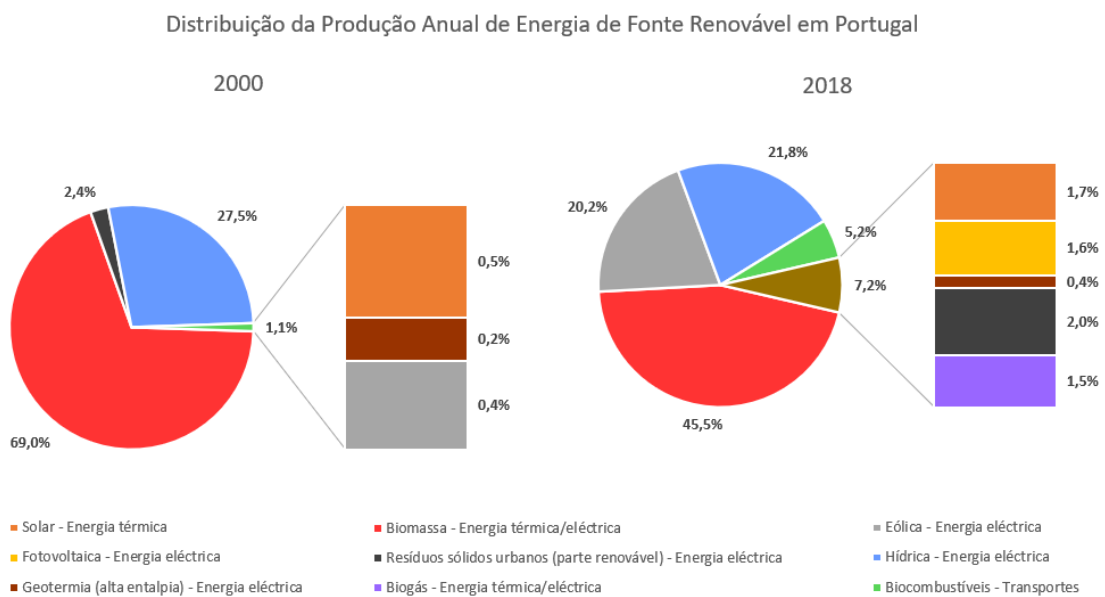


Figura 8 – Comparação da distribuição da produção de energia de fonte renovável em Portugal nos anos 2000 e 2018, adaptado de PORDATA (2020).

A energia geotérmica duplicou a sua produção de energia neste período em Portugal. Contudo, ainda apresenta uma contribuição muito modesta com 0,3 TWh por ano, PORDATA (2020).

Segundo Couto (2018), em Portugal, uma maior utilização de energia proveniente de fonte renovável provoca um aumento do Produto Interno Bruto (PIB) do país, um decréscimo nas emissões de CO<sub>2</sub>eq e uma redução do preço de venda da energia elétrica no mercado.

## 2.2 GEOTERMIA

### 2.2.1 A ENERGIA GEOTÉRMICA

A energia geotérmica é a única fonte de energia renovável que não depende da energia solar, tendo como fonte o interior da Terra. É um recurso energético limpo, seguro e relativamente bem difundido pelo globo terrestre. A quantidade de energia geotérmica disponível, anualmente, para ser explorada situa-se nos 10<sup>21</sup> J/ano, comparando com os 5,4 x 10<sup>24</sup> J/ano da energia solar, Boyle (2012).

O calor difundido até à superfície terrestre tem origem na formação da Terra, há cerca de 4,5 mil milhões de anos, ao qual acresce o calor gerado por diversos fenómenos térmicos, como a cristalização do núcleo terrestre, movimentos diferenciais entre as camadas que constituem o planeta, e ainda a desintegração de isótopos radioativos presentes nas rochas que compõe a crosta e o manto terrestre, DGEG (2017). Estima-se que 60% deste fluxo térmico seja proveniente da desintegração de isótopos radioativos, sendo os mais comuns o Urânio (<sup>238</sup>U e <sup>235</sup>U), o Tório (<sup>232</sup>Th) e o Potássio (<sup>40</sup>K), Gupta & Roy (2007).

Em termos médios, o aumento da temperatura com a profundidade (gradiente térmico) é de 33°C/km, porém existem pontos no globo terrestre onde este gradiente é superior, como é o caso das zonas afetadas por fenómenos vulcânicos. Apesar disto, os locais com menor gradiente térmico também são passíveis de ser aproveitados para aplicações de menor necessidade energética. O aproveitamento geotérmico requer um fluido, usualmente água, que transporte a energia proveniente do interior do planeta até à superfície terrestre. Na geotermia convencional, o reservatório geotérmico já possui o fluido com entalpia superior e com acesso possível para ser explorado, enquanto que na geotermia estimulada tem de ser criada essa permeabilidade artificialmente, podendo assim o fluido ser injetado, trocar calor e retornar à superfície com o novo potencial energético, DGEG (2017).

### 2.2.2 CLASSIFICAÇÃO E APLICAÇÕES

Os recursos geotérmicos são classificados conforme a sua entalpia, isto é, a quantidade de energia térmica existente numa substância por unidade de massa,

sendo função do seu estado termodinâmico, determinado pela sua temperatura, pressão e volume, Çengel (2006).

Os recursos geotérmicos são classificados como de:

- Elevada entalpia – vapor de água com temperatura superior a 150°C;
- Média entalpia – vapor de água com temperaturas entre 100-150°C;
- Baixa entalpia – água com temperaturas entre 30-100°C;
- Muito baixa entalpia – água com temperatura inferior a 30°C. DGEG (2017)

O tipo de recurso geotérmico determina a forma da sua exploração, pelo que alguns exemplos de aplicação são apresentados na Figura 9 (Diagrama de Lindal).

TEMPERATURA (°C)	APLICAÇÕES		
180	Evaporação de soluções concentradas Refrigeração por ciclo de amoníaco Digestão de polpa de papel	Produção elétrica convencional	
170	Fabrico de água pesada - método do SH2 Recozimento de terras de diatomite		
160	Secagem de farinha de peixe Secagem de madeiras para construção	Produção elétrica por ciclo binário	
150	Preparação de alumina pelo processo Bayer		
140	Secagem de produtos agrícolas Esterilização de conservas de alimentos		
130	Refinação de açúcar Extração de sais por evaporação		
120	Destilação de água doce		
110	Secagem de placas de cimento pré - fabricadas Secagem de algas		
100	Secagem de lãs Esterilização dos solos das estufas		
90	Secagem de peixe		
80	Aquecimento dos edifícios por convecção		Aquecimento por bomba de calor
70	Limite inferior dos ciclos de refrigeração		
60	Aquecimento de estufas		
50	Usos em estâncias termais		
40	Aquecimento dos solos		
30	Águas para piscinas (uso direto)		
20	Piscicultura (uso direto)		

Figura 9 – Aplicações do recurso geotérmico de acordo com o Diagrama de Lindal, adaptado de DGEG (2017).

Os recursos de elevada entalpia encontram-se sobretudo em regiões com atividade vulcânica e em cadeias de ilhas, sendo o fluido quente utilizado para geração de energia elétrica, enquanto que os de média entalpia são característicos sobretudo de regiões continentais, sendo aproveitada diretamente a energia térmica presente no fluido, Gupta & Roy (2007). Contudo, devido ao desenvolvimento da tecnologia, até os recursos de média entalpia são capazes de gerar energia elétrica, recorrendo a um ciclo binário que utiliza um fluido com temperatura de ebulição inferior ao da água, e que com a troca de calor passa ao estado gasoso, permitindo acionar uma turbina, e consequentemente, gerar energia elétrica, DGEG (2017).

A aplicação direta mais significativa dos recursos geotérmicos de baixa entalpia é a climatização de edifícios, seja individual seja coletiva. Esta última, recorre ao

bombeamento de água geotérmica por um permutador de calor que transfere a energia térmica para o sistema de abastecimento de água da cidade e este, através de um segundo permutador à entrada de cada edifício, fornece o calor necessário aos habitantes do mesmo. O recurso geotérmico de muito baixa entalpia utiliza bombas de calor geotérmicas que beneficiam da temperatura estável presente a uma pequena profundidade abaixo do nível do solo para, através da circulação em ciclo fechado de água por tubos enterrados, suprimir parte das necessidades energéticas da habitação. No Inverno, a água que circula nos tubos enterrados é aquecida, enquanto que no Verão essa água é arrefecida, transferindo o calor para o solo do planeta, conforme exemplificado na Figura 10. Uma aplicação desta técnica é derreter a neve nas estradas e passeios nos países onde as temperaturas são mais baixas, Gupta & Roy (2007).

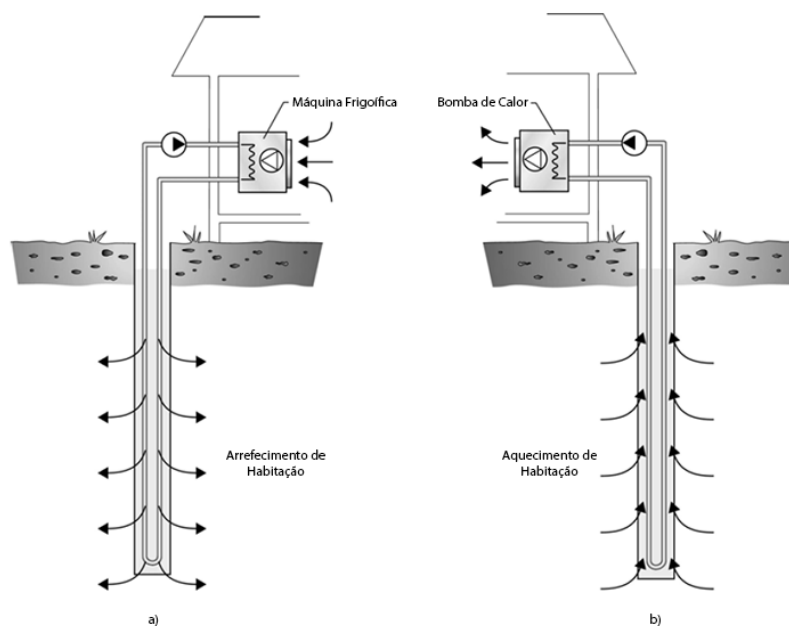


Figura 10 – Utilização de uma bomba geotérmica para: a) arrefecimento da habitação; b) aquecimento da habitação, adaptado de Gehlin (2002).

A energia geotérmica é utilizada há muitos séculos para fins de bem-estar e medicinais, denominada termalismo, DGEG (2017).

### 2.2.3 POTENCIAL GEOTÉRMICO EM PORTUGAL E NA EUROPA

A energia geotérmica em Portugal tinha apenas a aplicação no termalismo, prática realizada desde há muitos séculos. Porém com a crise energética dos anos 70 do século XX surgiu a necessidade da procura de outras fontes de energia. Os recursos geotérmicos começaram a ser utilizados para outros fins, como o aquecimento de águas sanitárias, o aquecimento de estufas e até produção de energia elétrica, DGEG (2017). No final dos anos 90 foi instalado nos Açores, a primeira central geotérmica para produção de energia elétrica com uma potência de 13 MW, Reis (2009), que

utiliza a água de elevada entalpia presente na ilha, com temperaturas de captação acima dos 200°C, DGEG (2017).

A morfologia do território atual de Portugal Continental resulta dos acidentes tectónicos do passado, levando a uma diversidade geológica considerável e, consequentemente, a uma distribuição heterogénea dos reservatórios geotérmicos. Na Figura 11 são apresentadas as principais ocorrências geotérmicas em Portugal Continental, em que é visível uma predominância na zona norte e centro do país.

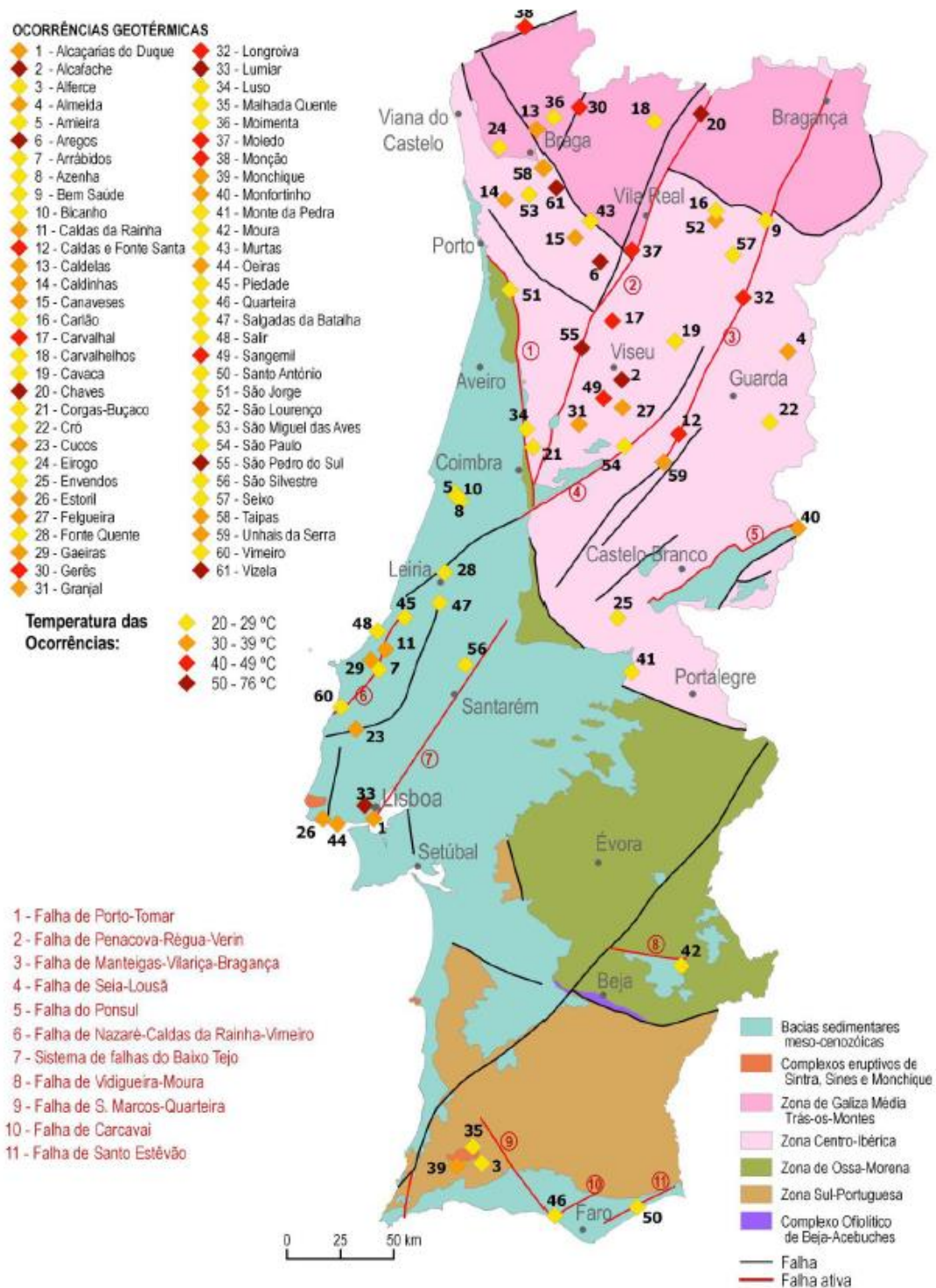


Figura 11 – Principais ocorrências geotérmicas em Portugal Continental, adaptado de DGEG (2017).

Constata-se também uma correlação entre a localização das ocorrências geotérmicas e das falhas tectónicas, onde se criam condições mais adequadas à ascensão dos fluidos quentes provenientes do interior do planeta. A maior parte destas ocorrências são exploradas para termalismo, estando as restantes ligadas à geotermia e ao engarrafamento, DGEG (2017). As temperaturas das ocorrências geotérmicas variam entre 20°C e 76°C, sendo adequada a exploração deste recurso usando bomba de calor.

Segundo Pereira (2019), a temperatura presente a nível nacional para aproveitamento de geotermia superficial é satisfatória e, após simulação numérica, a bomba de calor geotérmica dimensionada com 2 perfurações de 78 metros cumpre as necessidades energéticas requeridas.

Segundo Pinto *et al.* (2017), onde foi estudado um sistema geotérmico com 33 perfurações para climatização de uma Universidade na região de Aveiro, foi possível concluir que, no Inverno o sistema geotérmico promove uma redução de 34% da energia consumida quando comparada com um sistema de caldeira convencional.

Segundo Gonçalves (2017), onde foi dimensionado um sistema geotérmico para instalações militares na região da Amadora com uma perfuração com 579 metros de profundidade, este demonstrou a redução de 60% do consumo de energia elétrica quando comparado com o sistema atual de caldeira e ar condicionado.

Segundo Longa *et al.* (2020) prevê-se que em 2050 a energia geotérmica fornecerá entre 4 a 7% da energia elétrica gerada na Europa, alcançando 100 a 250 TWh por ano, comparando com os 25 TWh gerados em 2020. Relativamente à utilização direta sob a forma de energia térmica, prevê-se 880 a 1150 TWh por ano, comparando com os 284 TWh em 2020.

## 2.2.4 BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

### 2.2.4.1 FUNCIONAMENTO DE UM BOMBA DE CALOR

A bomba de calor é um dispositivo que, através de um ciclo termodinâmico, transfere calor de um meio com temperatura mais baixa para outro com temperatura mais elevada, contrariando o fluxo espontâneo de calor, Çengel (2006), recorrendo a um fluido frigorigéneo. Este equipamento pode ser utilizado para aquecimento ou arrefecimento, e está normalmente associado a aplicações como climatização de edifícios, aquecimento de águas sanitárias e piscinas.

Na Figura 12 está apresentado um exemplo de aplicação de uma bomba de calor geotérmica (GHSP – *Ground Source Heat Pump*) para aquecimento de um circuito interior de uma habitação, explorando o facto do solo manter uma temperatura uniforme ao longo do ano. Este equipamento usa um fluido frigorigéneo na sua operação, que no caso apresentado é o R410A, sendo as temperaturas e pressões do ciclo dependentes das propriedades do fluido em utilização.

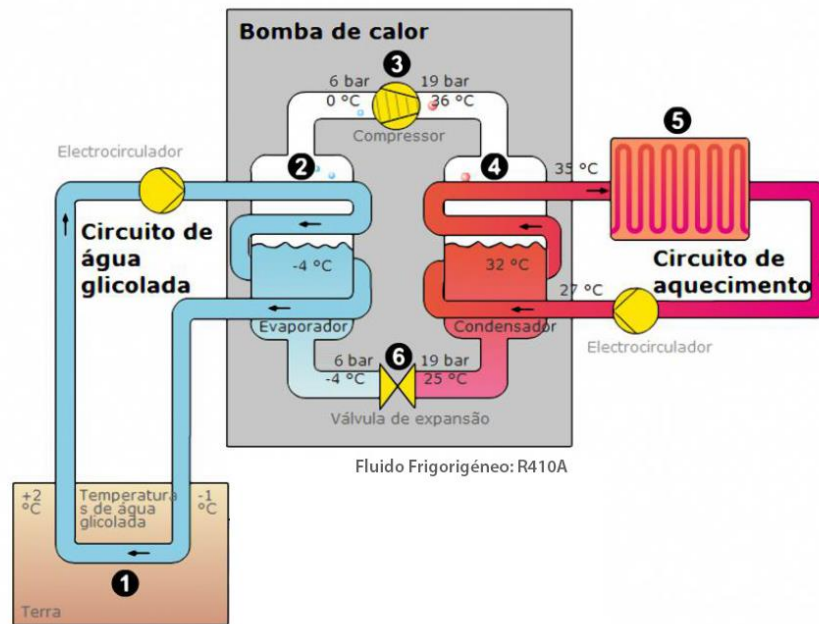


Figura 12 – Ciclo de funcionamento de uma bomba de calor geotérmica, adaptada de DGEG (2017).

O funcionamento deste equipamento apresenta 6 componentes com as seguintes responsabilidades neste ciclo:

1. Permutador de calor água glicolada/solo – transferência de calor do solo para a água glicolada aumentando a temperatura da mesma;
2. Evaporador – transferência de calor da água glicolada para o fluido refrigerante, aumentando a temperatura do mesmo e mudando de estado líquido para gasoso;
3. Compressor – compressão do fluido refrigerante, aumentando a sua temperatura devido ao aumento de pressão;
4. Condensador – transferência de calor do fluido refrigerante para o circuito de aquecimento da habitação, diminuindo a temperatura do mesmo e mudando de estado gasoso para líquido;
5. Permutador de calor circuito de aquecimento/habitação – transferência de calor entre o circuito de aquecimento e a habitação a climatizar;
6. Válvula de Expansão – expansão do fluido refrigerante, baixando a sua temperatura devido à queda de pressão, DGEG (2017).

Este sistema pode ser invertido caso se pretenda arrefecimento da habitação.

A eficiência da bomba de calor é medida através do *Coefficient of Performance* (COP) que traduz a razão entre a saída desejada e a entrada necessária, estando normalmente este valor compreendido entre 2,5 e 6, Çengel (2006). No caso de aquecimento de um espaço, este equipamento funciona como bomba de calor e a sua eficiência vem definida pela equação (1), enquanto que no caso de arrefecimento funciona como máquina frigorífica e a sua eficiência define-se pela equação (2). As duas fórmulas relacionam-se pela equação (3), Çengel (2006).

$$COP_{BC} = \frac{Q_Q}{W_{el}} \quad (1)$$

$$COP_{MF} = \frac{Q_F}{W_{el}} \quad (2)$$

$$COP_{BC} = COP_{MF} + 1 \quad (3)$$

Em que:

$COP_{BC}$	Coefficient of Performance da bomba de calor	[n/a]
$COP_{MF}$	Coefficient of Performance da máquina frigorífica	[n/a]
$Q_F$	Calor trocado com o espaço a arrefecer	[J]
$Q_Q$	Calor trocado com o espaço a aquecer	[J]
$W_{el}$	Energia elétrica fornecida ao compressor	[J]

#### 2.2.4.2 TIPOS DE CAPTAÇÃO GEOTÉRMICA

Os recursos geotérmicos são categorizados em sistemas abertos e fechados, dividindo-se estes últimos quanto ao tipo de captação: horizontal ou vertical. Os sistemas abertos referem-se a sistemas em que existe aproveitamento direto da água presente no subsolo, geralmente em furos com profundidades entre 10 a 50 metros, ocorrendo a sua extração, utilização no permutador de calor e devolução novamente ao subsolo. Estes sistemas apresentam um risco ambiental acrescido, mais concretamente, promovem a alteração das características da água subterrânea, DGEG (2017).

Os sistemas fechados horizontais e verticais são representados na Figura 13.

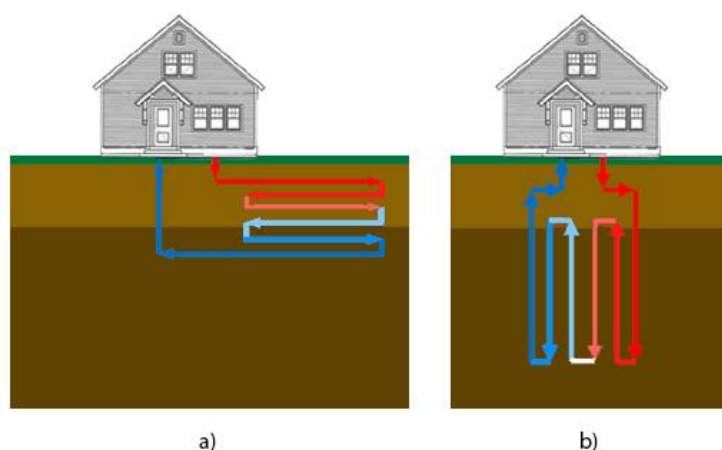


Figura 13 – Bomba de calor em sistema fechado: a) horizontal ; b) vertical, adaptado de Kramer (2013).

Os sistemas horizontais ocupam uma vasta área de terreno, tem baixo custo de instalação e maior custo de bombeamento devido ao elevado comprimento de tubo. Outra desvantagem deste sistema é a variação da sua eficiência térmica ao longo do ano, por estar colocado a uma baixa profundidade (1,5 a 3 metros) e

consequentemente, as características térmicas no solo são mais facilmente afetadas pelas condições atmosféricas, Kavanaugh & Rafferty (2014).

Os sistemas verticais são os mais comuns, atingindo geralmente profundidades entre os 60 e 90 metros. Segundo Soni *et al.* (2015) e Kavanaugh & Rafferty (2014), a solução vertical requer menor área de terreno e quantidade de tubagem, menor energia de bombeamento, aumentando assim a eficiência energética face aos outros tipos de captação. A temperatura do solo é mais estável devido à maior profundidade, promovendo melhor eficiência na troca de calor com o mesmo. A principal desvantagem é o elevado custo da perfuração e instalação do sistema, significativamente mais dispendioso que os demais, Kavanaugh & Rafferty (2014).

Os permutadores utilizados nos sistemas fechados verticais são classificados consoante a sua geometria, designados por tubo simples em U, tubo duplo em U e o coaxial, conforme apresentados na Figura 14.

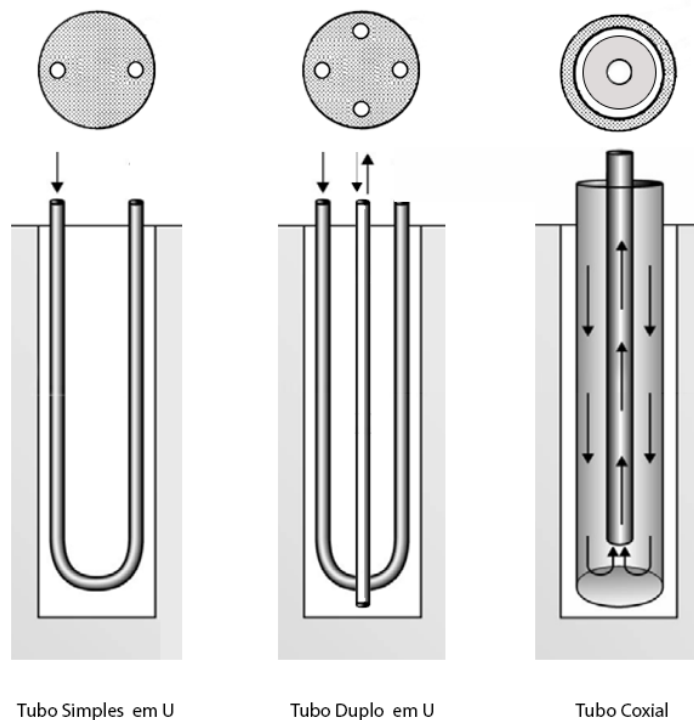


Figura 14 – Classificação dos permutadores geotérmicos, adaptado de Gehlin (2002).

Os mais difundidos são os de tubo simples em U, porém com o aumento da profundidade de perfuração os de tubo duplo começam a ter um papel mais preponderante devido à baixa resistência térmica e perda de carga, Gehlin (2002). Segundo Hamada *et al.* (2007), os tubos duplos em U apresentam melhores características para uma eficiente troca de calor.

No caso do tubo coaxial, a transferência de calor ocorre durante os dois sentidos do fluxo de água, sendo que a direção do fluxo pode ser alterada, consoante seja pretendido aquecimento ou arrefecimento do fluido. O tubo interno poderá

também ser isolado termicamente, para impedir que exista curto-circuito térmico entre o canal de fluxo ascendente e descendente, Gehlin (2002).

Segundo Raymond *et al.* (2015), a resistência térmica do tubo coaxial pode ser significativamente menor que o tubo simples em U, permitindo uma redução de 23% na profundidade do furo, porém ainda com custos de instalação bastante superiores. No caso do duplo tubo em U, a resistência térmica ainda é menor, e a sua instalação pode ser feita com relativa facilidade recorrendo a tecnologia corrente à data.

### 2.2.5 FATORES QUE AFETAM O DESEMPENHO DA GSHP

O desempenho das GSHP é condicionada por diversos fatores, sendo os mais relevantes as propriedades térmicas do solo, a profundidade da perfuração e a temperatura do solo, Carvalho *et al.* (2015).

Sempre que o tamanho dos grãos constituintes do solo e os poros intersticiais existentes são consideravelmente mais pequenos que o volume global do solo, o processo complexo de transferência de calor pode ser simplificado apenas para condução, Brandl (2006). Na Figura 15 são apresentados os métodos de transferência de calor aplicáveis e a variação da temperatura do solo para baixa profundidade. Pode-se concluir que a temperatura do solo apenas é afetada pelas condições térmicas exteriores até uma profundidade entre 10 a 15 metros, a partir da qual, à escala representada, a temperatura é considerada constante.

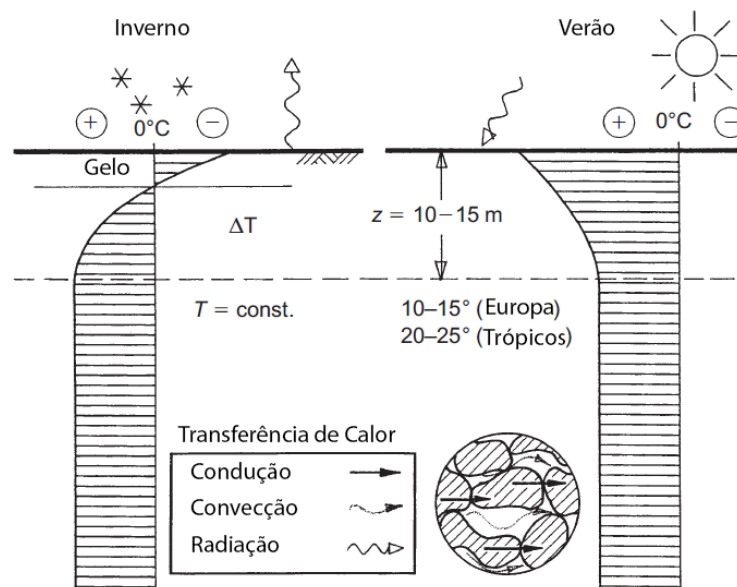


Figura 15 – Métodos de transferência de calor e variação da temperatura do solo para baixa profundidade, adaptado de Brandl (2006).

Segundo Incropera (2008), a transferência de calor pelo meio de condução é definida pela lei de Fourier presente na equação (4).

$$\dot{q}_{cond} = -\lambda \cdot A \cdot \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (4)$$

Em que:

$\dot{q}_{cond}$	Potência calorífica por condução	[W]
$\lambda$	Condutibilidade térmica	[W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]
$A$	Área de transferência	[m <sup>2</sup> ]
$\frac{\Delta T}{\Delta x}$	Gradiente térmico por unidade de comprimento	[K · m <sup>-1</sup> ]

Este princípio relaciona a potência calorífica transferida por condução com a condutibilidade térmica, a área de transferência e o gradiente térmico por unidade de comprimento. A condutibilidade térmica demonstra a facilidade com que um material transmite a energia térmica no seu interior.

A difusibilidade térmica compara a capacidade de um material conduzir a energia térmica com a sua capacidade de armazenar, resumindo-se na equação (5).

$$\alpha = \frac{\lambda}{\rho \cdot c_p} \quad (5)$$

Em que:

$\alpha$	Difusibilidade térmica	[mm · s <sup>-1</sup> ]
$\lambda$	Condutibilidade térmica	[W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]
$\rho$	Massa volúmica	[kg · m <sup>-3</sup> ]
$c_p$	Calor específico a pressão constante	[J · kg <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]

Os materiais com maior difusibilidade térmica vão responder mais rapidamente a alterações nas condições térmicas a eles impostas, atingindo em menor tempo uma nova situação de equilíbrio térmico.

Segundo Florides & Kalogirou (2007), a escolha do solo mais indicado para aplicação da GSHP não é direta, uma vez que diferentes propriedades concorrem para a melhor solução. Por exemplo, os solos compostos por camadas de arenito, apesar de terem uma elevada condutibilidade térmica, tem menores gradientes geotérmicos do que os solos compostos por camadas de xisto, que por sua vez possuem condutibilidade térmica muito baixa. O elevado teor de quartzo e sal no solo pode interferir com a sua condutibilidade térmica, Esen & Inalli (2009).

Segundo Pereira (2019), Portugal apresenta variações de solo ao longo da extensão do território, encontrando-se com facilidade solos graníticos que apresentam boa capacidade de transferência térmica, embora a condutibilidade térmica seja superior nos solos compostos por quartzo.

O solo granítico, quando comparado com o solo argiloso, permite diminuir a profundidade de perfuração em 42%, devido às suas melhores propriedades de

condutibilidade térmica, Erdogan (2010). Na Tabela 1 é apresentado um comparativo da condutibilidade térmica e difusibilidade térmica dos tipos de solo mais comuns.

A condutibilidade térmica é o parâmetro térmico do solo mais relevante para o projeto de uma instalação geotérmica, que pode ser obtido com considerável aproximação através de diagramas que tem em conta percentagem de composição de água, densidade e textura do solo. Este parâmetro pode também ser determinado experimentalmente no local da instalação com o recurso a um TRT ou em laboratório usando diversos métodos, como o *steady state method* (método para regime permanente), *transient method* ou *hot wire method* (método instacionário ou de fio quente), Brandl (2006).

Tabela 1 – Condutibilidade e difusibilidade térmica para os tipos de solo mais comuns, adaptado de Erdogan (2010).

Tipo de Solo	$\lambda$ [W · m <sup>-1</sup> · K <sup>-1</sup> ]	$\alpha$ [mm · s <sup>-1</sup> ]
Argila Saturada (20%)	1,1	0,57
Arenoso Saturado (8%)	2,8	1,10
Franco-limoso Saturado (20%)	2,3	0,68
Basalto	1,6	0,71
Granito	3,4	0,98
Calcário	3,4	1,28
Xisto	2,4	0,74

A resistência térmica é característica do solo existente na localização da instalação, do fluido utilizado no circuito e também da geometria da perfuração. O diâmetro, os materiais constituintes dos tubos e os materiais de preenchimento também influenciam este parâmetro, Gehlin (2002).

### 2.2.6 VIABILIDADE ECONÓMICA

Como todos os projetos, é necessário atingir viabilidade económica para que o investimento justifique a sua realização, para além de viabilidade ambiental, social e política.

O sistema GSHP apresenta um elevado custo inicial, relacionado com a complexidade da perfuração e instalação da bomba geotérmica, que pode oscilar entre 600-1000 €/kW<sub>th</sub> para circuito aberto e entre 1000-1500 €/kW<sub>th</sub> para circuito fechado. Já o custo de utilização e manutenção é bastante inferior quando comparado com as demais soluções de climatização. Resumindo, o custo total de aquecimento/arrefecimento de uma GSHP, considerando 5% de depreciação por 20 anos de vida, pode variar entre 0,038-0,048 €/kW<sub>th</sub>, comparando com 0,058 €/kW<sub>th</sub> para climatização por caldeira a gás natural e 0,060 €/kW<sub>th</sub> para arrefecimento por bomba de calor a ar, Coelho (2007).

Segundo Gonçalves (2017), que dimensionou um sistema geotérmico para instalações militares na região da Amadora, o retorno financeiro é alcançado entre 3 a 5 anos, numa solução com uma potência instalada de 23,7 kW.

Segundo Torres (2017) o retorno financeiro seria conseguido entre 7 a 12 anos para dois sistemas geotérmicos usados na climatização e aquecimento de águas sanitárias de duas moradias, uma em Aveiro com 400 m<sup>2</sup> e outra no Alentejo com 160 m<sup>2</sup>, com diferentes necessidades energéticas.

Segundo Sousa (2014), que estudou a aplicação de um permutador ar-solo para climatização de uma moradia, o retorno financeiro é fortemente influenciado pela localização do projeto, podendo ser de 6 anos numa solução aplicada em Bragança, comparando com os 20 anos em Lisboa. Note-se que a redução de consumo energético se situava em torno dos 75% nos dois casos de estudo. Porém, como a preponderância dos custos de utilização em Bragança era muito superior à de Lisboa, levou a um muito menor período de retorno.

Segundo Pires (2014), o retorno financeiro situa-se entre os 4 e os 5 anos para um terceiro furo geotérmico que vem aumentar a exploração geotérmica existente em Chaves. A solução atual contribui para a satisfação das necessidades energéticas de um hotel, de uma instalação termal e da piscina municipal. Contudo, a necessidade deste novo furo prende-se com o facto de se projetarem novos investimentos em balneoterapia e na piscina municipal.

### 2.2.7 VANTAGENS E DESVANTAGENS DA GSHP

Na Tabela 2 são apresentadas as diversas vantagens e desvantagens da solução de bomba de calor geotérmica.

Tabela 2 – Vantagens e desvantagens do sistema de bomba de calor geotérmica.

Vantagens	Referência Bibliográfica
Impacto mínimo ambiental	Coelho (2007) DGEG (2017)
Ilimitado	Coelho (2007) DGEG (2017)
Baixas emissões de CO <sub>2</sub>	Coelho (2007) DGEG (2017) Lapa (2019)
Elevada eficiência	Coelho (2007) Lapa (2019) Gonçalves (2017)
Reduzido custo de utilização	Coelho (2007) Lapa (2019)
Reduzido custo de manutenção	Coelho (2007) Lapa (2019)
Reduzido prazo para retorno financeiro	Coelho (2007) Lapa (2019) Torres (2017)
Durabilidade da solução	Coelho (2007) Torres (2017)
Conforto térmico	Lapa (2019)
Conforto acústico em utilização	Coelho (2007)
Impacto visual reduzido	Coelho (2007)

Desvantagens	Referência Bibliográfica
Investimento inicial elevado	Coelho (2007) Lapa (2019)
Área de terreno para captação	Gonçalves (2017) Kavanaugh & Rafferty (2014)

## 2.3 TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA

### 2.3.1 DESCRIÇÃO DO TESTE

Como referido no capítulo 2.2.5, o teste de resposta térmica é um dos procedimentos experimentais de determinação *in situ* da condutibilidade térmica do solo, parâmetro determinante no dimensionamento da solução geotérmica. Este procedimento apresenta a vantagem de adquirir os parâmetros locais esperados com maior precisão que os demais procedimentos, com recurso à colocação de um permutador de calor numa perfuração geotérmica, constituindo uma bomba geotérmica, I.S.O. (2015). Segundo Pereira (2019) deve-se realizar um TRT para se obter uma melhor definição da tipologia de solo, de forma a dimensionar a solução geotérmica para uma localização específica.

O procedimento para execução de um TRT está documentado na norma ISO 17628:2015, referente a bombas geotérmicas verticais ou inclinadas com profundidade de perfuração até 400 m e diâmetro até 200 mm, I.S.O. (2015).

Na Figura 16 é apresentado um exemplo de um equipamento de TRT, constituído por uma bomba de calor geotérmica, um sistema de aquecimento, um sistema de aquisição de dados, uma bomba circuladora e sensores de temperatura.

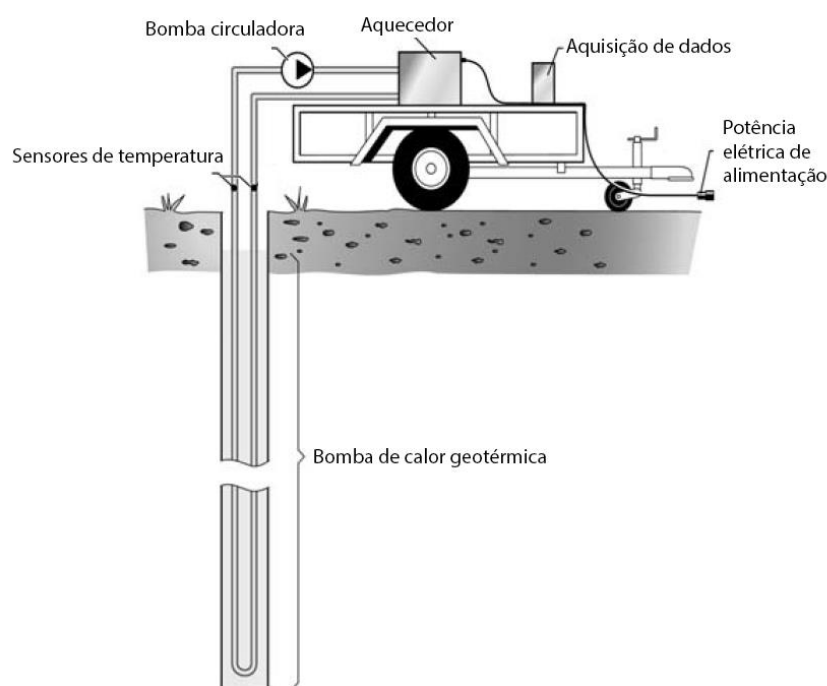


Figura 16 – Exemplo de equipamento para TRT, adaptado de Gehlin (2002).

O TRT consiste na circulação do fluido por um permutador geotérmico instalado na perfuração que se pretende avaliar, sendo este sujeito a uma potência térmica constante. Este processo de transferência de calor será documentado recorrendo a um sistema de aquisição de dados, registando a evolução ao longo do tempo da temperatura de entrada, temperatura de saída, temperatura ambiente e potência térmica imposta no aquecedor, Gehlin (2002). Visto que existe uma parte de tubagem exposta à temperatura ambiente, é fundamental efetuar o isolamento desta de forma eficaz, com o objetivo de evitar desvios na determinação da condutibilidade do solo.

Na Figura 17 é apresentado um exemplo do tratamento gráfico dos dados obtidos no sistema de aquisição de dados durante o TRT. Estes dados são provenientes do TRT realizado em Ferreira (2017), e demonstram a evolução da temperatura de entrada, de saída e ambiente em cada instante do ensaio. Realizando uma regressão linear aos dados apresentados com o tempo em base logarítmica, pode-se aplicar o método da Teoria da Fonte Linear, explicado no capítulo 2.3.2.

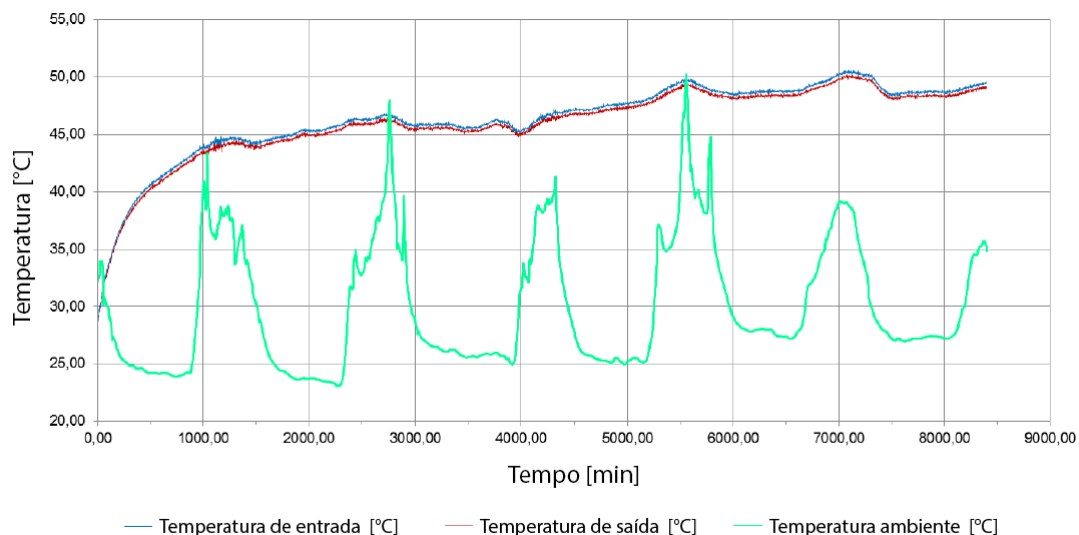


Figura 17 – Exemplo de resultado de TRT: evolução das temperaturas com o tempo, adaptado de Ferreira (2017).

A obtenção da temperatura do solo não perturbada é conseguida atingindo o equilíbrio térmico do permutador com o ambiente circundante. Para isso, antes do início do TRT coloca-se o fluido a circular durante cerca de 30 minutos sem introdução de potência de aquecimento, determinando a temperatura requerida. Apesar de o aquecedor se encontrar desligado, existe sempre uma carga térmica desprezável a ser introduzida ao fluido, proveniente do funcionamento da bomba circuladora. Após este passo é ligado o aquecedor do fluido, iniciando o TRT, Gehlin (2002).

A duração do ensaio que permita uma determinação eficaz da condutibilidade térmica do solo não é consensual e vários fatores pesam na decisão da duração mínima, como as condições geológicas, flutuação da potência térmica imposta, custo associado ao tempo de utilização do equipamento, custo do tempo de espera para a definição do projeto, entre outras, Gehlin (2002). Este autor refere que 50 horas será a

duração mínima do ensaio em condições dentro da média, porém o controlo rigoroso da potência térmica de entrada pode reduzir a duração do teste substancialmente, mantendo os resultados satisfatórios.

Apesar de não existir consenso da duração do TRT, os diversos autores referem que os dados iniciais devem ser desprezados pois ainda não se atingiu uma situação de equilíbrio dado o carácter transiente, promovendo alterações significativas nas temperaturas de entrada e saída. A duração mínima do ensaio pode oscilar entre 15 horas e 50 horas, Ferreira (2017).

Os fatores que podem afetar o comportamento do TRT são: a temperatura ambiente, o isolamento das tubagens expostas, o sistema de aquecimento escolhido, o material da tubagem, o material de enchimento entre a tubagem e o solo, a presença de lençóis freáticos ou aquíferos, a permeabilidade do solo, entre outros, I.S.O. (2015), Gehlin (2002).

### 2.3.2 TEORIA DA FONTE LINEAR

A teoria da fonte linear permite determinar parâmetros relevantes para o dimensionamento da solução geotérmica, como a condutibilidade térmica e a resistência térmica da perfuração, partindo dos dados obtidos experimentalmente no TRT, Pascoal (2015).

Em meados do século XX, a teoria da fonte linear foi inicialmente definida por Carslaw & Jaeger (1959), identificando o aumento da temperatura provocado por uma transferência de calor a fluxo constante por unidade de comprimento num meio infinito. Na equação (6) vem definida a temperatura em função do tempo e da distância radial obtida com este procedimento de transferência de calor.

$$T(r, t) - T_0 = \frac{q}{4\pi \cdot \lambda} \cdot E_i \cdot \left[ \frac{r^2}{4\alpha \cdot t} \right] = \frac{q}{4\pi \cdot \lambda} \cdot \int_{\frac{r^2}{4\alpha \cdot t}}^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du \quad (6)$$

Em que:

$T(r, t)$	Temperatura em função do tempo e posição	[K]
$T_0$	Temperatura média não perturbada	[K]
$q$	Fluxo de calor constante por metro	[W · m <sup>-1</sup> ]
$E_i$	Função integral exponencial	[n/a]
$r$	Distância radial	[m]
$t$	Tempo	[s]
$u$		

A temperatura média não perturbada  $T_0$  é determinada no início do TRT com injeção de potência térmica nula no sistema. Se for verificada a condição mínima de tempo de teste presente na equação (7) é possível introduzir uma aproximação logarítmica de  $E_i$ , simplificando a equação (6) na equação (9), Angelotti *et al.* (2018).

Esta aproximação tem um erro máximo de 10%, porém caso se verifique a condição presente na equação (8), o erro máximo passa a ser de apenas 2,5%, Gehlin (2002).

$$\frac{\alpha \cdot t}{r^2} > 5 \Leftrightarrow t_{min} = 5 \cdot \frac{r^2}{\alpha} \quad (7)$$

$$t_{min} = 20 \cdot \frac{r^2}{\alpha} \quad (8)$$

$$T(r, t) - T_0 \approx \frac{q}{4\pi \cdot \lambda} \cdot \left[ \ln \left( \frac{4\alpha \cdot t}{r^2} \right) - \gamma \right] \quad (9)$$

Em que:

$\gamma$  Constante de Euler-Mascheroni [  $\gamma = 0,5772$  ] [n/a]

A equação (9) traduz a evolução aproximada da temperatura da parede da perfuração geotérmica ao longo do TRT, sendo que a temperatura média do fluido pode ser obtida por uma análise de resistências térmicas, apresentada na equação (10), Angelotti *et al.* (2018).

$$T_{mf}(t) \approx T_0 + q \cdot R_{pfg} + \frac{q}{4\pi \cdot \lambda} \cdot \left[ \ln \left( \frac{4\alpha \cdot t}{r^2} \right) - \gamma \right] \quad (10)$$

Em que:

$T_{mf}(t)$  Média de temperatura do fluido à entrada e à saída [K]  
 $R_{pfg}$  Resistência térmica da perfuração geotérmica [K · m · W<sup>-1</sup>]

A condutibilidade térmica  $\lambda$  pode ser determinada através da regressão linear da equação (10), simplificando na equação (11) e (12). As constantes  $c_1$  e  $c_2$  são respetivamente o declive e a ordenada na origem, Sanner *et al.* (2005).

$$T_{mf}(t) \approx c_1 \cdot [\ln(t)] + c_2 \quad (11)$$

$$\lambda = \frac{q}{4\pi \cdot c_1} \quad (12)$$

A resistência térmica da perfuração geotérmica  $R_{pfg}$  pode ser obtida com recurso à equação (13), Gehlin (2002).

$$R_{pfg} = \frac{T_{mf}(t) - T_0}{q} - \frac{1}{4\pi \cdot \lambda} \cdot \left[ \ln \left( \frac{4\alpha \cdot t}{r^2} \right) - \gamma \right] \quad (13)$$

Seguindo o exemplo retratado em Ferreira (2017), anteriormente apresentado a evolução do TRT na Figura 17, e aplicando a regressão linear à temperatura média do fluido em função do tempo em base logarítmica, obtém-se o gráfico ilustrado na Figura 18. Pode-se concluir que para este ensaio, a condutibilidade térmica do solo apresentado é de  $1,49 \text{ W} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{K}^{-1}$ , correspondente ao declive da reta obtida na regressão linear.

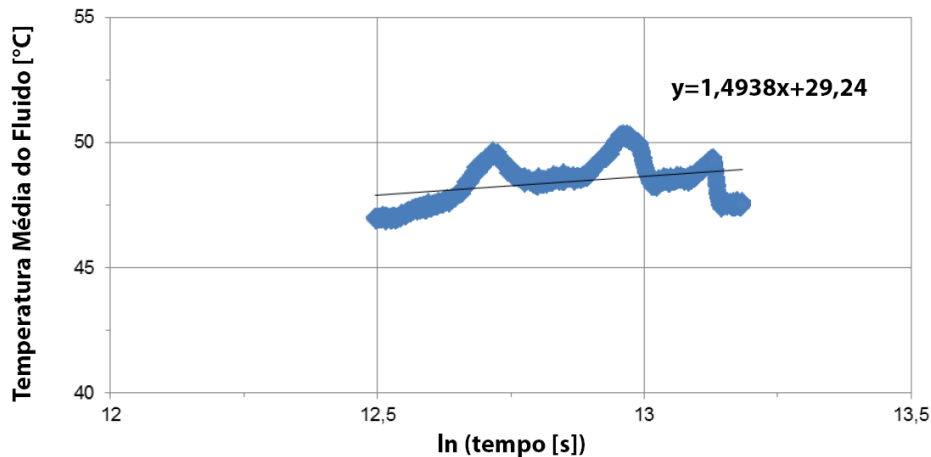


Figura 18 – Regressão linear da temperatura média em função do tempo em base logarítmica, adaptado de Ferreira (2017).

Segundo Pascoal (2015), onde se desenvolveu dois TRT com duração de 72 horas em duas localizações diferentes de Portugal e consequente análise pelo método Teoria da Fonte Linear, o procedimento descrito é eficaz para obtenção da condutibilidade térmica do solo com aceitável precisão. Os dados obtidos experimentalmente foram validados comparando à solução analítica.

Segundo Ferreira (2017), onde foi realizado dois TRT no Brasil com duração de 115 horas e 140 horas, e consequente análise pelo método Teoria da Fonte Linear, foi possível determinar a condutibilidade térmica do solo com sucesso. Contudo, identificou-se influência da flutuação térmica exterior, causada por um ineficiente isolamento térmico das tubagens expostas à superfície.

A presença de corrente de água no subsolo pode influenciar a correta determinação da condutibilidade térmica do solo, uma vez que o procedimento de cálculo considera apenas condução, quando na verdade existem também fenómenos convectivos, promovendo um erro tanto maior quanto maior a quantidade de água. Na maioria dos TRT realizados por este autor não foi detetado este problema. Contudo, existe um método que permite verificar se fatores externos estão a influenciar os resultados do ensaio: método *step-wise evaluation* (método de incrementos adaptativos). Este consiste em calcular a evolução da condutibilidade térmica em função do tempo, esperando que no início possam existir flutuações e depois convergência para um valor definido. Se este valor continuar a ser alterado com o

tempo é porque existem fatores externos a influenciar as medições, conforme apresentado no exemplo da Figura 19, Sanner *et al.* (2005).

### Método *Step-wise Evaluation*

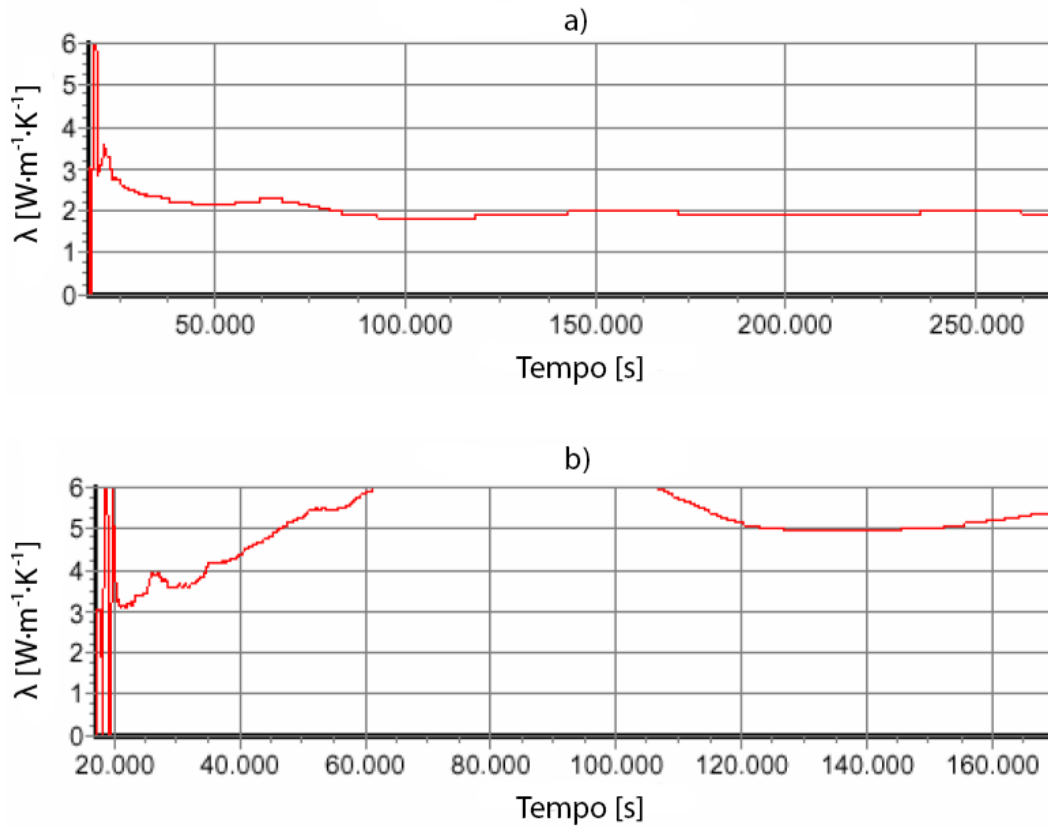


Figura 19 – Método *step-wise evaluation*: a) sem influência de fatores externos; b) com influência de fatores externos, adaptado de Sanner *et al.* (2005).

Apesar disto, Sanner *et al.* (2005) considera que o TRT em conjunto com o método da Teoria da Fonte Linear, constituem uma ferramenta com fiabilidade e repetibilidade para determinação de parâmetros térmicos do solo. Deve-se também recorrer ao método *step-wise evaluation* para detetar influência de fatores externos.

# CASO PRÁTICO

- 3.1 DESCRIÇÃO DO CASO PRÁTICO
- 3.2 DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS
- 3.3 EXECUÇÃO DO TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA
- 3.4 DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO GEOTÉRMICA
- 3.5 VIABILIDADE ECONÓMICA



### 3 CASO PRÁTICO

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO CASO PRÁTICO

A moradia que constitui o caso de estudo localiza-se no distrito do Porto, conforme exemplificado na Figura 20, contando com uma área total de 346 m<sup>2</sup>, distribuída por 2 pisos e por 19 divisões, apresentadas em planta na Figura 21.



Figura 20 – Localização da moradia do caso de estudo.

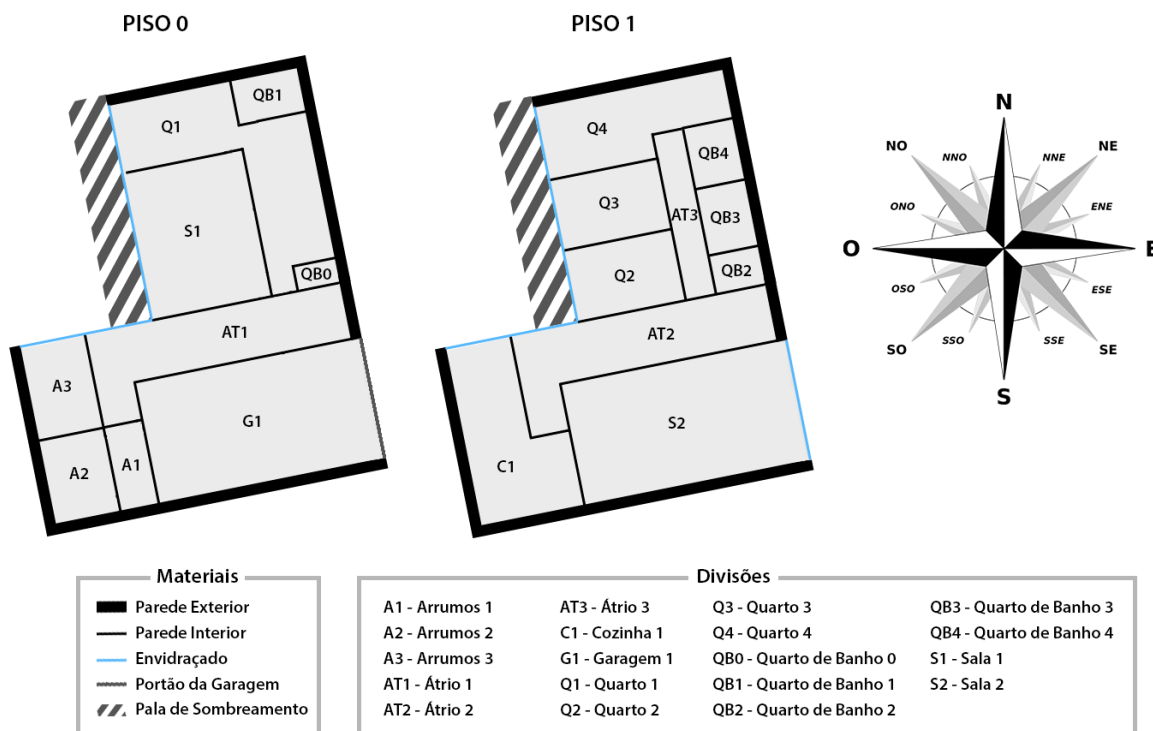


Figura 21 – Planta dos dois pisos da moradia.

A frente da habitação, onde consta o portão da garagem, está direcionada para És-nordeste (ENE), consequentemente as laterais da habitação estão orientadas a Su-sudeste (SSE) e Nor-noroeste (NNO), estando a traseira direcionada a Oés-sudoeste (OSO). Na Tabela 3 são expostas as áreas úteis das divisões para o cálculo das necessidades energéticas, descrevendo para paredes exteriores de cada divisão, a área envolvente exterior opaca, a área envidraçada e a sua orientação. De salientar que o pé direito desta moradia é de 2,7 metros.

Tabela 3 – Áreas das divisões e orientação de cada fachada.

Piso	Divisão	Área [m <sup>2</sup> ]	Área Envolvente Exterior Opaca [m <sup>2</sup> ]	Área Envidraçada [m <sup>2</sup> ]	Orientação
0	Arrumos 1	5,5	4,3	-	SSE
	Arrumos 2	9,3	7,3	-	SSE
			9,3	-	OSO
	Arrumos 3	9,5	9,5	-	OSO
			-	7,3	NNO
	Átrio 1	30,7	4,3	-	ENE
				7,3	NNO
	Garagem 1	43,6	13,8	-	ENE
				23,1	-
	Quarto 1	37,7	16,6	-	ENE
				13,5	-
	QB 0	2,6	4,3	-	ENE
				-	8,1
	QB 1	5,6	5,4	-	ENE
				6,8	-
Sala 1	28,8	-	16,2	OSO	
		173,2			
1	Átrio 2	26,2	6,5	0,0	ENE
			-	7,3	NNO
	Átrio 3	8,4	-	-	-
				29,7	12,2
	Cozinha 1	-	20,3	-	OSO
				-	7,3
	Quarto 2	14,1	-	8,1	OSO
	Quarto 3	14,1	-	8,1	OSO
				24,2	5,4
	Quarto 4	-	-	-	NNO
				-	8,1
	QB 2	3,5	4,1	-	ENE
	QB 3	4,9	7,0	-	ENE
	QB 4	5,5	6,5	-	ENE
	Sala 2	42,7	-	13,5	ENE
24,8				-	SSE
<b>Total</b>		<b>173,2</b>			

### 3.2 DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS

Para a determinação das necessidades energéticas foi utilizado o *software Hourly Analysis Program*, procedimento que será descrito no presente capítulo.

Numa primeira fase é necessário definir as condições meteorológicas da localização da moradia, sendo que o programa apresenta incorporado uma base de dados em que constam os parâmetros de projeto para o Porto, considerando uma temperatura exterior de projeto no Inverno de 1,7°C e no Verão de 30°C com 39% de humidade relativa. Na Figura 22 são apresentados os dados meteorológicos considerados pelo HAP para o Porto.

Parameter	Value	Unit
Region	Europe	
Location	Portugal	
City	Porto	
Latitude	41.2	deg
Longitude	8.7	deg
Elevation	72.8	m
Summer Design DB	30.0	°C
Summer Coincident WB	19.4	°C
Summer Daily Range	9.6	K
Winter Design DB	1.7	°C
Winter Coincident WB	-1.4	°C
Atmospheric Cleanness Number	1.00	
Average Ground Reflectance	0.20	
Soil Conductivity	2.140	W/(m K)
Design Clg Calculation Months	Jan to Dec	
Time Zone (GMT +/-)	0.0	hours
Daylight Savings Time	No	
DST Begins	Apr 1	
DST Ends	Oct 31	
Data Source	2001 ASHRAE Handbook	

Figura 22 – HAP - Condições meteorológicas consideradas no Porto.

De salientar que o valor da condutibilidade do solo foi corrigido para o valor obtido no TRT realizado na localização da moradia, procedimento descrito no capítulo 2.3.

A escolha das temperaturas de projeto permite ao programa definir o perfil de temperatura exterior para cada hora, dia e mês do estudo, conforme apresentado na Figura 23. A base de dados também fornece, para cada orientação e mês de estudo, valores da radiação solar incidente em  $W/m^2$ , como apresentado na Figura 24.

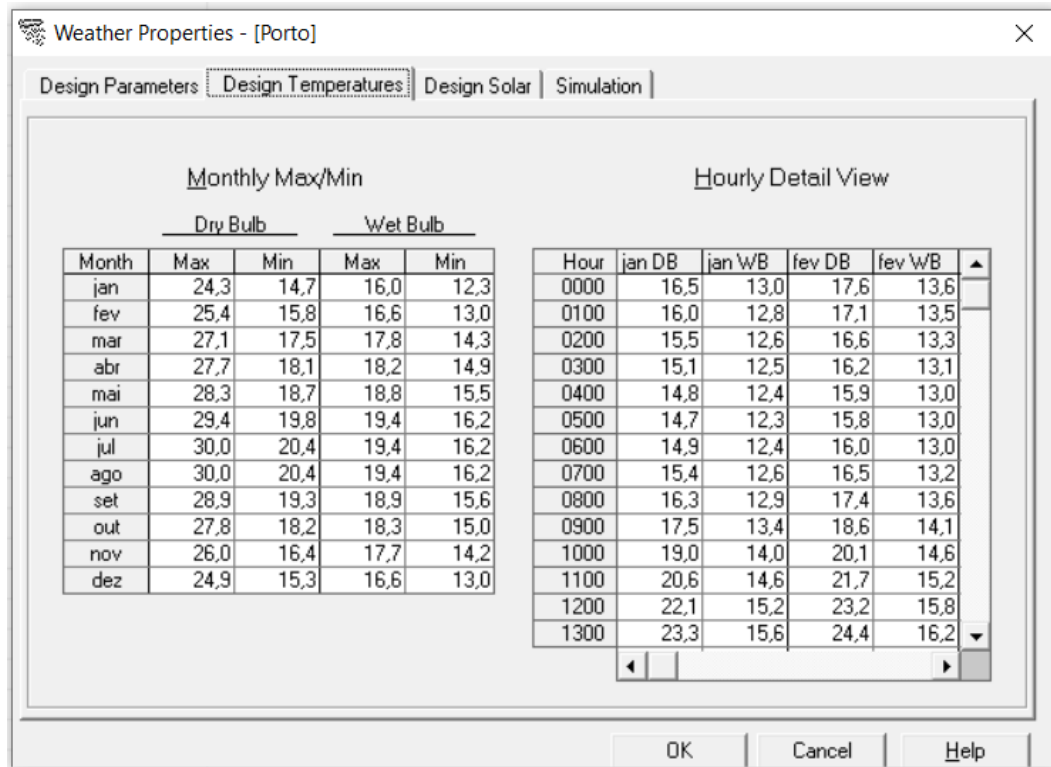


Figura 23 – HAP - Perfil de temperatura exterior ao longo do ano.

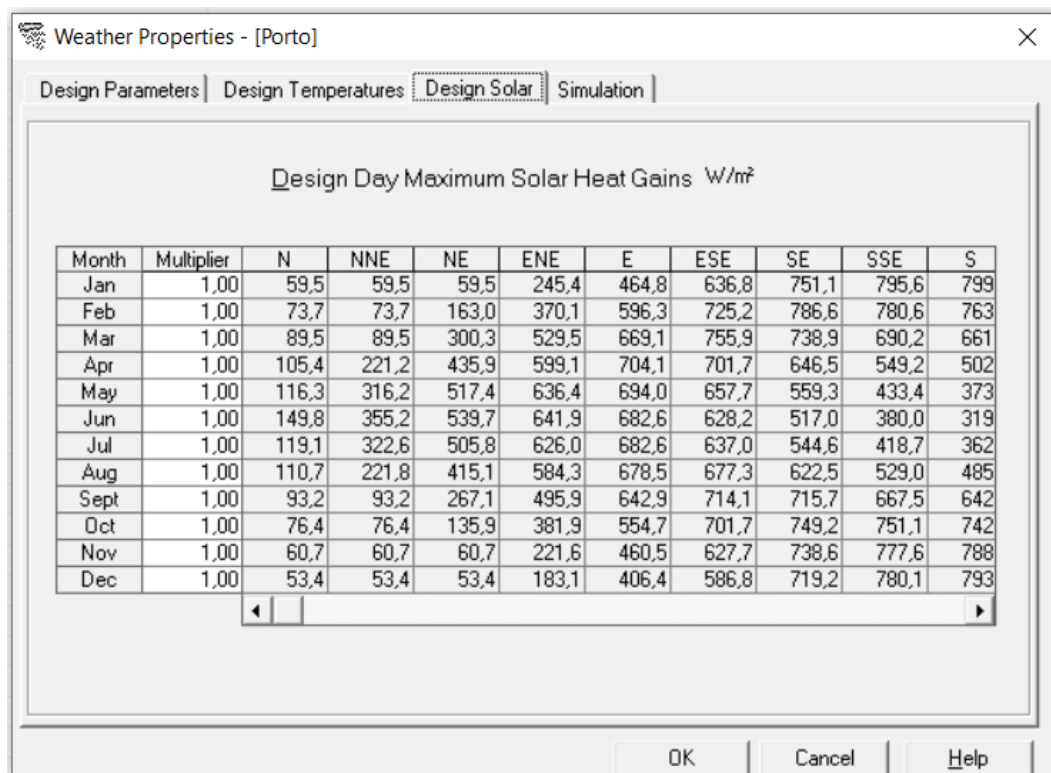


Figura 24 – HAP - Perfil de radiação solar ao longo do ano para cada orientação.

Seguidamente, definiram-se as cargas térmicas geradas em cada uma das divisões da moradia, pela iluminação, pela ocupação por pessoas e pela utilização de equipamentos elétricos. Para isto, constituíram-se os perfis de utilização de cada divisão, para cada um dos elementos geradores referidos anteriormente. Considerou-se que a moradia era habitada por uma família constituída por um casal com três filhos com um horário semanal de trabalho/escola das 08h às 18h.

Em seguida, demonstra-se um exemplo de como são definidas as cargas térmicas geradas numa divisão à escolha, a Sala 1, apresentadas na Figura 25. O valor da iluminação considerado foi constante em todas as divisões da habitação  $7 \text{ W/m}^2$ , sempre que em utilização a divisão. Os equipamentos elétricos em utilização na Sala 1 requerem uma potência de  $90 \text{ W}$  (televisão), ocupação de 5 pessoas no horário das 21h-22h durante os dias de semana e 10h-13h e 15h-21h aos fins de semana, conforme exposto na Figura 26. Os restantes perfis de utilização e equipamentos considerados são apresentados no Anexo 6.3. Note-se que as cargas provenientes dos equipamentos elétricos e da ocupação apenas são contabilizadas na determinação das necessidades energéticas de arrefecimento.

The image shows a software dialog box titled "Space Properties - [0 Sala 1]". It has several tabs: "General", "Internals" (selected), "Walls, Windows, Doors", "Roofs, Skylights", "Infiltration", "Floors", and "Partitions". The "Internals" tab is divided into several sections:

- Overhead Lighting:** Fixture Type: Recessed, unvented; Wattage: 7,00 W/m²; Ballast Multiplier: 1,00; Schedule: Sala.
- Task Lighting:** Wattage: 0,00 W/m²; Schedule: (none).
- Electrical Equipment:** Wattage: 300,0 Watts; Schedule: Sala.
- People:** Occupancy: 5,0 People; Activity Level: Seated at Rest; Sensible: 67,4 W/person; Latent: 35,2 W/person; Schedule: Sala.
- Miscellaneous Loads:** Sensible: 0 W; Latent: 0 W; Schedule: (none).

Buttons at the bottom: OK, Cancel, Help.

Figura 25 – Cargas térmicas internas geradas na Sala 1.

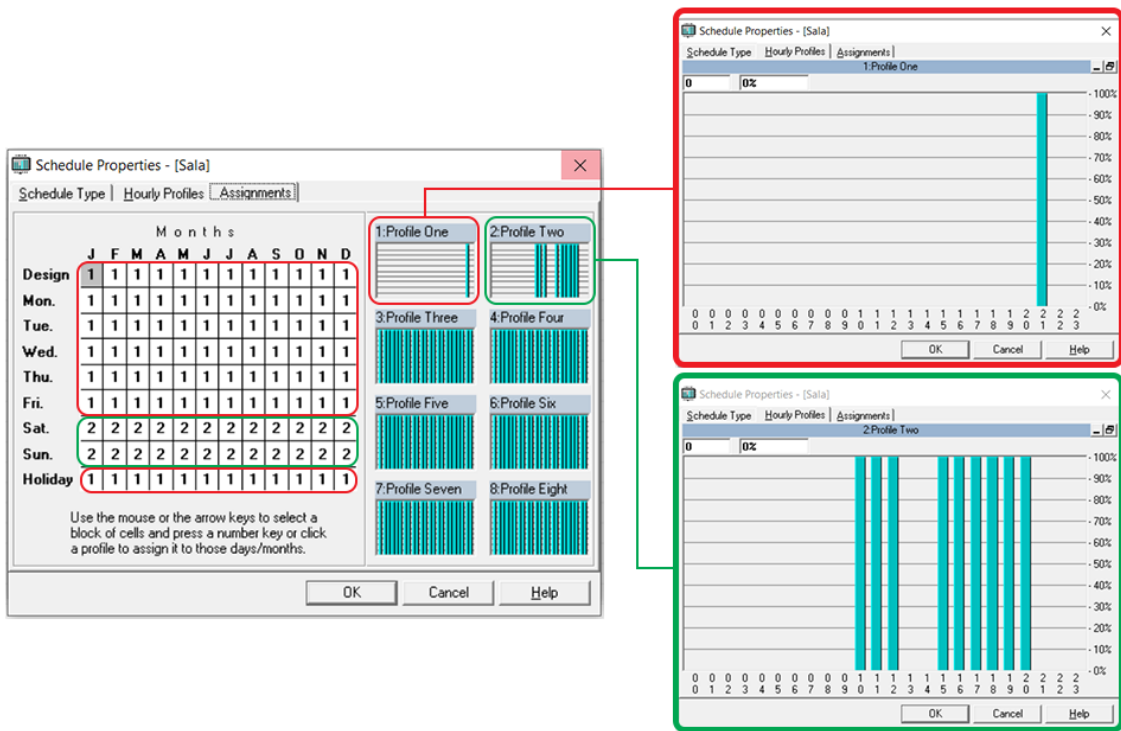


Figura 26 – Perfil horário de utilização da Sala 1 à semana e aos fins de semana.

Para a determinação dos ganhos solares é necessário definir a constituição das paredes exteriores, envidraçados e coberturas, de forma a obter os seus coeficientes de transferência de calor.

Na Figura 27 é apresentado um esquema da composição das paredes exteriores da moradia e na Tabela 4 os parâmetros térmicos característicos dos seus elementos constituintes, permitindo calcular o coeficiente global de transferência de calor de 0,43 W/(m<sup>2</sup>.K).

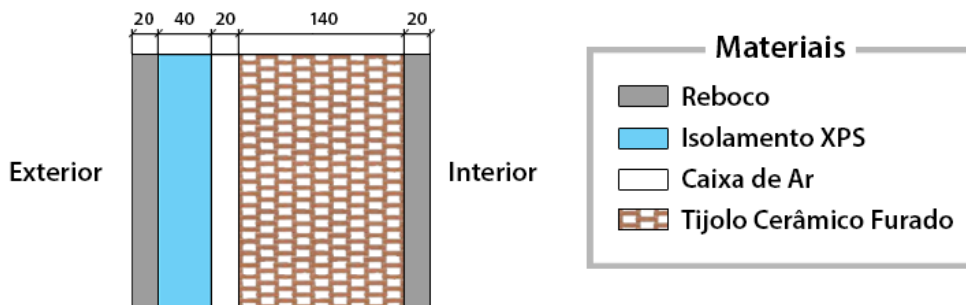


Figura 27 – Composição das paredes exteriores da moradia.

Tabela 4 – Parâmetros térmicos dos materiais constituintes da parede exterior.

Material	Esp [mm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c_p$ [kJ/(kg.K)]	$\lambda$ [W/(m.K)]	$R_t$ (m <sup>2</sup> .K)/W	Referência
Reboco	20	2000	1	1,15	0,02	Lamberts (2021)
Isolamento XPS	40	35	1,42	0,035	1,14	Lamberts (2021)
Caixa de Ar	20	1,2	0,7	0,023	0,18	ITeCons (2021)
Tijolo Cerâmico Térmico	140	819	-	-	0,79	Preceram (2021)
Reboco	20	2000	1		0,02	Lamberts (2021)
<b>Coefficiente global de transferência de calor [W/(m<sup>2</sup>.K)]</b>					<b>0,43</b>	

Na Figura 28 é apresentado um esquema da composição da cobertura plana da moradia e na Tabela 5 os parâmetros térmicos característicos dos seus elementos constituintes, permitindo calcular o coeficiente global de transferência de calor de 0,38 W/(m<sup>2</sup>.K).

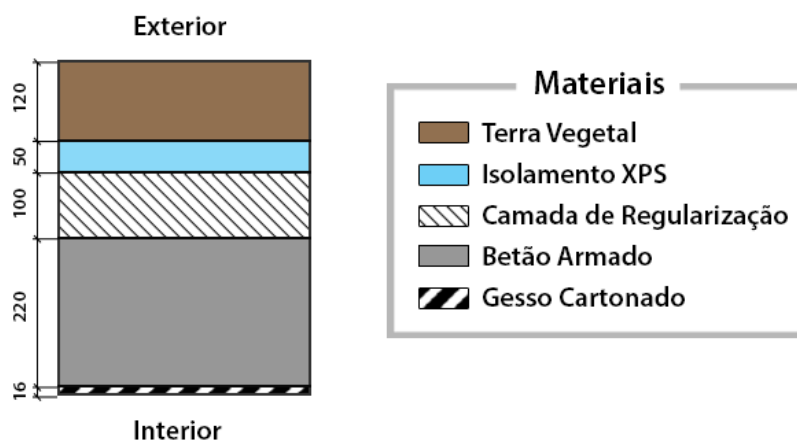


Figura 28 – Composição da cobertura plana da moradia.

Tabela 5 – Parâmetros térmicos dos materiais constituintes da cobertura plana.

Material	Esp [mm]	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$c_p$ [kJ/(kg.K)]	$\lambda$ [W/(m.K)]	$R_t$ (m <sup>2</sup> .K)/W	Referência
Terra Vegetal	120	1700	1,84	0,16	0,75	Mendonça (2005)
Isolamento XPS	50	35	1,42	1,43	1,43	Lamberts (2021)
Camada de Regularização	100	1250	0,8	1,30	0,08	ITeCons (2021)
Betão Armado	220	2200	1	1,75	0,13	Lamberts (2021)
Gesso Cartonado	16	800	0,84	0,35	0,05	Lamberts (2021)
<b>Coefficiente global de transferência de calor [W/(m<sup>2</sup>.K)]</b>					<b>0,38</b>	

A caixilharia escolhida incorpora um sistema de vidro duplo com caixa de ar de 14mm, Sunguard SNX 60, composto por um vidro exterior temperado com proteção solar e um vidro interior laminado com proteção acústica, conforme apresentado na Figura 29.

Composição	Luz visível				Ultravioleta	Energia solar			Energia Solar	Energia solar	Solar Energy	Propriedades térmicas	
	Transmitância	Refletância		Índice de composição de cor geral (R <sub>a</sub> )	Trans UV (τ <sub>UV</sub> %)	Transmitância	Refletância		Absorção	Fator solar (g)	Coeficiente de sombra (cs) [g0,87]	Transferência a secundária de calor (q)	Valor U (U <sub>g</sub> em W/m <sup>2</sup> .K)
		Visível (τ <sub>v</sub> %)	ρ <sub>v</sub> % ext				ρ <sub>v</sub> % int	Solar (τ <sub>e</sub> %)					
Composto padrão 01	58,7	13,7	13,2	93,5	0,2	25,3	38,4	31,7	36,3	28,9	0,33	3,6	1,4

Padrão de cálculo: EN 410:2011 / EN 673:2011

**Composto padrão 01**

Exterior	
FOLHA 1	Guardian ExtraClear (CE) Espessura = 8 mm #1 ----- #2 SunGuard® SNX 60 HT (CE)
CAIXA 1	100% Ar, 14 mm (.551")
FOLHA 2	Guardian ExtraClear (CE) Espessura = 5 mm #3 ----- #4 -----
PVB 1	PVB Noise Reduction SR 0.76mm Clear (CE)
FOLHA 3	Guardian ExtraClear (CE) Espessura = 5 mm #5 ----- #6 -----
Total Unit (Nominal) = 1 9/32 pol / 32,762 mm Inclinação = 90°	
PESO NOMINAL ESTIMADO DA COMPOSIÇÃO: 44,42 kg/m <sup>2</sup>	
Interior	

Figura 29 – Composição do envidraçado SUNGUARD SNX 60 e suas propriedades térmicas.

O composto padrão escolhido permite um coeficiente global de transferência de calor de 1,4 W/(m<sup>2</sup>.K), que em conjunto com a caixilharia vê o seu valor aumentado para 1,6 W/(m<sup>2</sup>.K), como demonstrado na equação (14).

$$U_{cv} = \frac{A_c \cdot U_c + A_v \cdot U_v}{A_c + A_v} = \frac{0,9 \cdot 3,2 + 6,4 \cdot 1,4}{0,9 + 6,4} = 1,6 \text{ W} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{K}^{-1} \quad (14)$$

Em que:

$U_{cv}$	Coeficiente de transferência de calor da caixilharia em conjunto com o envidraçado	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
$U_c$	Coeficiente de transferência de calor da caixilharia	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
$U_v$	Coeficiente de transferência de calor do envidraçado	$[W \cdot m^{-2} \cdot K^{-1}]$
$A_c$	Área da caixilharia	$[m^2]$
$A_v$	Área do envidraçado	$[m^2]$

O coeficiente de sombra do composto padrão escolhido é de 0,33, sendo ainda afetado pela colocação de sombreador *blackout* SOLTIS Feel 99 LowE de cor clara com proteção solar o que permite baixar o seu valor para 0,10. Na Figura 30 são apresentadas as características do sombreador *blackout* selecionado, sendo que para um vidro duplo de baixa emissividade com um coeficiente de sombra de 0,32, é possível obter parâmetro combinado de 0,10.

**Solar and light properties (EN 14501)**

Soltis Feel 88 LowE		TS	RS	AS	TV n-h	EN13363-1* Type C glazing $g_{tot}$	EN13363-2** Type D glazing $g_{tot}$	Emissivity
88-2061E	A	13	68	19	12	0.35	0.12	0.45
88-2061E	B	13	68	19	12	0.35	0.11	0.90

Soltis Feel 99 LowE		TS	RS	AS	TV n-h	EN13363-1* Type C glazing $g_{tot}$	EN13363-2** Type D glazing $g_{tot}$	Emissivity
99-2061E	A	8	71	21	7	0.34	0.10	0.35
99-2061E	B	8	70	22	7	0.34	0.11	0.90

<p>TS: Solar Transmission (%)</p> <p>RS: Solar Reflection (%)</p> <p>AS: Solar Absorption (%)</p> <p>TS + RS + AS = 100% of incident energy</p> <p>TV n-h: Normal-hemispherical visible light transmission (%)</p> <p><math>g_{tot}</math>: Internal solar factor</p> <p>A: Aluminium face exposed to the sun</p> <p>B: Coloured face exposed to the sun</p>	<p><b>*Simplified method EN 13363-1</b></p> <p>The transmission and reflection values above are based on the integrated values of the glass combined with the screen. These are used to calculate the <math>g_{tot}</math> value. Type "C" glazing is double glazing and insulated with low emissivity in position 3 (4 + 16 + 4; Argon-filled) <math>g = 0.59 - U = 1.2</math>.</p>
	<p><b>**Detailed method EN 13363-2</b></p> <p>The transmission and reflection values above are based on the integrated values of the glass combined with the screen. These are used to calculate the <math>g_{tot}</math> value.</p> <p>Type "D" glazing is double glazing and insulated with low emissivity in position 2 (4 + 16 + 4; Argon-filled) <math>g = 0.32 - U = 1.1</math>.</p>

Figura 30 – Propriedades térmicas do *blackout* SOLTIS Feel 99 LowE.

Algumas divisões devido à sua orientação OSO, necessitaram da colocação de uma pala de sombreamento de 1500mm para diminuir os ganhos solares. Na Figura 31 é evidenciada a definição das fachadas da Sala 1 expostas a ganhos solares, definindo, para cada orientação, a área e parâmetros térmicos da parede exterior, a área e parâmetros térmicos do envidraçado e a presença de palas de sombreamento.

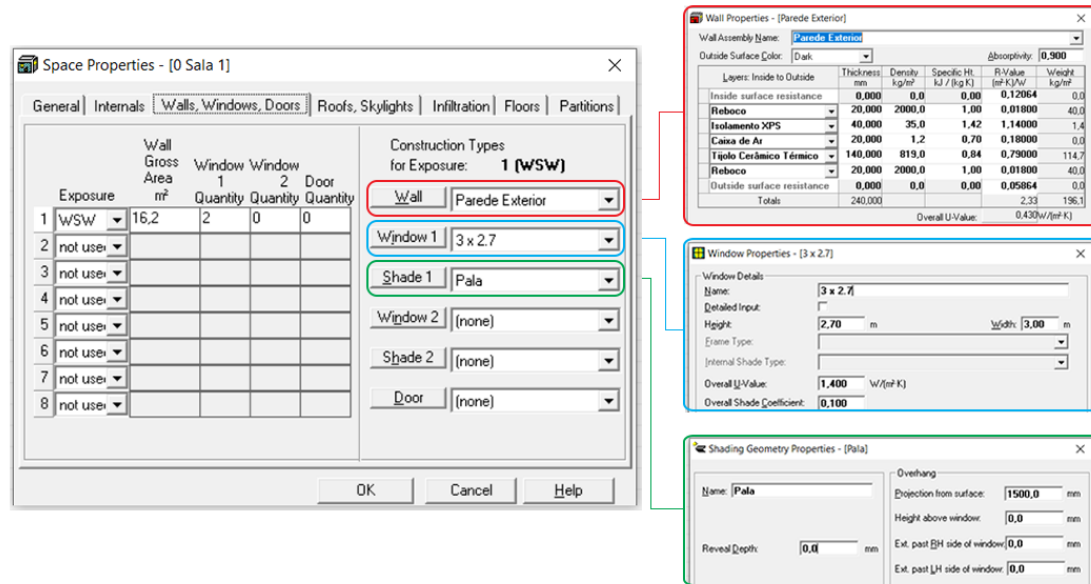


Figura 31 – Definição das áreas envolventes da Sala 1, envidraçados e palas.

Esta divisão não contém exposição solar pela cobertura uma vez que se encontra no piso 0, conforme detalhado na Figura 32. Este raciocínio repetiu-se para cada uma das divisões, sendo o detalhe apresentado no Anexo 6.4.

As divisões de Arrumos 1, Arrumos 2, Arrumos 3 e a Garagem 1 não foram incluídas nas áreas a climatizar, pelo que a área total a climatizar é de 278,50 m<sup>2</sup>.

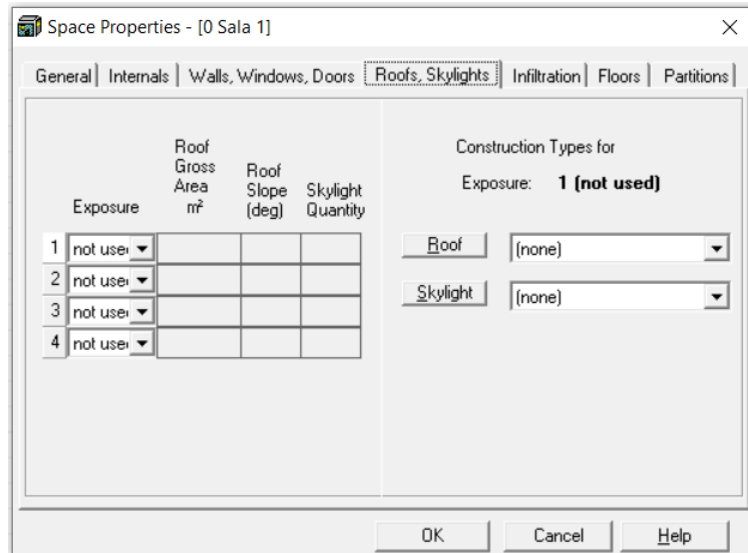


Figura 32 – Definição da cobertura da Sala 1.

Os dados introduzidos levaram ao cálculo das necessidades energéticas, concluindo que a potência necessária para arrefecimento é de 4,5 kW e para aquecimento é de 8,2 kW, respetivamente 16 W/m<sup>2</sup> e 29 W/m<sup>2</sup>. Os dados em detalhe são apresentados na Figura 33.

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1800 COOLING OA DB / WB 28,0 °C / 18,8 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	91 m <sup>2</sup>	1573	-	91 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	189 m <sup>2</sup>	863	-	189 m <sup>2</sup>	1579	-
Roof Transmission	165 m <sup>2</sup>	659	-	165 m <sup>2</sup>	1229	-
Window Transmission	91 m <sup>2</sup>	483	-	91 m <sup>2</sup>	2839	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	75 m <sup>2</sup>	0	-	75 m <sup>2</sup>	193	-
Partitions	42 m <sup>2</sup>	0	-	42 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	104 W	123	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	750 W	703	-	0	0	-
People	1	125	133	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	4528	133	-	5840	0
Zone Conditioning	-	4048	133	-	5652	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	113 L/s	0	-	113 L/s	0	-
Ventilation Load	113 L/s	490	-122	113 L/s	2574	0
Ventilation Fan Load	113 L/s	0	-	113 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
>> Total System Loads	-	4538	12	-	8226	0
Terminal Unit Cooling	-	4538	0	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	8226	-
>> Total Conditioning	-	4538	0	-	8226	0
Key:	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

Figura 33 – Necessidades energéticas da moradia.

No caso do arrefecimento, os ganhos solares representam 79% da carga térmica total, a iluminação 2%, os equipamentos elétricos 16% e a ocupação 3%. Já no aquecimento, as perdas para o exterior representam 71% da carga térmica total, sendo os 29% restantes causados pela ventilação da moradia. O dimensionamento da ventilação seguiu os valores indicados segundo ASHRAE Std 62.1 – 2010, incorporados no *software* HAP.

A Figura 34 apresenta o consumo anual energético para arrefecimento, aquecimento, iluminação e equipamentos elétricos, respetivamente 1891 kWh<sub>th</sub>, 11491 kWh<sub>th</sub>, 2102 kWh e 4853 kWh. Note-se que o consumo elétrico anual consumido para gerar as necessidades energéticas para arrefecimento e aquecimento, expressos em kWh<sub>th</sub>, são obtidos dividindo, respetivamente, pelo COP<sub>MF</sub> e pelo COP<sub>BC</sub>, característicos da bomba de calor associada.

Month	Terminal Cooling Coil Load (kWh)	Terminal Heating Coil Load (kWh)	Ventilation Fan (kWh)	Terminal Fan (kWh)	Lighting (kWh)	Electric Equipment (kWh)
January	0	2289	0	0	175	411
February	0	1539	0	0	161	372
March	0	1173	0	0	183	414
April	5	968	0	0	171	398
May	27	766	0	0	179	412
June	404	196	0	0	175	400
July	580	91	0	0	175	411
August	609	91	0	0	183	414
September	249	297	0	0	171	398
October	17	694	0	0	175	411
November	0	1362	0	0	179	401
December	0	2024	0	0	175	411
<b>Total</b>	<b>1891</b>	<b>11491</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2102</b>	<b>4853</b>

Figura 34 – Consumo anual energético de arrefecimento, de aquecimento, de iluminação e equipamentos elétricos.

### 3.3 EXECUÇÃO DO TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA

De forma a conhecer as propriedades geotérmicas do solo na localização onde se irá construir a moradia descrita no caso prático, recorreu-se a um teste de resposta térmica executado pela empresa *100fumos*.

O TRT foi executado durante 140h numa perfuração geotérmica com 80 metros de profundidade, permitindo obter a potência calorífica trocada, as temperaturas de entrada e de saída do fluido ao longo do tempo. Na Figura 35 é apresentado o sistema utilizado na realização do TRT.

A sonda geotérmica era do tipo tubo duplo em U (4x32mm) e o diâmetro médio da perfuração geotérmica era de 140mm nos primeiros 26 metros e de 120mm nos restantes. Os dados obtidos pelo sistema de aquisição de dados são expostos em formato tabular no Anexo 6.2.



Figura 35 – Sistema utilizado na realização do TRT.

A Figura 36 apresenta a evolução da potência calorífica trocada ao longo do TRT, obtendo-se um valor médio de  $5,6 \text{ kW} \pm 4\%$ . Este valor foi obtido tendo em conta os valores medidos a partir da estabilização do ensaio, considerado ao fim de 20 horas.

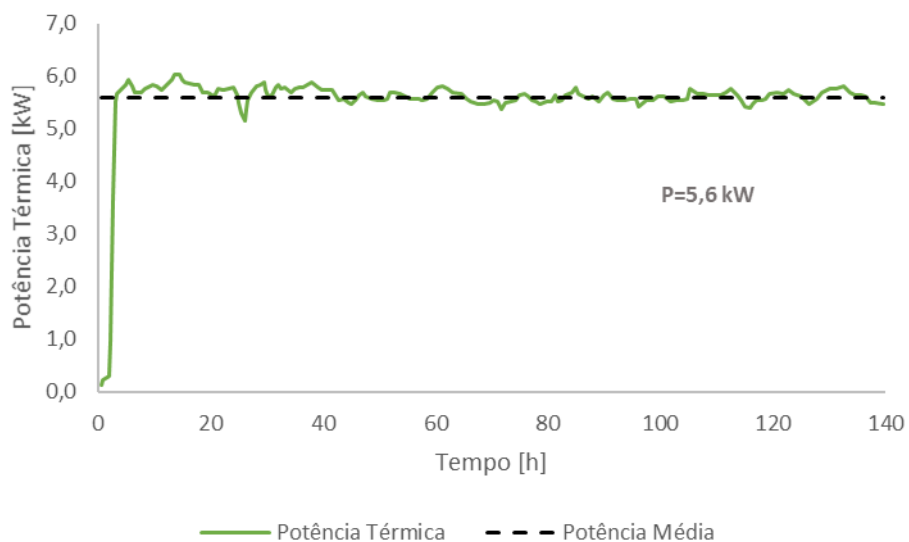


Figura 36 – Evolução da potência térmica trocada durante o TRT.

A evolução da temperatura de entrada do fluido, temperatura de saída e a temperatura média ao longo do ensaio são apresentadas na Figura 37. No início do ensaio foi possível determinar a temperatura de solo não perturbado de  $15,95^\circ\text{C}$ .

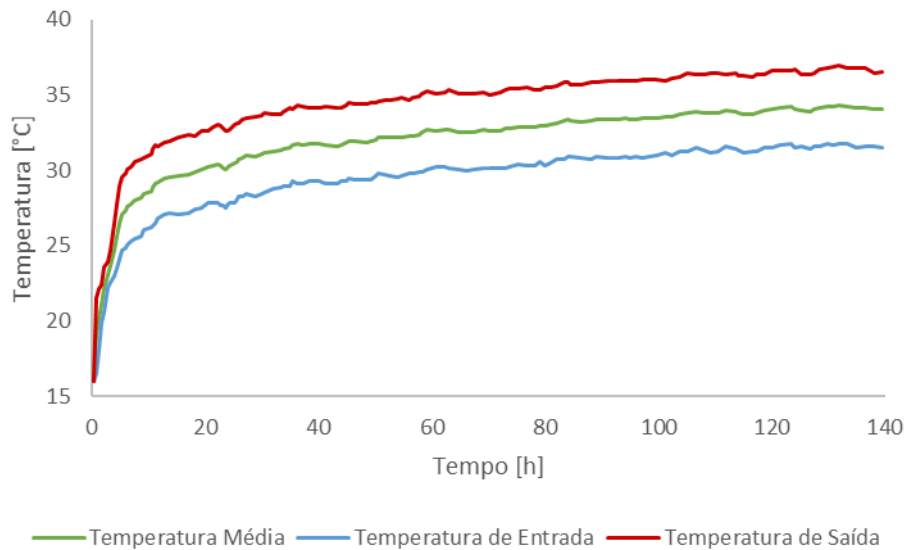


Figura 37 – Evolução das temperaturas ao longo do TRT.

Seguindo o método da Teoria da Fonte Linear, descrito no capítulo 2.3.2, aplicando a regressão linear à evolução da temperatura média do fluido em base logarítmica, obtém-se a condutibilidade térmica do solo de  $2,14 \text{ W}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ , conforme apresentado na Figura 38.

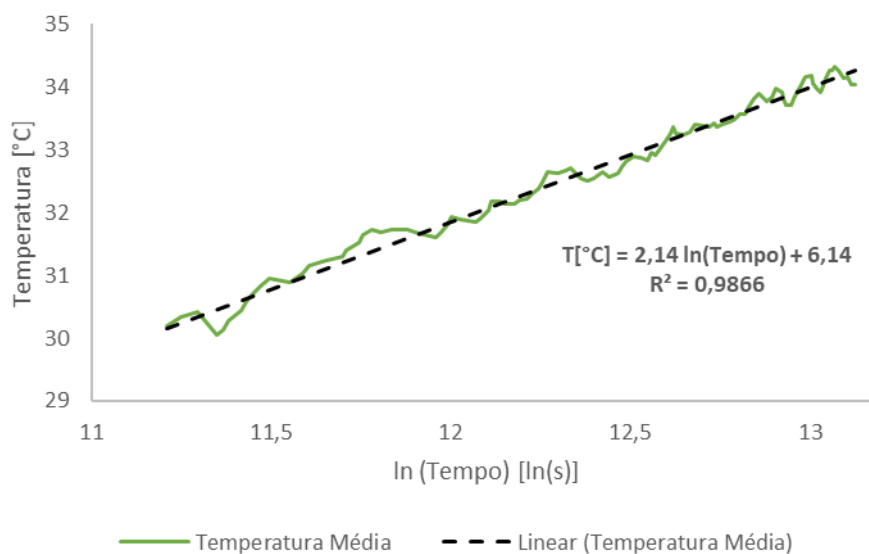


Figura 38 – Regressão linear da temperatura média em base logarítmica.

Os pontos obtidos ajustam-se com baixo erro a uma regressão linear pois o valor do  $R^2$  é próximo de 1. A diferença da temperatura ajustada pela regressão linear em relação à temperatura média obtida está representada na Figura 39, e não ultrapassa  $0,5^\circ\text{C}$ .

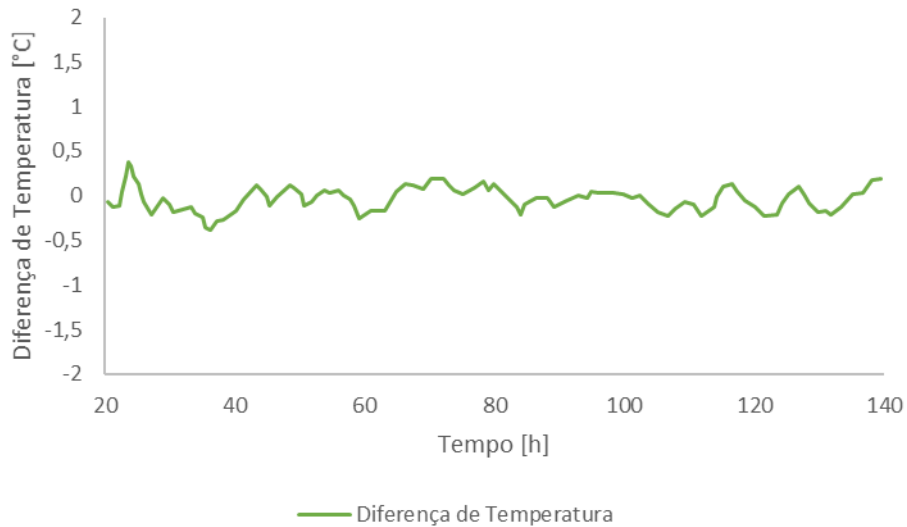


Figura 39 – Diferença da temperatura ajustada pela regressão linear em relação à temperatura média obtida ao longo do TRT.

Na Figura 40 é apresentada a evolução da determinação da condutibilidade térmica do solo ao longo do TRT, constituindo o método *step-wise evaluation*, descrito no capítulo 2.3.2. Este parâmetro não sofre influência de fatores externos a partir das 50h do ensaio, permitindo concluir que será uma boa aproximação do valor real de condutibilidade térmica do solo.

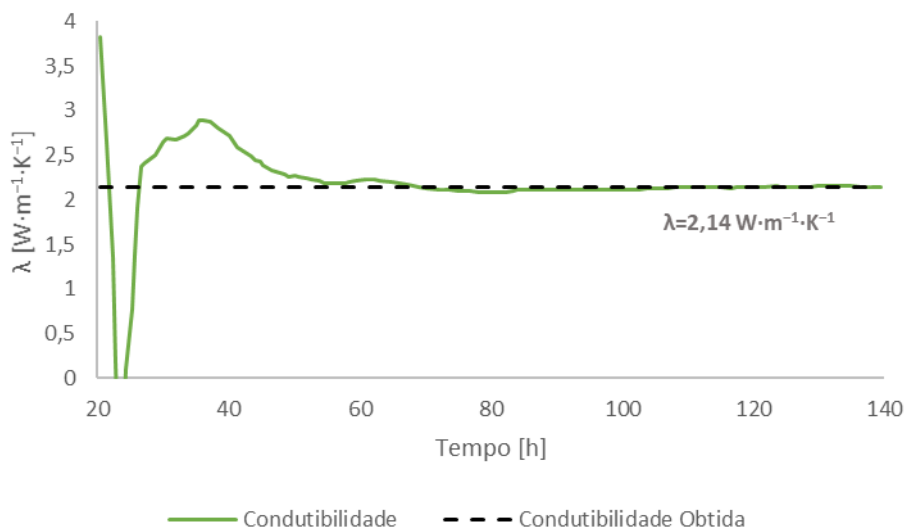


Figura 40 – Método *Step-wise evaluation* aplicado à condutibilidade térmica do solo.

Resumindo, no final do TRT obteve-se um valor de potência térmica trocada média de 70 W/m, determinado dividindo os 5,6 kW de potência obtida, pelos 80m de profundidade da perfuração geotérmica no ensaio. Este é o valor que se vai utilizar para dimensionar a profundidade da perfuração geotérmica para a solução de climatização da moradia em estudo.

### 3.4 DIMENSIONAMENTO DA SOLUÇÃO GEOTÉRMICA

A solução geotérmica considerada para a moradia em causa conta com piso radiante de aquecimento e arrefecimento, uma bomba de calor geotérmica e uma perfuração geotérmica, onde será colocada a sonda geotérmica.

#### 3.4.1 PISO RADIANTE

O piso radiante foi dimensionado para executar o aquecimento e arrefecimento da habitação, sendo composto por um depósito de inércia, um grupo de impulsão e por três coletores que fazem a distribuição do fluido hidráulico pela habitação, recorrendo a 23 circuitos. A documentação relativa ao projeto do piso radiante está apresentada no Anexo 6.5. Na Figura 41 está representado em esquema esta constituição.

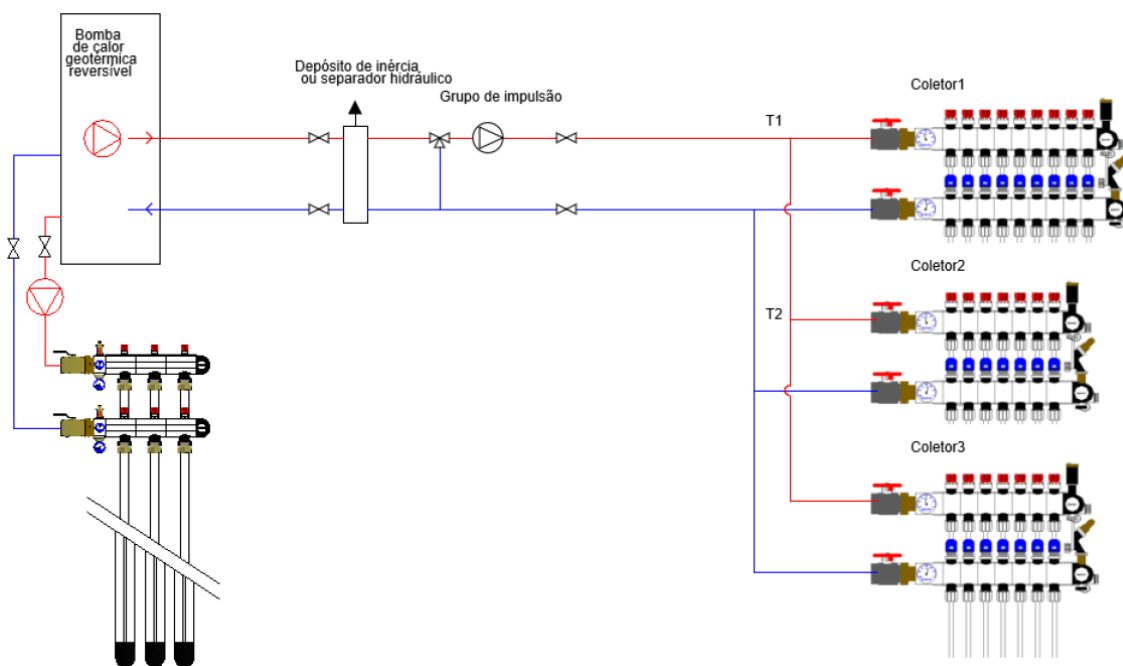


Figura 41 – Esquema de constituição do piso radiante hidráulico, UPONOR (2021).

A cada coletor estão associadas determinadas divisões apresentadas na Figura 42. Em cada divisão pode existir mais que um circuito associado, proporcional à área das mesmas.

O princípio da tecnologia do piso radiante hidráulico assenta na transferência de calor entre os tubos incorporados no pavimento da habitação e o fluido que neles circulam. A energia térmica é dissipada para o pavimento por condução e este climatiza o espaço por radiação, sem movimentação de ar, proporcionando um conforto térmico homogêneo na divisão. O isolamento térmico da superfície inferior é de extrema importância na contenção dos custos de climatização, uma vez que só dessa forma se consegue direcionar o fluxo de energia corretamente.

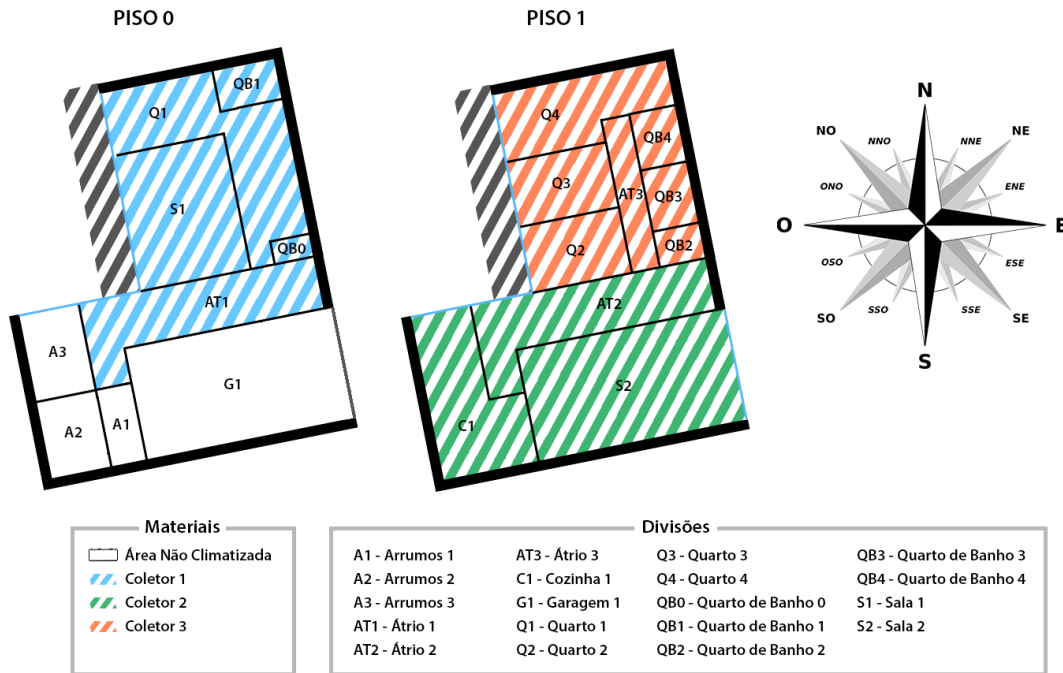


Figura 42 – Distribuição das divisões por coletores.

A Figura 43 representa a evolução das temperaturas ao longo da espessura constituinte do piso radiante, num processo de aquecimento e de arrefecimento da habitação. No aquecimento, é possível constatar que a temperatura mínima ocorre abaixo da superfície de isolamento e a temperatura máxima ocorre no interior dos tubos. Existe também um decréscimo da temperatura observada, desde o interior dos tubos até à superfície do pavimento. No caso do arrefecimento, acontece o inverso, sendo a temperatura máxima abaixo da superfície de isolamento e a temperatura mínima no interior dos tubos.

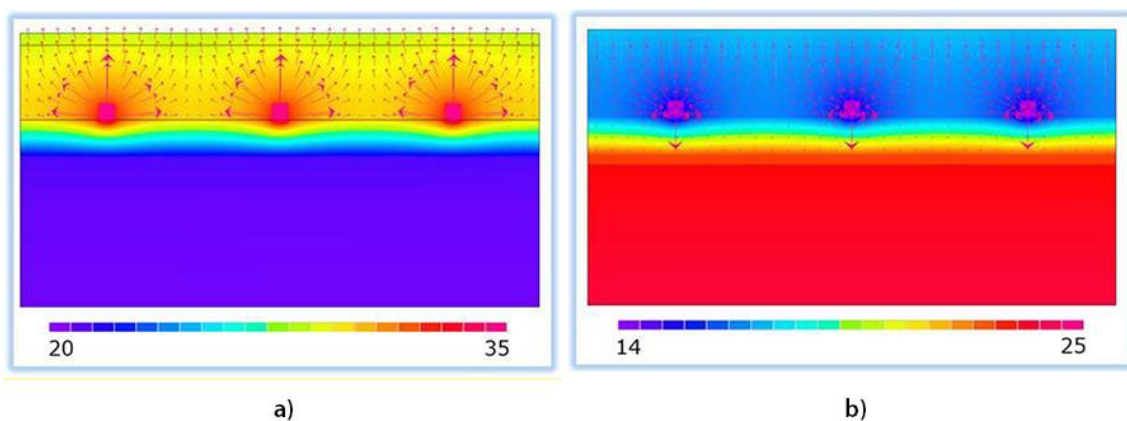


Figura 43 – Evolução da temperatura no pavimento com sistema piso radiante em: a) aquecimento; b) arrefecimento, adaptado de UPONOR (2021).

Os painéis de isolamento colocados tem quatro funções principais:

- Minimizar a perda de energia térmica pela face inferior do pavimento;
- Sustentar e guiar o sistema de tubos emissores e garantir o espaçamento entre tubos considerado em projeto;
- Possibilitar o controlo de temperatura operacional de cada divisão;
- Realizar o isolamento acústico contra ruído de impacto.

Os tubos utilizados no sistema radiante apresenta algumas particularidades, nomeadamente tem de garantir a estanquicidade ao longo de várias décadas, mas ao mesmo tempo tem de ser flexíveis para permitir a constituição dos circuitos. Assim sendo, tem várias camadas, apresentadas na Figura 44.



Figura 44 – Composição do tubo utilizado no piso radiante, UPONOR (2021).

A camada interior constituída por um polietileno reticulado (PEX-a reticulado) confere maior resistência a temperaturas superiores e também aumenta a flexibilidade do tubo. Existe também uma camada constituída por etileno vinil álcool (EVAL) que tem como função atuar como barreira antidifusão de oxigénio, colocada entre duas camadas de polietileno modificado. Impedir a entrada de oxigénio no circuito é de extrema importância na preservação dos componentes metálicos do sistema.

A camada exterior é responsável por proteger a tubagem contra possíveis fissuras por contacto ou abrasão da armação, argamassa ou outros elementos.

A tubagem considerada é de diâmetro 16mm e tem 2mm de espessura da parede.

Neste sistema, tratando-se de uma solução para aquecimento e arrefecimento, o espaçamento entre tubos foi considerado 15cm, exceto nos quartos de banho que foi de 10cm.

O sistema de controlo de temperatura de cada um dos circuitos permite definir o caudal que vai para cada um, levando a uma otimização do consumo energético para onde é estritamente necessário, tendo em conta os perfis de temperatura definidos pelo utilizador para cada uma das divisões. O algoritmo que está na base do controlo de temperatura reduz os tempos de reação do sistema e o seu consumo energético anual, uma vez que antecipa a necessidade de gasto energético, em vez de funcionar apenas como um sistema *on-off* que utiliza sinais de sensores e *set-points* definidos.

### 3.4.2 BOMBA DE CALOR GEOTÉRMICA

A bomba de calor selecionada foi a ECOFOREST ecoGEO B/C 1-9, cuja ficha técnica completa é apresentada no Anexo 6.7, apresenta um  $COP_{BC}$  de 6,8 e um  $COP_{MF}$  de 7, respetivamente obtidos para as potências de aquecimento e arrefecimento de pico determinadas.

Na Figura 45 está representada a evolução da potência de aquecimento gerada, da potência elétrica consumida e do  $COP_{BC}$  em função da velocidade do compressor, estando realçados os valores correspondentes a um diferencial de temperatura de 15°C para 35°C.

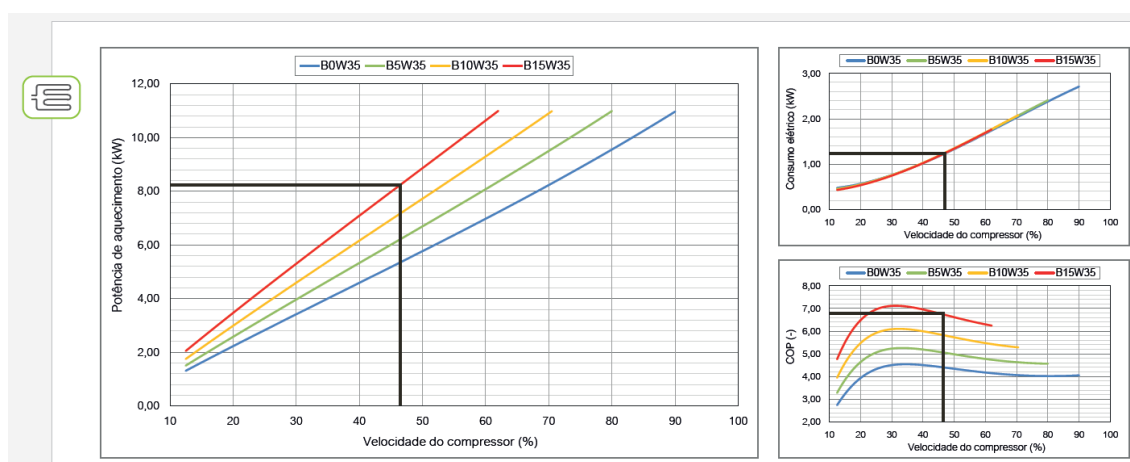


Figura 45 – Evolução da potência de aquecimento, consumo elétrico e COP em função da velocidade do compressor para a bomba ECOFOREST ecoGEO B/C 1-9, GEOTERMIA (2021).

Na Figura 46 está representada a evolução da potência de arrefecimento gerada, da potência elétrica consumida e do  $COP_{MF}$  em função da velocidade do compressor, estando realçados os valores correspondentes a um diferencial de temperatura de 35°C para 12°C.

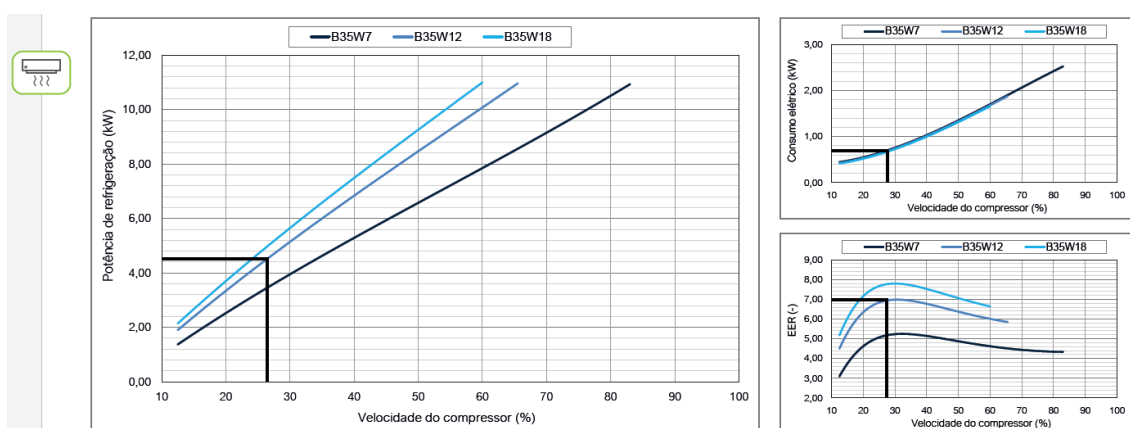


Figura 46 – Evolução da potência de arrefecimento, consumo elétrico e COP em função da velocidade do compressor para a bomba ECOFOREST ecoGEO B/C 1-9, GEOTERMIA (2021).

### 3.4.3 PERFURAÇÃO GEOTÉRMICA

A profundidade da perfuração geotérmica capaz de fornecer a potência calorífica de 8,2 kW é de 117 metros, tendo por base os 70 W/m obtidos no TRT, referente ao local da moradia.

Nesta perfuração será inserida uma sonda geotérmica do tipo tubo duplo em U, formada por tubo de polietileno reticulado (PEX-a) de 32 mm de diâmetro e 2,9 mm de espessura, distanciadores para tubos e argamassa preparada de bentonite e cimento.

### 3.5 VIABILIDADE ECONÓMICA

De forma a avaliar a viabilidade económica da solução apresentada serão determinados os custos de aquisição e operação, comparando com outras duas soluções alternativas selecionadas:

- Solução BCG: bomba de calor geotérmica (solução adotada);
- Solução BCA: bomba de calor aerotérmica;
- Solução C+AC: caldeira de biomassa para aquecimento em conjunto com ar condicionado para arrefecimento.

Note-se que a distribuição da climatização será feita por piso radiante em todas as soluções quer para aquecimento quer para arrefecimento, exceto no caso do arrefecimento da solução C+AC, que será por unidades interiores de ar condicionado em cada divisão climatizada.

A solução BCA é constituída por uma bomba de calor aerotérmica ECOFOREST ecoAIR EVI 3-12, cuja ficha técnica completa é apresentada no Anexo 6.8, apresenta um  $COP_{BC}$  de 4,3 e um  $COP_{MF}$  de 4,1, respetivamente obtidos para as potências de aquecimento e arrefecimento de pico determinadas.

Na Figura 47 está representada a evolução da potência de aquecimento gerada, da potência elétrica consumida e do  $COP_{BC}$  em função da velocidade do compressor, estando realçados os valores correspondentes a um diferencial de temperatura de 7°C para 35°C.

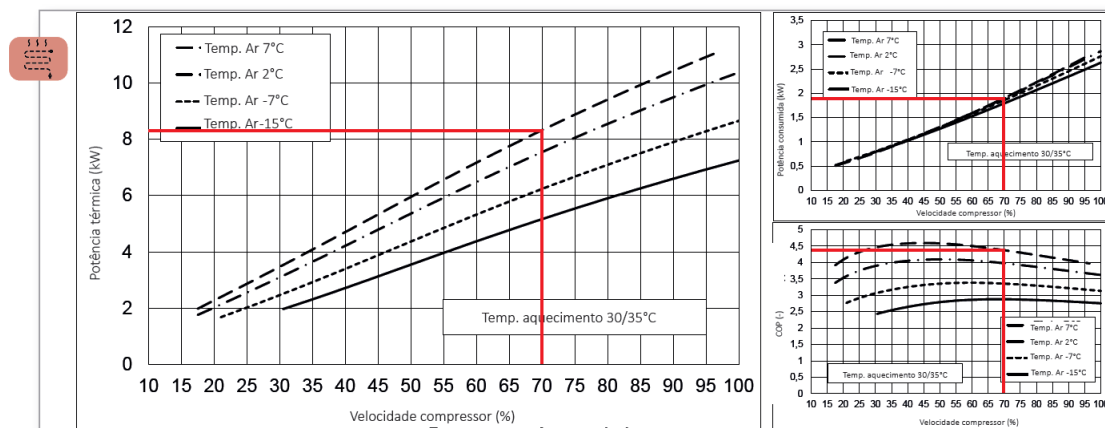


Figura 47 – Evolução da potência de aquecimento, consumo elétrico e COP em função da velocidade do compressor para a bomba ECOFOREST ecoAIR EVI 3-12, GEOTERMIA (2020).

Na Figura 48 está representada a evolução da potência de arrefecimento gerada, da potência elétrica consumida e do  $COP_{MF}$  em função da velocidade do compressor, estando realçados os valores correspondentes a um diferencial de temperatura de 30°C para 12°C.

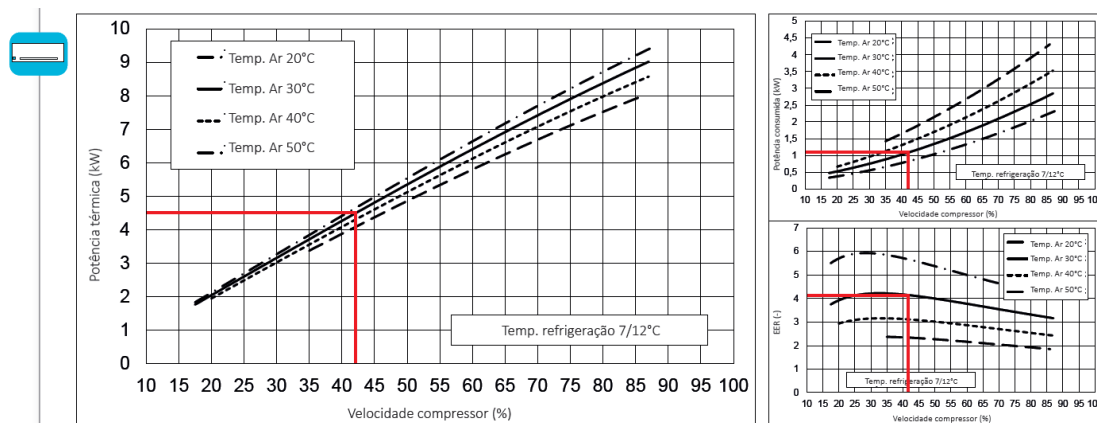


Figura 48 – Evolução da potência de arrefecimento, consumo elétrico e COP em função da velocidade do compressor para a bomba ECOFOREST ecoAIR EVI 3-12, GEOTERMIA (2020).

A solução C+AC é constituída por caldeira de biomassa ECOFOREST VAP 5-20, cuja ficha técnica completa é apresentada no Anexo 6.9. Esta apresenta um rendimento térmico ( $\eta_{cald}$ ) de 90% para o caso do aquecimento. No caso do arrefecimento, foram consideradas duas unidades exteriores LG MU3R19M21 ligadas a seis unidades interiores LG PC09SQ.NSJ, com um  $COP_{MF}$  de 4,3, cuja ficha técnica é apresentada em Anexo 6.9.

A Tabela 6 apresenta o custo do investimento inicial associado a uma das soluções.

Tabela 6 – Custo do investimento inicial para cada solução.

	BCG	BCA	C+AC
Equipamento	8.790,00 €	8.650,00 €	4.399,00 €
Perfuração Geotérmica	2.574,00 €	- €	- €
Sonda Geotérmica	2.925,00 €	- €	- €
Piso Radiante	21.386,00 €	21.386,00 €	18.083,00 €
Ar Condicionado	- €	- €	4.970,00 €
<b>Total</b>	<b>35.675,00 €</b>	<b>30.036,00 €</b>	<b>27.452,00 €</b>

\*valores s/IVA

Os custos apresentados decorrem da consulta de orçamentos, cuja documentação comprovativa é apresentada nos Anexos 6.5/6.6/6.10/6.11.

A perfuração geotérmica foi considerado um custo de 22 €/m e para a sonda geotérmica foi consultado o seu custo no preçário da UPONOR, conforme exposto no Anexo 6.10.

Para o piso radiante, foi realizado um orçamento pela UPONOR, sendo o valor para a solução C+AC mais baixo que as demais. A solução apresentada para o caso

C+AC é apenas para aquecimento, permitindo considerar um espaçamento entre tubos de 20cm em vez de 15cm. Para além disso, não contempla sistema de controlo de condensação, sistema que é imprescindível no arrefecimento. A documentação relativa ao projeto do piso radiante está apresentada no Anexo 6.6.

Para o cálculo dos custos de operação foram consideradas as tarifas apresentadas na Tabela 7. Note-se que no caso da biomassa, considerou-se 0,225 kg/kWh com base no consumo horário de 1,8 kg/h correspondente a uma potência de aquecimento de 8 kW, que a um preço de 0,30 €/kg se traduz na tarifa apresentada.

Tabela 7 – Tarifas consideradas para determinação do custo de operação.

<b>Energia Elétrica</b>	0,20 €/kWh
<b>Biomassa</b>	0,07 €/kWh

A energia primária necessária para cada uma das soluções, tendo em conta a eficiência de cada equipamento, é apresentada na Tabela 8.

Tabela 8 – Energia primária necessária para cada solução em kWh.

	Necessidade Energética Anual [kWh]	BCG		BCA		C+AC	
		COP/η	kWh	COP/η	kWh	COP/η	kWh
<b>Aquecimento</b>	11491	6,8	1690	4,3	2672	0,9	12768
<b>Arrefecimento</b>	1891	7	270	4,1	461	4,3	440

Foi considerada uma taxa de inflação anual de 3% sobre as tarifas apresentadas e para o cálculo do Valor Atual Líquido (VAL) foi definido uma taxa de atualização anual de 0,5%. A evolução do custo total de cada solução é apresentada de forma gráfica na Figura 49 e os respetivos dados de origem estão presentes na Tabela 9.

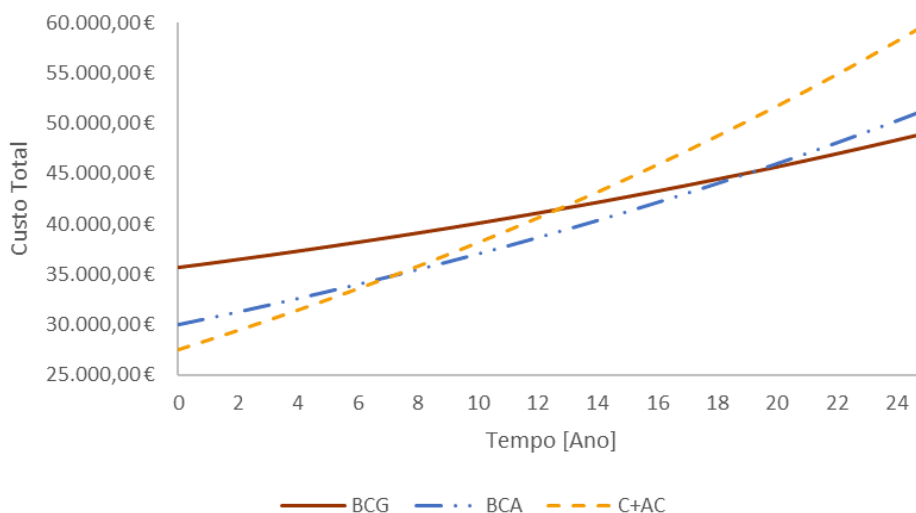


Figura 49 – Evolução do custo total de cada solução atualizado ao ano 0.

Tabela 9 – Custos de operação anuais atualizados ao ano 0 e VAL para cada solução.

Ano	Custo de Operação			Custo Total		
	BCG	BCA	C+AC	BCG	BCA	C+AC
0	-	-	-	35.675,00 €	30.036,00 €	27.452,00 €
1	392,00 €	626,71 €	949,78 €	36.067,00 €	30.662,71 €	28.401,78 €
2	401,75 €	642,30 €	973,40 €	36.468,75 €	31.305,01 €	29.375,18 €
3	411,74 €	658,28 €	997,62 €	36.880,49 €	31.963,28 €	30.372,80 €
4	421,99 €	674,65 €	1.022,44 €	37.302,48 €	32.637,94 €	31.395,24 €
5	432,48 €	691,43 €	1.047,87 €	37.734,96 €	33.329,37 €	32.443,11 €
6	443,24 €	708,63 €	1.073,94 €	38.178,21 €	34.038,00 €	33.517,04 €
7	454,27 €	726,26 €	1.100,65 €	38.632,47 €	34.764,26 €	34.617,69 €
8	465,57 €	744,33 €	1.128,03 €	39.098,04 €	35.508,59 €	35.745,72 €
9	477,15 €	762,84 €	1.156,09 €	39.575,19 €	36.271,44 €	36.901,81 €
10	489,02 €	781,82 €	1.184,85 €	40.064,21 €	37.053,25 €	38.086,66 €
11	501,18 €	801,27 €	1.214,32 €	40.565,39 €	37.854,52 €	39.300,98 €
12	513,65 €	821,20 €	1.244,53 €	41.079,04 €	38.675,72 €	40.545,51 €
<b>13</b>	<b>526,43 €</b>	<b>841,63 €</b>	<b>1.275,49 €</b>	<b>41.605,47 €</b>	<b>39.517,35 €</b>	<b>41.821,00 €</b>
14	539,52 €	862,56 €	1.307,22 €	42.145,00 €	40.379,91 €	43.128,22 €
15	552,94 €	884,02 €	1.339,73 €	42.697,94 €	41.263,93 €	44.467,95 €
16	566,70 €	906,01 €	1.373,06 €	43.264,64 €	42.169,94 €	45.841,01 €
17	580,80 €	928,55 €	1.407,22 €	43.845,44 €	43.098,49 €	47.248,23 €
18	595,24 €	951,65 €	1.442,22 €	44.440,68 €	44.050,14 €	48.690,45 €
19	610,05 €	975,32 €	1.478,10 €	45.050,73 €	45.025,46 €	50.168,55 €
<b>20</b>	<b>625,23 €</b>	<b>999,58 €</b>	<b>1.514,87 €</b>	<b>45.675,96 €</b>	<b>46.025,04 €</b>	<b>51.683,41 €</b>
21	640,78 €	1.024,45 €	1.552,55 €	46.316,74 €	47.049,49 €	53.235,96 €
22	656,72 €	1.049,93 €	1.591,17 €	46.973,46 €	48.099,42 €	54.827,13 €
23	673,06 €	1.076,05 €	1.630,75 €	47.646,51 €	49.175,46 €	56.457,89 €
24	689,80 €	1.102,82 €	1.671,32 €	48.336,31 €	50.278,28 €	58.129,20 €
25	706,96 €	1.130,25 €	1.712,89 €	49.043,27 €	51.408,53 €	59.842,10 €

A solução BCG representa uma redução de 37% nos gastos energéticos anuais com a climatização da moradia, quando comparado com a BCA, e de 59%, quando comparado com a C+AC.

A solução BCG é a mais vantajosa a longo prazo, pelo que apesar do maior investimento inicial, o seu VAL é menor ao fim de 13 anos comparativamente à solução C+AC e ao fim de 20 anos comparativamente à solução BCA.

As emissões de gases nas soluções BCG e BCA são nulas na sua operação, assumindo que a energia elétrica utilizada na sua alimentação provém de fontes não emissoras. No caso da solução C+AC, o valor das emissões de CO<sub>2</sub> ascendem a 0,36 kg/kWh obtido pela queima de biomassa, Ambiente (2015). Com base nos 11491 kWh de necessidades energéticas anuais de aquecimento, que se traduzem em 12768 kWh de biomassa, e por isso, são 4,6 ton CO<sub>2</sub>eq que deixariam de ser emitidos anualmente, caso se optasse pela solução BCG ou BCA.

# CONCLUSÕES

4.1 CONCLUSÕES

4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS



## 4 CONCLUSÕES E PROPOSTAS DE TRABALHOS FUTUROS

### 4.1 CONCLUSÕES

Nas próximas décadas, a geotermia irá assumir um papel cada vez mais relevante, como fonte alternativa para geração de eletricidade e climatização de edifícios, podendo atingir 10% da quota de produção de eletricidade na Europa em 2050. Uma das formas de aproveitar esta fonte renovável de energia, não dependente da energia solar, é utilizar uma bomba de calor geotérmica que apresenta diversas vantagens como: baixas emissões de CO<sub>2</sub>, elevada eficiência energética, baixo impacto ambiental, recurso ilimitado e reduzido prazo de retorno financeiro.

O *software Hourly Analysis Program* demonstrou ser uma ferramenta útil para a determinação das necessidades energéticas da moradia selecionada, permitindo calcular, para cada uma das divisões, as perdas para o exterior e as cargas devido à exposição solar, específicas para uma localização escolhida, as cargas internas devido à utilização de equipamentos e à ocupação pelos habitantes da moradia, com perfis de utilização personalizáveis.

A moradia selecionada para o caso prático situa-se na zona do Porto e conta com uma área de 346 m<sup>2</sup> distribuída por 2 pisos e 19 divisões, dos quais apenas 278,50 m<sup>2</sup> foram definidos para ser climatizados. As necessidades energéticas de pico obtidas foram de 4,5 kW para arrefecimento e 8,2 kW para aquecimento, que se traduzem num consumo energético anual, respetivamente, de 1891 kWh e 11491 kWh. Os valores apresentados são baixos, não passando dos 30 W/m<sup>2</sup>, que evidenciam a preocupação com a eficiência energética na construção da moradia, nomeadamente na escolha de materiais com excelente isolamento térmico nas paredes exteriores, na cobertura, na caixilharia, e ainda, a presença de palas de sombreamento e sombreadores *blackout*.

O Teste de Resposta Térmica (TRT), tendo por base a Teoria da Fonte Linear, constitui um mecanismo simples para determinação *in situ* da condutibilidade térmica do solo e da potência térmica trocada por metro de perfuração. Desta forma, pode-se dimensionar a perfuração geotérmica com maior precisão e economizar algum sobredimensionamento, que existe quando não se dispõe destes parâmetros rigorosos característicos da localização do edifício. Recorrendo ao TRT, a condutibilidade térmica obtida foi de 2,14 W·m<sup>-1</sup>·K<sup>-1</sup> e a potência térmica trocada média foi de 70 W/m.

A solução geotérmica proposta (BCG) engloba piso radiante de aquecimento e arrefecimento, uma bomba de calor geotérmica de 9 kW e uma perfuração geotérmica com 117 metros de profundidade. Esta solução tem um investimento inicial de 35.675,00 €, cerca de 20% mais elevado que as soluções alternativas, porém representa uma redução nos custos de operação de 37% quando comparada com a solução com bomba de calor aerotérmica (BCA), e de 59% quando comparada com a solução com caldeira de biomassa em conjunto com ar condicionado (C+AC). O prazo de retorno financeiro é de 13 anos comparando com a solução C+AC e de 20 anos comparando com a solução BCA. A solução BCG permite a redução anual da emissão para atmosfera de 4,6 ton CO<sub>2</sub>eq, valor associado à solução C+AC.

## 4.2 PROPOSTA DE TRABALHOS FUTUROS

Após o desenvolvimento desta dissertação, é relevante apontar alguns trabalhos futuros de continuidade do mesmo:

- Aplicar este estudo a outros casos práticos, em localizações diversas, que permitam validar a solução geotérmica noutras condições;
- Executar mais TRT noutras localizações para mapear a evolução da condutibilidade térmica do solo ao longo do território terrestre;
- Explorar o *software Hourly Analysis Program* em maior profundidade, pois tem possibilidade de executar estudos com tarifas de consumo e avaliar a viabilidade económica de diferentes soluções para o mesmo caso de estudo;
- Simular diversas geometrias de sondas geotérmicas para estudar a eficácia térmica das mesmas, recorrendo a *software* como o *Earth Energy Design* ou simulação por elementos finitos;
- Explorar a tecnologia para execução dos furos geotérmicos, visto ser uma operação determinante no investimento inicial da solução geotérmica;
- Promover a importância da geotermia como componente relevante de um futuro sustentável.

# BIBLIOGRAFIA



## 5 BIBLIOGRAFIA

- Ambiente, A. P. d. (2015). Emissões de Combustão - Determinação de emissões de ar por fatores de emissão. Retrieved 15/03/2021, from [https://apambiente.pt/\\_zdata/Instrumentos/PRTR/Relatorio%20Unico/Formulario%20PRTR/2015\\_Fatores%20de%20Combustao\\_atualizado.pdf](https://apambiente.pt/_zdata/Instrumentos/PRTR/Relatorio%20Unico/Formulario%20PRTR/2015_Fatores%20de%20Combustao_atualizado.pdf)
- Angelotti, A., Ly, F., & Zille, A. (2018). On the applicability of the moving line source theory to thermal response test under groundwater flow: considerations from real case studies. *Geothermal Energy*, 6(1), 12.
- Boyle, G. (2012). *Renewable Energy - Power for a Sustainable Future* (Third ed.). Amersham, United Kingdom: Oxford University Press.
- Brandl, H. (2006). Energy foundations and other thermo-active ground structures. *Géotechnique*, 56(2), 81-122.
- Carslaw, H., & Jaeger, J. (1959). *Conduction of Heat in Solids* (2nd ed.). London (United Kingdom): Oxford University Press.
- Carvalho, A. D., Moura, P., Vaz, G. C., & de Almeida, A. T. (2015). Ground source heat pumps as high efficient solutions for building space conditioning and for integration in smart grids. *Energy Conversion and Management*, 103, 991-1007.
- Çengel, Y. (2006). *Termodinâmica*. Brasil: São Paulo: McGraw-Hill.
- Coelho, L. (2007). *Energia geotérmica aplicada aos sistemas energéticos de edifícios*. Paper presented at the O Sector da Energia Num Futuro Sustentável, Caldas da Rainha (Portugal).
- Couto, A. (2018). *Energias Renováveis na Península Ibérica: Impacto no Crescimento Económico, Preços de Mercado Eléctrico e Emissões de CO<sub>2</sub>*. (Tese de Mestrado), Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto (Portugal).
- DGEG. (2017). *Geotermia - Energia Renovável em Portugal* (1ª ed.). Portugal: Lisboa: DGEG - Direção Geral de Energia e Geologia.
- Erdogan, B. (2010). *The effect of soil type on sizing of vertical single U-tube ground heat exchanger for ground source heat pump*. Paper presented at the Unitech'10, Gabrovo (Bulgary).
- Esen, H., & Inalli, M. (2009). In-situ thermal response test for ground source heat pump system in Elazığ, Turkey. *Energy and Buildings*, 41(4), 395-401.
- Europeu, P. (2020). Fichas Temáticas sobre a União Europeia - Eficiência Energética. Retrieved 14/11/2020, 2020, from <https://www.europarl.europa.eu/factsheets/pt/sheet/69/energieffektivitet>
- Ferreira, M. (2017). *Resposta termomecânica de estaca geotérmica*. (Tese de Mestrado), Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro (Brasil).
- Florides, G., & Kalogirou, S. (2007). Ground heat exchangers - A review of systems, models and applications. *Renewable Energy*, 32(15), 2461-2478.
- Gehlin, S. (2002). *Thermal Response Test - Method Development and Evaluation*. (Doctoral Thesis), Lulea University of Technology, Lulea (Sweden).
- GEOTERMIA, E. (2020). ecoAIR - Bombas de calor aerotérmicas - Fichas Técnicas.
- GEOTERMIA, E. (2021). ecoGEO - Bombas de calor geotérmicas - Fichas Técnicas.
- Gonçalves, D. (2017). *Utilização de Bombas de Calor Geotérmico no Aquecimento e Climatização da Academia Militar*. (Tese de Mestrado), Instituto Superior Técnico, Lisboa (Portugal).
- Gupta, H., & Roy, S. (2007). *Geothermal Energy - An Alternative Resource for the 21st Century*. Netherlands: Amsterdam: Elsevier.
- Hamada, Y., Saitoh, H., Nakamura, M., Kubota, H., & Ochifuji, K. (2007). Field performance of an energy pile system for space heating. *Energy and Buildings*, 39, 517-524.

- I.S.O. (2015). 17628 - Geotechnical investigation and testing - Geothermal testing - Determination of thermal conductivity of soil and rock using a borehole heat exchanger. Switzerland: International Standard Organization.
- Incropera, F. (2008). *Fundamentos de Transferência de Calor e Massa* (6th ed.). Rio de Janeiro (Brasil): LTC - Livros Técnicos e Científicos Editora.
- ITeCons. (2021). Projeto SIAC - Promoção da Eficiência Energética de Edifícios, Sustentabilidade e Conforto Interior. Retrieved 15/01/2021, from <http://www.itecons.uc.pt/projectos/siac17074/index.php?module=sec&id=278>
- Kavanaugh, S., & Rafferty, K. (2014). *Geothermal Heating and Cooling*. Atlanta: ASHRAE.
- Kramer, C. (2013). *An experimental investigation on performance of a model geothermal pile in sand*. (Master), The Pennsylvania State University, Pennsylvania - USA.
- Lamberts, R. (2021). Desempenho Térmico de Edificações - Aula 9: Desempenho térmico de paredes e coberturas. Retrieved 04/01/2021, from <https://labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/Aula-Desempenho%20termico%20paredes%20e%20coberturas.pdf>
- Lapa, J. (2019). *Conceção e dimensionamento de sistemas geotérmicos: Casos de estudo na Universidade de Aveiro*. Paper presented at the VIII Jornadas APG, Lisboa (Portugal).
- Longa, F., Nogueira, L., Limberger, J., Wees, J.-D. v., & Zwaan, B. v. d. (2020). Scenarios for geothermal energy deployment in Europe. *Energy*, 206.
- Mendonça, P. (2005). *Habitar sob uma Segunda Pele - Estratégias para a Redução do Impacto Ambiental de Construções Solares Passivas em Climas Temperados*. (Doutoramento), Universidade do Minho, Guimarães. Retrieved from <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/4250/14/TeseDoutMendonca14.pdf>
- NASA. (2020). Global Climate Change. Retrieved 14/11/2020, from <https://climate.nasa.gov/>
- Pascoal, C. (2015). *Estudo de Teste de Resposta Térmica aplicado a Geotermia*. (Tese de Mestrado), Escola Superior de Tecnologia de Setúbal, Setúbal (Portugal).
- Pereira, Á. (2019). *Análise das potencialidades da geotermia em Portugal para aproveitamento a baixa temperatura*. (Tese de Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto (Portugal).
- Pinto, A., Rodrigues, F., & Mota, A. (2017). Geothermal contribution on southern Europe climate for energy efficiency of university buildings. Winter season. *Energy Procedia*, 134, 181-191.
- Pires, M. (2014). *Projetos Geotérmicos, para usos diretos em Portugal Continental*. (Tese de Mestrado), Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto (Portugal).
- PORDATA. (2020). Base de Dados Portugal Contemporâneo - Energia. Retrieved 14/11/2020, from <https://www.pordata.pt/>
- Preceram. (2021). Preceram - Indústrias de Construção, SA. Retrieved 15/01/2021, from <https://preceram.pt/termico/>
- Raymond, J., Mercier, S., & Nguyen, L. (2015). Designing coaxial ground heat exchangers with a thermally enhanced outer pipe. *Geothermal Energy*, 3(1), 7.
- Reis, P. (2009). *Portal da Energia - Energias Renováveis - "Açores destacam-se a nível nacional na Geotermia"*.
- Sanner, B., Hellström, G., Spitler, J., & Gehlin, S. (2005). *Thermal Response Test – Current Status and World-Wide Application*. Paper presented at the World Geothermal Congress 2005, Antalya (Turkey).
- Soeiro, S., & Dias, M. (2020). Renewable energy community and the European energy market: main motivations. *Heliyon*, 6(7).
- Soni, S. K., Pandey, M., & Bartaria, V. N. (2015). Ground coupled heat exchangers: A review and applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 83-92.
- Sousa, É. (2014). *Aplicabilidade de sistemas de ventilação com permutador de calor ar- solo no clima português*. (Tese de Mestrado), Universidade do Minho, Braga (Portugal).

- Torres, D. (2017). *Estudo da viabilidade económica da geotermia como solução energética para climatização e aquecimento de águas sanitárias em Portugal*. (Tese de Mestrado), Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto (Portugal).
- UPONOR. (2021). Climatização Invisível Uponor.



# ANEXOS

- 6.1 DADOS DE CONSUMO E EMISSÕES EM PORTUGAL
- 6.2 DADOS EXPERIMENTAIS DO TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA
- 6.3 DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS
- 6.4 HAP – RELATÓRIO
- 6.5 PISO RADIANTE – ARREFECIMENTO + AQUECIMENTO
- 6.6 PISO RADIANTE – AQUECIMENTO
- 6.7 SOLUÇÃO BCG – FICHA TÉCNICA
- 6.8 SOLUÇÃO BCA – FICHA TÉCNICA
- 6.9 SOLUÇÃO C+AC – FICHA TÉCNICA
- 6.10 COTAÇÃO – SONDA GEOTÉRMICA
- 6.11 COTAÇÃO – BCG/BCA/C+AC



## 6 ANEXOS

### 6.1 DADOS DE CONSUMO E EMISSÕES EM PORTUGAL

Tabela 10 – Consumo anual da energia em Portugal entre 2000 e 2019, adaptado de PORDATA (2020).

	Carvão		Petróleo		Gás Natural		Eletricidade (Saldo Importador)		Resíduos Industriais (Não Renováveis)		Energia de Fonte Renovável		Total
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	
2000	44,3	15,1%	181,1	61,6%	24,0	8,2%	0,9	0,3%	1,0	0,3%	42,3	14,4%	293,7
2001	37,2	12,7%	183,7	62,6%	26,4	9,0%	0,2	0,1%	1,0	0,3%	45,0	15,3%	293,6
2002	40,7	13,3%	190,9	62,3%	31,9	10,4%	1,9	0,6%	1,1	0,3%	39,8	13,0%	306,3
2003	39,0	13,0%	177,4	59,3%	30,8	10,3%	2,8	0,9%	1,1	0,4%	48,2	16,1%	299,3
2004	39,3	12,8%	179,2	58,3%	38,6	12,5%	6,5	2,1%	1,1	0,4%	42,9	14,0%	307,6
2005	38,9	12,4%	184,6	58,6%	43,7	13,9%	6,8	2,2%	1,4	0,4%	39,4	12,5%	315,0
2006	38,5	12,7%	166,4	55,1%	41,8	13,8%	5,4	1,8%	1,5	0,5%	48,5	16,0%	302,0
2007	33,5	11,4%	157,8	53,5%	44,4	15,1%	7,5	2,5%	1,4	0,5%	50,2	17,0%	294,8
2008	29,4	10,4%	143,8	51,1%	48,3	17,2%	9,4	3,3%	1,5	0,5%	49,1	17,4%	281,6
2009	33,2	12,0%	134,1	48,2%	49,2	17,7%	4,8	1,7%	1,6	0,6%	55,1	19,8%	278,1
2010	19,3	7,2%	130,7	48,7%	52,4	19,5%	2,6	1,0%	1,7	0,6%	61,9	23,0%	268,7
2011	25,8	10,1%	120,2	46,7%	52,1	20,3%	2,8	1,1%	2,1	0,8%	54,1	21,0%	257,1
2012	33,9	13,6%	108,1	43,3%	45,9	18,4%	7,9	3,2%	2,9	1,1%	51,1	20,5%	249,8
2013	30,9	12,4%	109,1	43,7%	43,8	17,6%	2,8	1,1%	2,0	0,8%	60,9	24,4%	249,6
2014	31,2	12,5%	105,5	42,2%	40,5	16,2%	0,9	0,4%	2,1	0,8%	70,1	28,0%	250,2
2015	37,9	14,4%	109,9	41,8%	47,3	18,0%	2,3	0,9%	1,7	0,7%	64,2	24,4%	263,2
2016	33,1	12,8%	106,5	41,1%	50,5	19,5%	-5,1	-2,0%	2,2	0,8%	72,2	27,8%	259,4
2017	37,8	14,0%	105,2	39,1%	63,2	23,5%	-2,7	-1,0%	2,4	0,9%	63,0	23,4%	268,9
2018	31,4	12,0%	101,9	39,0%	58,7	22,4%	-2,7	-1,0%	2,2	0,8%	70,0	26,8%	261,4
2019	14,5	5,6%	110,0	42,1%	61,7	23,6%	3,4	1,3%	2,0	0,8%	69,8	26,7%	261,3

Tabela 11 – Produção anual de energia de fonte renovável em Portugal entre 2000 e 2018, adaptado de PORDATA (2020).

	Solar - Energia Térmica		Fotovoltaica Energia Elétrica		Geotermia (baixa entalpia) - Energia Térmica		Geotermia (alta entalpia) - Energia Elétrica		Biomassa - Energia Térmica / Elétrica		Resíduos sólidos urbanos (parte renovável) - Energia Elétrica		Biogás - Energia Térmica / Elétrica		Eólica - Energia Elétrica		Hídrica - Energia Elétrica		Biocombustíveis - Transportes		Total	
	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%	TWh	%		TWh
1998	0,2	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,1%	28,9	68,4%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	13,1	30,9%	0,0	#N/D	42	
1999	0,2	0,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	29,4	77,8%	0,3	0,9%	0,0	0,0%	0,1	0,3%	7,6	20,2%	0,0	#N/D	38	
2000	0,2	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	29,4	69,0%	1,0	2,4%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	11,7	27,5%	0,0	#N/D	43	
2001	0,2	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	29,2	64,6%	1,0	2,2%	0,0	0,0%	0,3	0,6%	14,4	31,8%	0,0	#N/D	45	
2002	0,2	0,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	30,0	74,9%	1,1	2,6%	0,0	0,0%	0,4	0,9%	8,3	20,6%	0,0	#N/D	40	
2003	0,2	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	30,4	62,8%	1,1	2,3%	0,0	0,0%	0,5	1,0%	16,1	33,2%	0,0	#N/D	48	
2004	0,2	0,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	30,7	71,1%	1,1	2,6%	0,1	0,2%	0,8	1,9%	10,2	23,5%	0,0	#N/D	43	
2005	0,2	0,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	30,9	78,4%	1,2	3,1%	0,1	0,3%	1,8	4,5%	5,1	13,0%	0,0	#N/D	39	
2006	0,3	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,1	0,2%	31,6	65,2%	1,2	2,4%	0,1	0,2%	2,9	6,0%	11,5	23,7%	0,8	1,7%	48	
2007	0,3	0,5%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	32,3	64,4%	1,1	2,2%	0,2	0,4%	4,0	8,0%	10,5	20,8%	1,6	3,2%	50	
2008	0,3	0,6%	0,0	0,0%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	32,7	66,5%	1,1	2,2%	0,3	0,5%	5,8	11,7%	7,3	14,8%	1,5	3,1%	49	
2009	0,4	0,7%	0,2	0,3%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	33,7	61,1%	1,2	2,1%	0,3	0,5%	7,6	13,8%	9,0	16,4%	2,6	4,8%	55	
2010	0,6	0,9%	0,2	0,4%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	29,9	48,3%	1,1	1,8%	0,4	0,6%	9,2	14,8%	16,5	26,7%	3,8	6,1%	62	
2011	0,7	1,3%	0,3	0,5%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	26,2	48,5%	1,1	2,1%	0,5	1,0%	9,2	17,0%	12,1	22,4%	3,7	6,8%	54	
2012	0,8	1,5%	0,4	0,8%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	27,9	54,5%	1,0	2,0%	0,7	1,3%	10,3	20,1%	6,7	13,0%	3,4	6,6%	51	
2013	0,8	1,4%	0,5	0,8%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	27,4	44,9%	1,1	1,9%	0,8	1,2%	12,0	19,7%	14,9	24,4%	3,2	5,3%	61	
2014	0,9	1,4%	0,6	1,0%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	27,5	43,7%	1,0	1,5%	1,0	1,5%	12,1	19,3%	16,4	26,1%	3,2	5,2%	63	
2015	0,9	1,6%	0,8	1,4%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	27,5	48,2%	1,1	2,0%	1,0	1,7%	11,6	20,4%	9,8	17,2%	4,0	7,1%	57	
2016	1,0	1,5%	0,8	1,3%	0,0	0,0%	0,2	0,3%	28,1	43,3%	1,2	1,9%	0,9	1,4%	12,5	19,3%	16,9	26,1%	3,2	5,0%	65	
2017	1,0	1,8%	1,0	1,8%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	28,4	50,9%	1,3	2,4%	1,0	1,8%	12,2	22,0%	7,6	13,7%	3,0	5,3%	56	
2018	1,1	1,7%	1,0	1,6%	0,0	0,0%	0,2	0,4%	28,4	45,5%	1,2	2,0%	1,0	1,5%	12,6	20,2%	13,6	21,8%	3,2	5,2%	62	

Tabela 12 – Emissões anuais de CO<sub>2</sub>eq em Portugal entre 2000 e 2018, adaptado de PORDATA (2020).

	<b>ton CO<sub>2</sub>eq</b>
<b>2000</b>	82.192,8
<b>2001</b>	82.079,0
<b>2002</b>	86.537,7
<b>2003</b>	81.438,1
<b>2004</b>	84.774,7
<b>2005</b>	87.091,1
<b>2006</b>	82.490,9
<b>2007</b>	79.664,5
<b>2008</b>	77.457,1
<b>2009</b>	73.616,7
<b>2010</b>	68.994,4
<b>2011</b>	67.595,1
<b>2012</b>	65.994,2
<b>2013</b>	63.990,2
<b>2014</b>	64.019,9
<b>2015</b>	67.944,6
<b>2016</b>	65.851,6
<b>2017</b>	70.073,8
<b>2018</b>	66.890,5

## 6.2 DADOS EXPERIMENTAIS DO TESTE DE RESPOSTA TÉRMICA

Tabela 13 – Dados obtidos pelo sistema de aquisição de dados do TRT e ajuste por regressão linear.

Tempo [h]	Potência Térmica [kW]	Temperatura de Entrada [°C]	Temperatura de Saída [°C]	Temperatura Média [°C]	Temperatura Ajustada* [°C]	Diferença de Temperatura [°C]
0	0,12	15,95	15,95	15,95	-	-
5	5,85	24,66	29,51	27,09	27,28	0,19
10	5,82	26,17	31,07	28,62	28,69	0,07
15	6,03	27,05	32,19	29,62	29,51	-0,11
20	5,61	27,80	32,59	30,19	30,13	-0,06
25	5,64	27,85	33,04	30,44	30,57	0,13
30	5,88	28,42	33,64	31,03	30,94	-0,09
35	5,76	29,25	34,04	31,65	31,30	-0,35
40	5,73	29,31	34,14	31,73	31,57	-0,16
45	5,46	29,42	34,44	31,93	31,82	-0,11
50	5,55	29,59	34,48	32,03	32,04	0,01
55	5,58	29,61	34,79	32,20	32,23	0,03
60	5,79	30,19	35,06	32,63	32,46	-0,17
65	5,58	30,02	35,07	32,55	32,60	0,05
70	5,55	30,12	35,01	32,57	32,76	0,19
75	5,64	30,37	35,41	32,89	32,91	0,02
80	5,52	30,31	35,52	32,91	33,04	0,13
85	5,79	30,86	35,67	33,26	33,16	-0,10
90	5,64	30,85	35,91	33,38	33,32	-0,06
95	5,58	30,79	35,94	33,36	33,41	0,05
100	5,61	30,98	35,99	33,49	33,51	0,02
105	5,58	31,21	36,42	33,81	33,63	-0,18
110	5,64	31,25	36,42	33,83	33,73	-0,10
115	5,43	31,16	36,26	33,71	33,82	0,11
120	5,69	31,50	36,58	34,04	33,91	-0,13
125	5,61	31,56	36,39	33,98	34,00	0,02
130	5,76	31,72	36,80	34,26	34,08	-0,18
135	5,64	31,52	36,76	34,14	34,16	0,02
140	5,46	31,52	36,55	34,04	34,23	0,19

\*Ajuste pela equação  $T = 2,14 \cdot \ln(3600 \cdot tempo) + 6,14$

### 6.3 DETERMINAÇÃO DAS NECESSIDADES ENERGÉTICAS

Nas divisões seguintes não foram considerados perfis de utilização: Arrumos 1, Arrumos 2, Arrumos 3, Átrio 1, Átrio 2, Átrio 3, Garagem, Quarto de Banho 0, Quarto de Banho 1, Quarto de Banho 2, Quarto de Banho 3, Quarto de Banho 4 e Sala 2.

Na Cozinha foi considerado um perfil de utilização “Cozinha – Equipamentos” que demonstra uma utilização mínima constante de 300W proveniente dos equipamentos elétricos, como o frigorífico e arca frigorífica, e de 1500W nos horários de pico associados às tarefas de preparação dos alimentos. Durante este período de pico foi considerada a ocupação de 2 pessoas em nível de atividade médio, refletido no perfil de utilização “Cozinhar”.

Da Figura 50 até à Figura 52 são exemplificadas as potências e perfis de utilização considerados para a Cozinha.

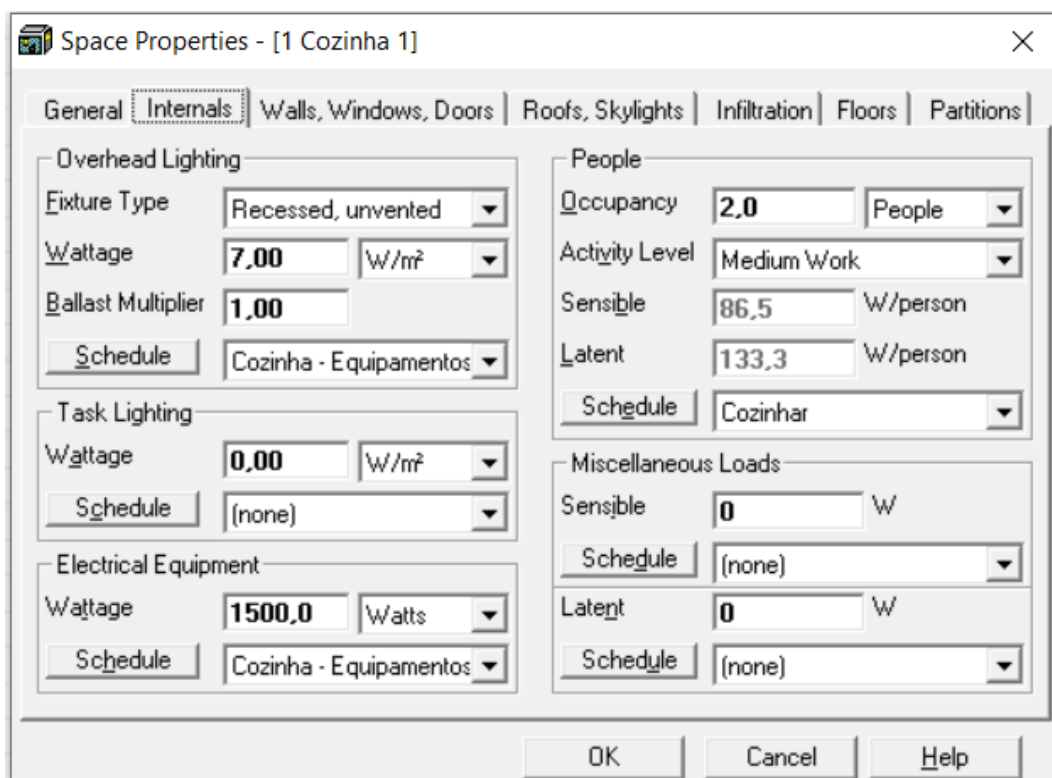


Figura 50 – Ganhos internos da Cozinha.

Para os diferentes quartos foram considerados o mesmo perfil de utilização “Quarto – Utilização”, que demonstra o período de utilização dos equipamentos elétricos, como televisão ou computador pessoal, com uma potência de 75W. Foi considerado um perfil de utilização “Dormir” associado à ocupação de 1 pessoa com nível de atividade muito baixo no Quarto 1, Quarto 2 e Quarto 3. Porém, no Quarto 4 foi considerado ocupação de 2 pessoas.

Da Figura 51 à Figura 58 são exemplificadas as potências e perfis de utilização considerados para o Quarto 1, Quarto 2, Quarto 3 e Quarto 4.

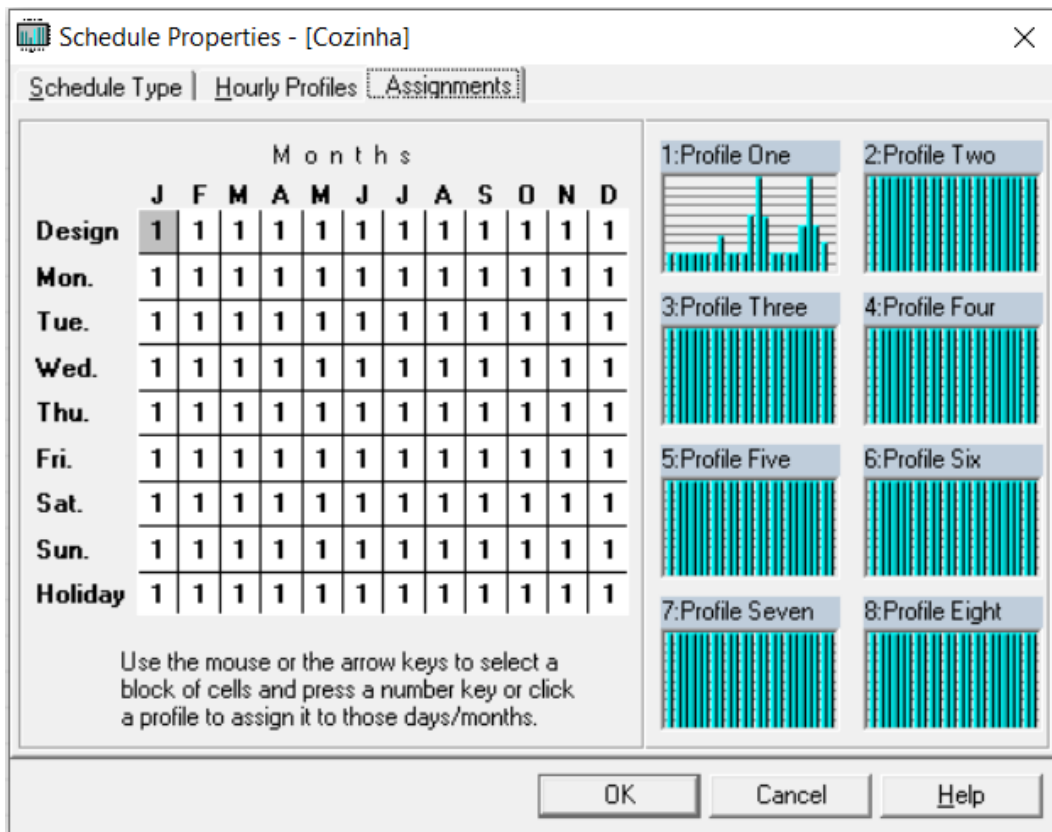


Figura 51 – Perfil de utilização “Cozinha – Equipamentos”.

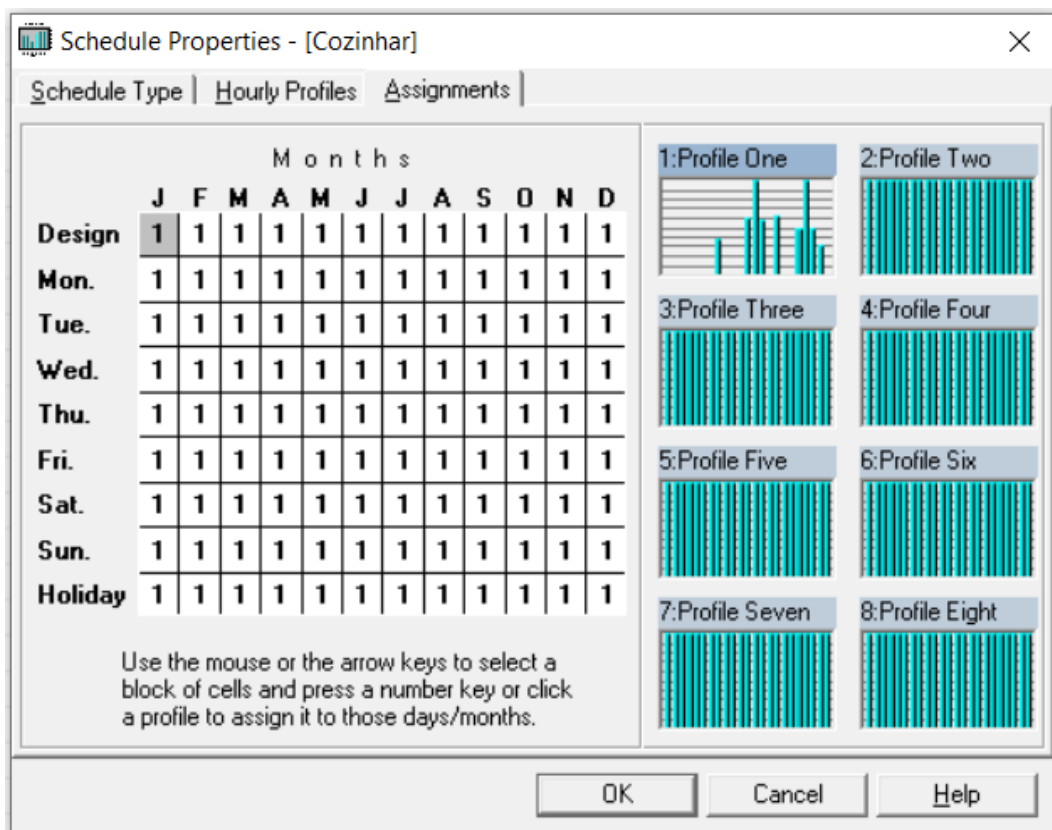


Figura 52 – Perfil de utilização “Cozinhar”.

Space Properties - [0 Quarto 1]

General Internals Walls, Windows, Doors Roofs, Skylights Infiltration Floors Partitions

Overhead Lighting

Fixture Type: Recessed, unvented

Wattage: 7,00 W/m<sup>2</sup>

Ballast Multiplier: 1,00

Schedule: Quarto - Utilização

Task Lighting

Wattage: 0,00 W/m<sup>2</sup>

Schedule: (none)

Electrical Equipment

Wattage: 75,0 Watts

Schedule: Quarto - Utilização

People

Occupancy: 1,0 People

Activity Level: Seated at Rest

Sensible: 67,4 W/person

Latent: 35,2 W/person

Schedule: Dormir

Miscellaneous Loads

Sensible: 0 W

Schedule: (none)

Latent: 0 W

Schedule: (none)

OK Cancel Help

Figura 53 – Ganhos internos do Quarto 1.

Space Properties - [1 Quarto 2]

General Internals Walls, Windows, Doors Roofs, Skylights Infiltration Floors Partitions

Overhead Lighting

Fixture Type: Recessed, unvented

Wattage: 7,00 W/m<sup>2</sup>

Ballast Multiplier: 1,00

Schedule: Quarto - Utilização

Task Lighting

Wattage: 0,00 W/m<sup>2</sup>

Schedule: (none)

Electrical Equipment

Wattage: 75,0 Watts

Schedule: Quarto - Utilização

People

Occupancy: 1,0 People

Activity Level: Seated at Rest

Sensible: 67,4 W/person

Latent: 35,2 W/person

Schedule: Dormir

Miscellaneous Loads

Sensible: 0 W

Schedule: (none)

Latent: 0 W

Schedule: (none)

OK Cancel Help

Figura 54 – Ganhos internos do Quarto 2.

**Space Properties - [1 Quarto 3]**

General **Internals** Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

**Overhead Lighting**

Fixture Type: Recessed, unvented

Wattage: 7,00 W/m<sup>2</sup>

Ballast Multiplier: 1,00

Schedule: Quarto - Utilização

**Task Lighting**

Wattage: 0,00 W/m<sup>2</sup>

Schedule: (none)

**Electrical Equipment**

Wattage: 75,0 Watts

Schedule: Quarto - Utilização

**People**

Occupancy: 1,0 People

Activity Level: Seated at Rest

Sensible: 67,4 W/person

Latent: 35,2 W/person

Schedule: Dormir

**Miscellaneous Loads**

Sensible: 0 W

Schedule: (none)

Latent: 0 W

Schedule: (none)

OK Cancel Help

Figura 55 – Ganhos internos do Quarto 3.

**Space Properties - [1 Quarto 4]**

General **Internals** Walls, Windows, Doors | Roofs, Skylights | Infiltration | Floors | Partitions

**Overhead Lighting**

Fixture Type: Recessed, unvented

Wattage: 7,00 W/m<sup>2</sup>

Ballast Multiplier: 1,00

Schedule: Quarto - Utilização

**Task Lighting**

Wattage: 0,00 W/m<sup>2</sup>

Schedule: (none)

**Electrical Equipment**

Wattage: 75,0 Watts

Schedule: Quarto - Utilização

**People**

Occupancy: 2,0 People

Activity Level: Seated at Rest

Sensible: 67,4 W/person

Latent: 35,2 W/person

Schedule: Dormir

**Miscellaneous Loads**

Sensible: 0 W

Schedule: (none)

Latent: 0 W

Schedule: (none)

OK Cancel Help

Figura 56 – Ganhos internos do Quarto 4.

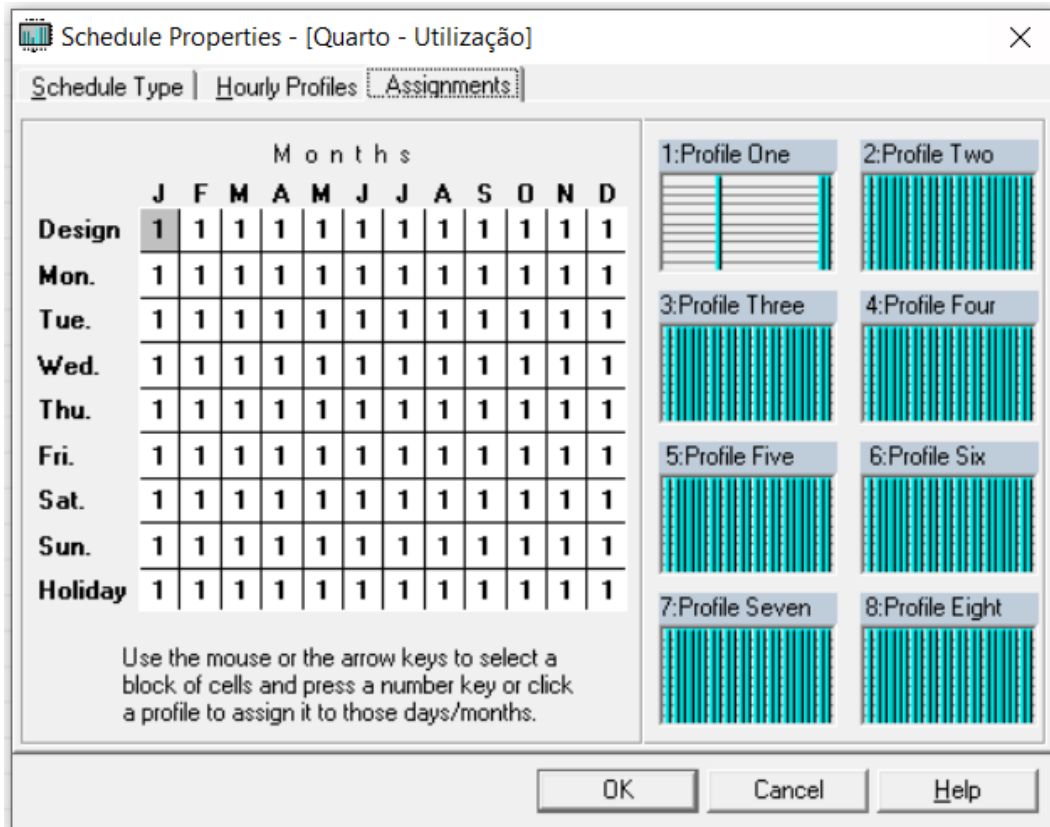


Figura 57 – Perfil de utilização “Quarto – Utilização”.

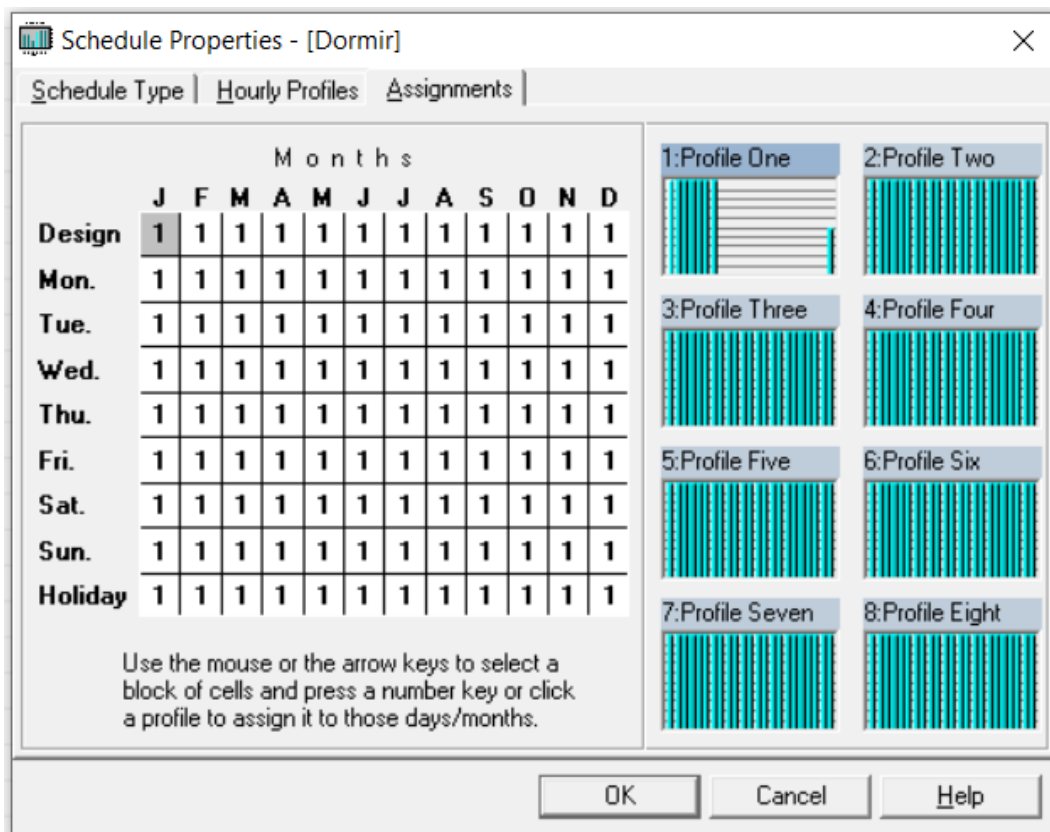


Figura 58 – Perfil de utilização “Dormir”.

## 6.4 HAP – RELATÓRIO

Relatório dos dados de entrada e de saída no *software Hourly Analysis Program*, que concluiu com a determinação das necessidades energéticas.

## Design Weather Parameters & MSHGs

Moradia Porto V2  
HVAC SIMPLIFIED AMK

03/14/2021  
05:33

### Design Parameters:

City Name ..... **Porto**  
 Location ..... **Portugal**  
 Latitude ..... **41,2** Deg.  
 Longitude ..... **8,7** Deg.  
 Elevation ..... **72,8** m  
 Summer Design Dry-Bulb ..... **30,0** °C  
 Summer Coincident Wet-Bulb ..... **19,4** °C  
 Summer Daily Range ..... **9,6** K  
 Winter Design Dry-Bulb ..... **1,7** °C  
 Winter Design Wet-Bulb ..... **-1,4** °C  
 Atmospheric Clearness Number ..... **1,00**  
 Average Ground Reflectance ..... **0,20**  
 Soil Conductivity ..... **2,140** W/(m K)  
 Local Time Zone (GMT +/- N hours) ..... **0,0** hours  
 Consider Daylight Savings Time ..... **Não**  
 Simulation Weather Data ..... **(IWC)**  
 Current Data is ..... **2001 ASHRAE Handbook**  
 Design Cooling Months ..... **January to December**

### Design Day Maximum Solar Heat Gains

(The MSHG values are expressed in W/m<sup>2</sup> )

Month	N	NNE	NE	ENE	E	ESE	SE	SSE	S
January	59,5	59,5	59,5	245,4	464,8	636,8	751,1	795,6	799,1
February	73,7	73,7	163,0	370,1	596,3	725,2	786,6	780,6	763,6
March	89,5	89,5	300,3	529,5	669,1	755,9	738,9	690,2	661,3
April	105,4	221,2	435,9	599,1	704,1	701,7	646,5	549,2	502,5
May	116,3	316,2	517,4	636,4	694,0	657,7	559,3	433,4	373,8
June	149,8	355,2	539,7	641,9	682,6	628,2	517,0	380,0	319,4
July	119,1	322,6	505,8	626,0	682,6	637,0	544,6	418,7	362,1
August	110,7	221,8	415,1	584,3	678,5	677,3	622,5	529,0	485,5
September	93,2	93,2	267,1	495,9	642,9	714,1	715,7	667,5	642,1
October	76,4	76,4	135,9	381,9	554,7	701,7	749,2	751,1	742,5
November	60,7	60,7	60,7	221,6	460,5	627,7	738,6	777,6	788,1
December	53,4	53,4	53,4	183,1	406,4	586,8	719,2	780,1	793,9
Month	SSW	SW	WSW	W	WNW	NW	NNW	HOR	Mult
January	786,1	747,7	644,8	463,4	241,3	59,5	59,5	395,3	1,00
February	779,7	784,0	723,2	592,6	396,7	136,7	73,7	545,8	1,00
March	694,7	750,2	745,2	683,9	516,3	309,8	89,5	685,7	1,00
April	551,2	647,4	706,9	702,7	591,8	440,9	215,4	782,7	1,00
May	433,9	559,2	658,6	692,8	638,9	517,7	313,9	829,0	1,00
June	382,0	516,1	631,6	676,0	651,2	539,4	344,0	837,7	1,00
July	422,8	544,4	645,6	673,6	633,1	509,8	305,7	818,7	1,00
August	533,3	625,2	682,1	677,6	571,5	427,9	212,8	768,8	1,00
September	664,6	712,3	717,8	637,9	497,6	272,6	93,2	664,0	1,00
October	754,3	757,4	700,2	569,0	360,2	155,7	76,4	538,3	1,00
November	782,4	739,9	618,8	460,7	234,0	60,7	60,7	395,3	1,00
December	779,0	721,1	579,2	411,3	174,0	53,4	53,4	332,9	1,00

Mult. = User-defined solar multiplier factor.

## Cooling Design Temperature Profiles

Moradia Porto V2  
HVAC SIMPLIFIED AMK

03/14/2021  
05:33

### Location: Porto, Portugal

( Dry and Wet Bulb temperatures are expressed in °C )

Hr	January		February		March		April		May		June	
	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB
0000	16,5	13,0	17,6	13,6	19,2	15,0	19,8	15,5	20,5	16,1	21,6	16,8
0100	16,0	12,8	17,1	13,5	18,7	14,8	19,3	15,3	20,0	15,9	21,1	16,7
0200	15,5	12,6	16,6	13,3	18,3	14,6	18,8	15,1	19,5	15,8	20,6	16,5
0300	15,1	12,5	16,2	13,1	17,9	14,5	18,4	15,0	19,1	15,6	20,2	16,4
0400	14,8	12,4	15,9	13,0	17,6	14,4	18,2	14,9	18,8	15,5	19,9	16,3
0500	14,7	12,3	15,8	13,0	17,5	14,3	18,1	14,9	18,7	15,5	19,8	16,2
0600	14,9	12,4	16,0	13,0	17,7	14,4	18,2	14,9	18,9	15,6	20,0	16,3
0700	15,4	12,6	16,5	13,2	18,2	14,6	18,7	15,1	19,4	15,7	20,5	16,5
0800	16,3	12,9	17,4	13,6	19,0	14,9	19,6	15,4	20,3	16,0	21,4	16,8
0900	17,5	13,4	18,6	14,1	20,3	15,4	20,8	15,9	21,5	16,5	22,6	17,2
1000	19,0	14,0	20,1	14,6	21,7	15,9	22,3	16,4	23,0	17,0	24,1	17,7
1100	20,6	14,6	21,7	15,2	23,4	16,5	23,9	17,0	24,6	17,5	25,7	18,2
1200	22,1	15,2	23,2	15,8	24,9	17,0	25,5	17,5	26,1	18,1	27,2	18,7
1300	23,3	15,6	24,4	16,2	26,1	17,4	26,6	17,9	27,3	18,4	28,4	19,1
1400	24,0	15,9	25,2	16,5	26,8	17,7	27,4	18,1	28,0	18,7	29,2	19,4
1500	24,3	16,0	25,4	16,6	27,1	17,8	27,7	18,2	28,3	18,8	29,4	19,4
1600	24,0	15,9	25,2	16,5	26,8	17,7	27,4	18,1	28,0	18,7	29,2	19,4
1700	23,4	15,7	24,5	16,2	26,2	17,5	26,7	17,9	27,4	18,5	28,5	19,1
1800	22,3	15,3	23,4	15,8	25,1	17,1	25,6	17,6	26,3	18,1	27,4	18,8
1900	21,1	14,8	22,2	15,4	23,8	16,7	24,4	17,1	25,1	17,7	26,2	18,4
2000	19,8	14,3	20,9	14,9	22,6	16,2	23,1	16,7	23,8	17,3	24,9	18,0
2100	18,8	13,9	19,9	14,5	21,5	15,8	22,1	16,3	22,8	16,9	23,9	17,6
2200	17,8	13,6	18,9	14,2	20,6	15,5	21,1	16,0	21,8	16,6	22,9	17,3
2300	17,0	13,3	18,1	13,9	19,8	15,2	20,4	15,7	21,0	16,3	22,1	17,0

Hr	July		August		September		October		November		December	
	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB	DB	WB
0000	22,1	16,8	22,1	16,8	21,0	16,2	19,9	15,6	18,1	14,9	17,0	13,6
0100	21,6	16,7	21,6	16,7	20,5	16,1	19,4	15,4	17,6	14,7	16,5	13,4
0200	21,2	16,5	21,2	16,5	20,0	15,9	18,9	15,3	17,2	14,5	16,0	13,3
0300	20,8	16,4	20,8	16,4	19,7	15,8	18,6	15,1	16,8	14,4	15,7	13,1
0400	20,5	16,3	20,5	16,3	19,4	15,6	18,3	15,0	16,5	14,3	15,4	13,0
0500	20,4	16,2	20,4	16,2	19,3	15,6	18,2	15,0	16,4	14,2	15,3	12,9
0600	20,6	16,3	20,6	16,3	19,5	15,7	18,4	15,0	16,6	14,3	15,5	13,0
0700	21,1	16,5	21,1	16,5	20,0	15,9	18,8	15,2	17,1	14,5	16,0	13,2
0800	21,9	16,8	21,9	16,8	20,8	16,2	19,7	15,5	17,9	14,8	16,8	13,6
0900	23,2	17,2	23,2	17,2	22,1	16,6	21,0	16,0	19,2	15,3	18,1	14,1
1000	24,6	17,7	24,6	17,7	23,5	17,1	22,4	16,5	20,6	15,8	19,5	14,6
1100	26,3	18,2	26,3	18,2	25,1	17,7	24,0	17,1	22,3	16,4	21,1	15,2
1200	27,8	18,7	27,8	18,7	26,7	18,2	25,6	17,6	23,8	16,9	22,7	15,8
1300	28,9	19,1	28,9	19,1	27,8	18,6	26,7	18,0	24,9	17,3	23,8	16,2
1400	29,7	19,4	29,7	19,4	28,6	18,8	27,5	18,2	25,7	17,6	24,6	16,5
1500	30,0	19,4	30,0	19,4	28,9	18,9	27,8	18,3	26,0	17,7	24,9	16,6
1600	29,7	19,4	29,7	19,4	28,6	18,8	27,5	18,2	25,7	17,6	24,6	16,5
1700	29,0	19,1	29,0	19,1	27,9	18,6	26,8	18,0	25,0	17,3	23,9	16,2
1800	28,0	18,8	28,0	18,8	26,9	18,2	25,8	17,7	24,0	17,0	22,9	15,8
1900	26,7	18,4	26,7	18,4	25,6	17,8	24,5	17,2	22,7	16,5	21,6	15,4
2000	25,5	18,0	25,5	18,0	24,4	17,4	23,3	16,8	21,5	16,1	20,4	14,9
2100	24,4	17,6	24,4	17,6	23,3	17,0	22,2	16,4	20,4	15,7	19,3	14,5
2200	23,5	17,3	23,5	17,3	22,4	16,7	21,2	16,1	19,5	15,4	18,4	14,2
2300	22,7	17,0	22,7	17,0	21,6	16,4	20,5	15,8	18,7	15,1	17,6	13,9

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Arrumos 1

## 1. General Details:

Floor Area ..... **5,5** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... **0,0** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **None**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
SSE	4,3	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure SSE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... **5,5** m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... **1,000** W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... **1,6** m  
 Edge Insulation R-Value ..... **1,00** (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

**(No partition data).**

## 2.4. People:

Occupancy ..... **0,0** Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... **71,8** W/person  
 Latent ..... **60,1** W/person  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Arrumos 2

## 1. General Details:

Floor Area ..... **9,3** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... **0,0** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **None**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
SSE	7,3	0	0	0
WSW	9,3	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure SSE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 3.2. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... **5,5** m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... **1,000** W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... **6,6** m  
 Edge Insulation R-Value ..... **1,00** (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

**(No partition data).**

## 2.4. People:

Occupancy ..... **0,0** Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... **71,8** W/person  
 Latent ..... **60,1** W/person  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Arrumos 3

## 1. General Details:

Floor Area ..... **9,5** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... **0,0** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **None**

## 2.4. People:

Occupancy ..... **0,0** Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... **71,8** W/person  
 Latent ..... **60,1** W/person  
 Schedule ..... **None**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
WSW	9,5	0	0	0
NNW	7,3	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... **Parede Exterior**  
 1st Window Type ..... **2,7 x 2,7**

## 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... **5,5** m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... **1,000** W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... **4,0** m  
 Edge Insulation R-Value ..... **1,00** (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

**(No partition data).**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Átrio 1

## 1. General Details:

Floor Area ..... 30,7 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Common corridor  
 OA Requirement 1 ..... 0,0 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	4,3	0	0	0
NNW	7,3	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 2,7 x 2,7

## 4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Slab Floor On Grade  
 Floor Area ..... 5,5 m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... 1,000 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... 1,6 m  
 Edge Insulation R-Value ..... 1,00 (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

## 7.1. 1st Partition Details:

Partition Type ..... Wall Partition  
 Area ..... 42,0 m<sup>2</sup>  
 U-Value ..... 2,839 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Uncondit. Space Max Temp ..... 23,9 °C  
 Ambient at Space Max Temp ..... 35,0 °C  
 Uncondit. Space Min Temp ..... 23,9 °C  
 Ambient at Space Min Temp ..... 12,8 °C

## 7.2. 2nd Partition Details:

(No partition data).

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Garagem

## 1. General Details:

Floor Area ..... 43,6 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	13,8	0	0	0
SSE	23,1	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.2. Construction Types for Exposure SSE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Slab Floor On Grade  
 Floor Area ..... 43,6 m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... 1,000 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... 14,0 m  
 Edge Insulation R-Value ..... 1,00 (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

(No partition data).

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 QB 0

## 1. General Details:

Floor Area ..... 2,6 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... 0,0 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... **None**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	4,3	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

*Infiltration occurs only when the fan is off.*

## 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... 2,6 m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... 1,000 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... 1,6 m  
 Edge Insulation R-Value ..... 1,00 (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

**(No partition data).**

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP

05/09/2021  
08:06

### 0 QB 1

#### 1. General Details:

Floor Area ..... **5,6** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

#### 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... **0,0** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

#### 2. Internals:

##### 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **None**

##### 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

##### 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

#### 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	5,4	0	0	0
NNW	6,8	0	0	0

##### 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

##### 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... **Parede Exterior**

#### 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

#### 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

#### 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... **2,6** m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... **1,000** W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... **4,5** m  
 Edge Insulation R-Value ..... **1,00** (m<sup>2</sup>·K)/W

#### 7. Partitions:

**(No partition data).**

##### 2.4. People:

Occupancy ..... **0,0** Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... **71,8** W/person  
 Latent ..... **60,1** W/person  
 Schedule ..... **None**

##### 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Quarto 1

## 1. General Details:

Floor Area ..... 37,7 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Common corridor  
 OA Requirement 1 ..... 0,0 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 7,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 75,0 Watts  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	16,6	0	0	0
NNW	13,5	0	0	0
WSW	8,1	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.3. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 3 x 2.7  
 1st Window Shade Type ..... Pala

## 4. Roofs, Skylights:

(No Roof or Skylight data).

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Slab Floor On Grade  
 Floor Area ..... 2,6 m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... 1,000 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... 14,0 m  
 Edge Insulation R-Value ..... 1,00 (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 1,0 Person  
 Activity Level ..... Seated at Rest  
 Sensible ..... 67,4 W/person  
 Latent ..... 35,2 W/person  
 Schedule ..... Dormir

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 0 Sala 1

## 1. General Details:

Floor Area ..... **28,8** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Common corridor**  
 OA Requirement 1 ..... **0,0** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **7,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **Sala**

## 2.4. People:

Occupancy ..... **5,0** People  
 Activity Level ..... **Seated at Rest**  
 Sensible ..... **67,4** W/person  
 Latent ..... **35,2** W/person  
 Schedule ..... **Sala**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **90,0** Watts  
 Schedule ..... **Sala**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
WSW	16,2	2	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... **Parede Exterior**  
 1st Window Type ..... **3 x 2.7**  
 1st Window Shade Type ..... **Pala**

## 4. Roofs, Skylights:

**(No Roof or Skylight data).**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s  
 Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... **Slab Floor On Grade**  
 Floor Area ..... **2,6** m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... **1,000** W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Exposed Perimeter ..... **6,0** m  
 Edge Insulation R-Value ..... **1,00** (m<sup>2</sup>·K)/W

## 7. Partitions:

**(No partition data).**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Átrio 2

## 1. General Details:

Floor Area ..... 26,2 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	6,5	0	0	0
NNW	7,3	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 2,7 x 2,7

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	26,2	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Átrio 3

## 1. General Details:

Floor Area ..... 8,4 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

(No Wall, Window, Door data).

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	8,4	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP

05/09/2021  
08:06

### 1 Cozinha 1

#### 1. General Details:

Floor Area ..... **29,7** m<sup>2</sup>  
Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

#### 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Dwelling unit**  
OA Requirement 1 ..... **2,5** L/s/person  
OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

#### 2. Internals:

##### 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
Wattage ..... **7,00** W/m<sup>2</sup>  
Ballast Multiplier ..... **1,00**  
Schedule ..... **Cozinha - Equipamentos**

##### 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
Schedule ..... **None**

##### 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **1500,0** Watts  
Schedule ..... **Cozinha - Equipamentos**

#### 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
SSE	12,2	0	0	0
WSW	20,3	0	0	0
NNW	7,3	1	0	0

##### 3.1. Construction Types for Exposure SSE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

##### 3.2. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... **Parede Exterior**

##### 3.3. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... **Parede Exterior**  
1st Window Type ..... **2,7 x 2,7**

#### 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	29,7	0	0

##### 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... **Cobertura Exterior Plana**

#### 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
Design Heating ..... **0,00** L/s  
Energy Analysis ..... **0,00** L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

#### 6. Floors:

Type ..... **Floor Above Conditioned Space**  
**(No additional input required for this floor type).**

#### 7. Partitions:

**(No partition data).**

##### 2.4. People:

Occupancy ..... **2,0** People  
Activity Level ..... **Medium Work**  
Sensible ..... **86,5** W/person  
Latent ..... **133,3** W/person  
Schedule ..... **Cozinha - Equipamentos**

##### 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
Schedule ..... **None**  
Latent ..... **0** W  
Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 QB 2

## 1. General Details:

Floor Area ..... 3,5 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	4,1	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	3,5	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s  
 Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 QB 3

## 1. General Details:

Floor Area ..... **4,9** m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... **2,7** m  
 Building Weight ..... **341,8** kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... **RESIDENTIAL: Dwelling unit**  
 OA Requirement 1 ..... **2,5** L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... **0,30** L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. **ASHRAE Standard 62.1-2010**

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... **Recessed (Unvented)**  
 Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... **1,00**  
 Schedule ..... **None**

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... **0,00** W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... **None**

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	7,0	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... **Parede Exterior**

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	4,9	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... **Cobertura Exterior Plana**

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... **0,00** L/s  
 Design Heating ..... **0,00** L/s  
 Energy Analysis ..... **0,00** L/s  
 Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... **Floor Above Conditioned Space**  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... **0,0** Person  
 Activity Level ..... **Office Work**  
 Sensible ..... **71,8** W/person  
 Latent ..... **60,1** W/person  
 Schedule ..... **None**

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**  
 Latent ..... **0** W  
 Schedule ..... **None**

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 QB 4

## 1. General Details:

Floor Area ..... 5,5 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... None

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	6,5	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	5,5	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s  
 Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 0,0 Person  
 Activity Level ..... Office Work  
 Sensible ..... 71,8 W/person  
 Latent ..... 60,1 W/person  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Quarto 2

## 1. General Details:

Floor Area ..... 14,1 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 7,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 75,0 Watts  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
WSW	8,1	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 3 x 2.7  
 1st Window Shade Type ..... Pala

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	14,1	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 1,0 Person  
 Activity Level ..... Seated at Rest  
 Sensible ..... 67,4 W/person  
 Latent ..... 35,2 W/person  
 Schedule ..... Dormir

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Quarto 3

## 1. General Details:

Floor Area ..... 14,1 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 7,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 75,0 Watts  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
WSW	8,1	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 3 x 2.7  
 1st Window Shade Type ..... Pala

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	14,1	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 1,0 Person  
 Activity Level ..... Seated at Rest  
 Sensible ..... 67,4 W/person  
 Latent ..... 35,2 W/person  
 Schedule ..... Dormir

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Quarto 4

## 1. General Details:

Floor Area ..... 24,2 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 7,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 75,0 Watts  
 Schedule ..... Quarto - Utilização

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	5,4	0	0	0
NNW	22,4	0	0	0
WSW	8,1	1	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.2. Construction Types for Exposure NNW

Wall Type ..... Parede Exterior

## 3.3. Construction Types for Exposure WSW

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 3 x 2.7  
 1st Window Shade Type ..... Pala

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	24,2	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Conditioned Space  
 (No additional input required for this floor type).

## 7. Partitions:

(No partition data).

## 2.4. People:

Occupancy ..... 2,0 People  
 Activity Level ..... Seated at Rest  
 Sensible ..... 67,4 W/person  
 Latent ..... 35,2 W/person  
 Schedule ..... Dormir

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## Space Input Data

Moradia Porto V2  
ISEP05/09/2021  
08:06

## 1 Sala 2

## 1. General Details:

Floor Area ..... 42,7 m<sup>2</sup>  
 Avg. Ceiling Height ..... 2,7 m  
 Building Weight ..... 341,8 kg/m<sup>2</sup>

## 1.1. OA Ventilation Requirements:

Space Usage ..... RESIDENTIAL: Dwelling unit  
 OA Requirement 1 ..... 2,5 L/s/person  
 OA Requirement 2 ..... 0,30 L/(s·m<sup>2</sup>)  
 Space Usage Defaults .. ASHRAE Standard 62.1-2010

## 2. Internals:

## 2.1. Overhead Lighting:

Fixture Type ..... Recessed (Unvented)  
 Wattage ..... 7,00 W/m<sup>2</sup>  
 Ballast Multiplier ..... 1,00  
 Schedule ..... Sala

## 2.4. People:

Occupancy ..... 4,0 People  
 Activity Level ..... Seated at Rest  
 Sensible ..... 67,4 W/person  
 Latent ..... 35,2 W/person  
 Schedule ..... Sala

## 2.2. Task Lighting:

Wattage ..... 0,00 W/m<sup>2</sup>  
 Schedule ..... None

## 2.5. Miscellaneous Loads:

Sensible ..... 0 W  
 Schedule ..... None  
 Latent ..... 0 W  
 Schedule ..... None

## 2.3. Electrical Equipment:

Wattage ..... 90,0 Watts  
 Schedule ..... Sala

## 3. Walls, Windows, Doors:

Exp.	Wall Gross Area (m <sup>2</sup> )	Window 1 Qty.	Window 2 Qty.	Door 1 Qty.
ENE	13,5	2	0	0
SSE	23,1	0	0	0

## 3.1. Construction Types for Exposure ENE

Wall Type ..... Parede Exterior  
 1st Window Type ..... 2,5 x 2,7

## 3.2. Construction Types for Exposure SSE

Wall Type ..... Parede Exterior

## 4. Roofs, Skylights:

Exp.	Roof Gross Area (m <sup>2</sup> )	Roof Slope (deg.)	Skylight Qty.
H	42,7	0	0

## 4.1. Construction Types for Exposure H

Roof Type ..... Cobertura Exterior Plana

## 5. Infiltration:

Design Cooling ..... 0,00 L/s  
 Design Heating ..... 0,00 L/s  
 Energy Analysis ..... 0,00 L/s

Infiltration occurs only when the fan is off.

## 6. Floors:

Type ..... Floor Above Unconditioned Space  
 Floor Area ..... 42,7 m<sup>2</sup>  
 Total Floor U-Value ..... 1,000 W/(m<sup>2</sup>·K)  
 Unconditioned Space Max Temp. .... 23,9 °C  
 Ambient at Space Max Temp. .... 35,0 °C  
 Unconditioned Space Min Temp. .... 23,9 °C  
 Ambient at Space Min Temp. .... 12,8 °C

## 7. Partitions:

(No partition data).

## Wall Constructions

Morada Porto V2  
HVAC SIMPLIFIED AMK

03/14/2021  
05:31

### Parede Exterior

#### Wall Details

Outside Surface Color ..... **Dark**  
Absorptivity ..... **0,900**  
Overall U-Value ..... **0,430** W/(m<sup>2</sup>·K)

#### Wall Layers Details (Inside to Outside)

Layers	Thickness mm	Density kg/m <sup>3</sup>	Specific Ht. kJ / (kg K)	R-Value (m <sup>2</sup> ·K)/W	Weight kg/m <sup>2</sup>
Inside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,12064	0,0
Reboco	20,000	2000,0	1,00	0,01800	40,0
Isolamento XPS	40,000	35,0	1,42	1,14000	1,4
Caixa de Ar	20,000	1,2	0,70	0,18000	0,0
Tijolo Cerâmico Térmico	140,000	819,0	0,84	0,79000	114,7
Reboco	20,000	2000,0	1,00	0,01800	40,0
Outside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,05864	0,0
<b>Totals</b>	<b>240,000</b>	-		<b>2,32528</b>	<b>196,1</b>

## Cobertura Exterior Plana

### Roof Details

Outside Surface Color ..... **Medium**  
 Absorptivity ..... **0,675**  
 Overall U-Value ..... **0,383** W/(m<sup>2</sup>·K)

### Roof Layers Details (Inside to Outside)

Layers	Thickness mm	Density kg/m <sup>3</sup>	Specific Ht. kJ / (kg K)	R-Value (m <sup>2</sup> ·K)/W	Weight kg/m <sup>2</sup>
Inside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,12064	0,0
Gesso Cartonado	16,000	800,0	0,84	0,04600	12,8
Betão Armado	220,000	2200,0	1,00	0,12600	484,0
Camada de Regularização	100,000	1250,0	0,80	0,07700	125,0
Isolamento XPS	50,000	35,0	1,42	1,43000	1,8
Terra Vegetal	120,000	1700,0	1,00	0,75000	204,0
Outside surface resistance	0,000	0,0	0,00	0,05864	0,0
<b>Totals</b>	<b>506,000</b>	-		<b>2,60828</b>	<b>827,6</b>

## 2,2 x 2,7

---

### Window Details:

Detailed Input .....	<b>Não</b>
Height .....	<b>2,70</b> m
Width .....	<b>2,20</b> m
Overall U-Value .....	<b>1,600</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)
Overall Shade Coefficient .....	<b>0,100</b>

## 2,5 x 2,7

---

### Window Details:

Detailed Input .....	<b>Não</b>
Height .....	<b>2,70</b> m
Width .....	<b>2,50</b> m
Overall U-Value .....	<b>1,600</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)
Overall Shade Coefficient .....	<b>0,100</b>

## 2,7 x 2,7

---

### Window Details:

Detailed Input .....	<b>Não</b>
Height .....	<b>2,70</b> m
Width .....	<b>2,70</b> m
Overall U-Value .....	<b>1,600</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)
Overall Shade Coefficient .....	<b>0,100</b>

## 3 x 2,7

---

### Window Details:

Detailed Input .....	<b>Não</b>
Height .....	<b>2,70</b> m
Width .....	<b>3,00</b> m
Overall U-Value .....	<b>1,600</b> W/(m <sup>2</sup> ·K)
Overall Shade Coefficient .....	<b>0,100</b>

# External Shade Geometries

Moradia Porto V2  
HVAC SIMPLIFIED AMK

03/14/2021  
05:32

## Pala

---

Reveal Depth.....**0,0** mm

### Overhang:

Projection from surface..... **1500,0** mm

Height above window..... **0,0** mm

Ext. past RH side of window..... **0,0** mm

Ext. past LH side of window..... **0,0** mm

### Left Fin:

Projection from surface..... **0,0** mm

Height above window..... **0,0** mm

Dist. from edge of window..... **0,0** mm

### Right Fin:

Projection from surface..... **0,0** mm

Height above window..... **0,0** mm

Dist. from edge of window..... **0,0** mm

# Dedicated Outdoor Air System (DOAS) Sizing Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:09

## Air System Information

Air System Name .....	<b>Default System</b>	Number of zones .....	<b>1</b>
Equipment Class .....	<b>TERM</b>	Floor Area .....	<b>294,6</b> m <sup>2</sup>
Air System Type .....	<b>4P-FC</b>	Location .....	<b>Porto, Portugal</b>

## Sizing Calculation Information

Calculation Months .....	<b>Jan to Dec</b>	Zone L/s Sizing .....	<b>Sum of space airflow rates</b>
Sizing Data .....	<b>Calculated</b>	Space L/s Sizing .....	<b>Individual peak space loads</b>

## Ventilation Fan Sizing Data

Actual max L/s .....	<b>113</b> L/s	Fan motor BHP .....	<b>0,00</b> BHP
Standard L/s .....	<b>112</b> L/s	Fan motor kW .....	<b>0,00</b> kW
Actual max L/(s·m <sup>2</sup> ) .....	<b>0,38</b> L/(s·m <sup>2</sup> )	Fan static .....	<b>0</b> Pa

## Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s .....	<b>113</b> L/s	L/s/person .....	<b>11,81</b> L/s/person
L/(s·m <sup>2</sup> ) .....	<b>0,38</b> L/(s·m <sup>2</sup> )		

# Air System Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:09

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 28,0 °C / 18,8 °C			HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
ZONE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	91 m²	1573	-	91 m²	-	-
Wall Transmission	189 m²	863	-	189 m²	1579	-
Roof Transmission	165 m²	659	-	165 m²	1229	-
Window Transmission	91 m²	483	-	91 m²	2839	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	75 m²	0	-	75 m²	193	-
Partitions	42 m²	0	-	42 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	104 W	123	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	750 W	703	-	0	0	-
People	1	125	133	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>4528</b>	<b>133</b>	-	<b>5840</b>	<b>0</b>
Zone Conditioning	-	4048	133	-	5652	0
Plenum Wall Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Roof Load	0%	0	-	0	0	-
Plenum Lighting Load	0%	0	-	0	0	-
Exhaust Fan Load	113 L/s	0	-	113 L/s	0	-
Ventilation Load	113 L/s	490	-122	113 L/s	2574	0
Ventilation Fan Load	113 L/s	0	-	113 L/s	0	-
Space Fan Coil Fans	-	0	-	-	0	-
Duct Heat Gain / Loss	0%	0	-	0%	0	-
<b>&gt;&gt; Total System Loads</b>	-	<b>4538</b>	<b>12</b>	-	<b>8226</b>	<b>0</b>
Terminal Unit Cooling	-	4538	0	-	0	0
Terminal Unit Heating	-	0	-	-	8226	-
<b>&gt;&gt; Total Conditioning</b>	-	<b>4538</b>	<b>0</b>	-	<b>8226</b>	<b>0</b>
<b>Key:</b>	Positive values are clg loads Negative values are htg loads			Positive values are htg loads Negative values are clg loads		

## Monthly Simulation Results for Default System

102

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:09

### Air System Simulation Results (Table 1) :

Month	Terminal Cooling Coil Load (kWh)	Terminal Heating Coil Load (kWh)	Ventilation Fan (kWh)	Terminal Fan (kWh)	Lighting (kWh)	Electric Equipment (kWh)
January	0	2289	0	0	175	411
February	0	1539	0	0	161	372
March	0	1173	0	0	183	414
April	5	968	0	0	171	398
May	27	766	0	0	179	412
June	404	196	0	0	175	400
July	580	91	0	0	175	411
August	609	91	0	0	183	414
September	249	297	0	0	171	398
October	17	694	0	0	175	411
November	0	1362	0	0	179	401
December	0	2024	0	0	175	411
<b>Total</b>	<b>1891</b>	<b>11491</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2102</b>	<b>4853</b>

# Dedicated Outdoor Air System (DOAS) Sizing Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

## Air System Information

Air System Name ..... **Default System**  
Equipment Class ..... **TERM**  
Air System Type ..... **4P-FC**

Number of zones ..... **1**  
Floor Area ..... **294,6** m<sup>2</sup>  
Location ..... **Porto, Portugal**

## Sizing Calculation Information

Calculation Months ..... **Jan to Dec**  
Sizing Data ..... **Calculated**

Zone L/s Sizing ..... **Sum of space airflow rates**  
Space L/s Sizing ..... **Individual peak space loads**

## Ventilation Fan Sizing Data

Actual max L/s ..... **113** L/s  
Standard L/s ..... **112** L/s  
Actual max L/(s·m<sup>2</sup>) ..... **0,38** L/(s·m<sup>2</sup>)

Fan motor BHP ..... **0,00** BHP  
Fan motor kW ..... **0,00** kW  
Fan static ..... **0** Pa

## Outdoor Ventilation Air Data

Design airflow L/s ..... **113** L/s  
L/(s·m<sup>2</sup>) ..... **0,38** L/(s·m<sup>2</sup>)

L/s/person ..... **11,81** L/s/person

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

**TABLE 1.1.A. Component Loads For Space "1 Cozinha 1" In Zone "Zone 1"**

		DESIGN COOLING		DESIGN HEATING		
		COOLING DATA AT Jul 1900 COOLING OA DB / WB 26,7 °C / 18,4 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C		HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
<b>SPACE LOADS</b>	<b>Details</b>	<b>(W)</b>	<b>(W)</b>	<b>Details</b>	<b>(W)</b>	<b>(W)</b>
Window & Skylight Solar Loads	7 m <sup>2</sup>	76	-	7 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	33 m <sup>2</sup>	175	-	33 m <sup>2</sup>	272	-
Roof Transmission	30 m <sup>2</sup>	118	-	30 m <sup>2</sup>	221	-
Window Transmission	7 m <sup>2</sup>	29	-	7 m <sup>2</sup>	227	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	208 W	145	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	1500 W	1298	-	0	0	-
People	2	108	267	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	<b>-</b>	<b>1950</b>	<b>267</b>	<b>-</b>	<b>720</b>	<b>0</b>

**TABLE 1.1.B. Envelope Loads For Space "1 Cozinha 1" In Zone "Zone 1"**

				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m <sup>2</sup> )	(W/(m <sup>2</sup> ·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>SSE EXPOSURE</b>						
WALL	12	0,430	-	67	-	102
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WALL	20	0,430	-	108	-	170
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	0	0,430	-	0	-	0
WINDOW 1	7	1,600	0,100	29	76	227
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	30	0,383	-	118	-	221

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.2.A. Component Loads For Space "1 Átrio 2" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m²	117	-	7 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	37	-	7 m²	54	-
Roof Transmission	26 m²	105	-	26 m²	195	-
Window Transmission	7 m²	32	-	7 m²	227	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	290	0	-	477	0

TABLE 1.2.B. Envelope Loads For Space "1 Átrio 2" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,430	-	37	-	54
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	0	0,430	-	0	-	0
WINDOW 1	7	1,600	0,100	32	117	227
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	26	0,383	-	105	-	195

# Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

**TABLE 1.3.A. Component Loads For Space "1 Quarto 2" In Zone "Zone 1"**

	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2300 COOLING OA DB / WB 22,7 °C / 17,0 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	8 m <sup>2</sup>	86	-	8 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Roof Transmission	14 m <sup>2</sup>	56	-	14 m <sup>2</sup>	105	-
Window Transmission	8 m <sup>2</sup>	-4	-	8 m <sup>2</sup>	252	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	99 W	63	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	63	-	0	0	-
People	1	38	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>303</b>	<b>35</b>	-	<b>357</b>	<b>0</b>

**TABLE 1.3.B. Envelope Loads For Space "1 Quarto 2" In Zone "Zone 1"**

	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Shade Coeff.	COOLING TRANS (W)	COOLING SOLAR (W)	HEATING TRANS (W)
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	8	1,600	0,100	-4	86	252
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	14	0,383	-	56	-	105

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.4.A. Component Loads For Space "1 Quarto 3" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2300 COOLING OA DB / WB 22,7 °C / 17,0 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
<b>SPACE LOADS</b>						
Window & Skylight Solar Loads	8 m²	86	-	8 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	14 m²	56	-	14 m²	105	-
Window Transmission	8 m²	-4	-	8 m²	252	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	99 W	63	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	63	-	0	0	-
People	1	38	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>303</b>	<b>35</b>	-	<b>357</b>	<b>0</b>

TABLE 1.4.B. Envelope Loads For Space "1 Quarto 3" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	8	1,600	0,100	-4	86	252
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	14	0,383	-	56	-	105

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.5.A. Component Loads For Space "1 Quarto 4" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2300 COOLING OA DB / WB 22,7 °C / 17,0 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	8 m²	86	-	8 m²	-	-
Wall Transmission	28 m²	119	-	28 m²	232	-
Roof Transmission	24 m²	97	-	24 m²	180	-
Window Transmission	8 m²	-4	-	8 m²	252	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	169 W	109	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	63	-	0	0	-
People	2	75	70	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	545	70	-	665	0

TABLE 1.5.B. Envelope Loads For Space "1 Quarto 4" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	5	0,430	-	27	-	45
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	22	0,430	-	92	-	187
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	8	1,600	0,100	-4	86	252
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	24	0,383	-	97	-	180

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.6.A. Component Loads For Space "1 Sala 2" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2100 COOLING OA DB / WB 24,4 °C / 17,6 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	14 m²	146	-	14 m²	-	-
Wall Transmission	23 m²	127	-	23 m²	193	-
Roof Transmission	43 m²	170	-	43 m²	318	-
Window Transmission	14 m²	21	-	14 m²	420	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	43 m²	0	-	43 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	299 W	167	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	90 W	72	-	0	0	-
People	4	121	141	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	823	141	-	931	0

TABLE 1.6.B. Envelope Loads For Space "1 Sala 2" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING TRANS (W)	COOLING SOLAR (W)	HEATING TRANS (W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	14	1,600	0,100	21	146	420
<b>SSE EXPOSURE</b>						
WALL	23	0,430	-	127	-	193
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	43	0,383	-	170	-	318

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.7.A. Component Loads For Space "1 QB 2" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	4 m²	23	-	4 m²	34	-
Roof Transmission	4 m²	14	-	4 m²	26	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	37	0	-	60	0

TABLE 1.7.B. Envelope Loads For Space "1 QB 2" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	4	0,430	-	23	-	34
<b>H EXPOSURE</b>						
ROOF	4	0,383	-	14	-	26

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.8.A. Component Loads For Space "1 QB 3" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C			HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	7 m <sup>2</sup>	39	-	7 m <sup>2</sup>	59	-
Roof Transmission	5 m <sup>2</sup>	20	-	5 m <sup>2</sup>	37	-
Window Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Partitions	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	59	0	-	95	0

TABLE 1.8.B. Envelope Loads For Space "1 QB 3" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
ENE EXPOSURE	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Shade Coeff.			
WALL	7	0,430	-	39	-	59
H EXPOSURE						
ROOF	5	0,383	-	20	-	37

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.9.A. Component Loads For Space "1 QB 4" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C			HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	7 m²	37	-	7 m²	54	-
Roof Transmission	6 m²	22	-	6 m²	41	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	59	0	-	95	0

TABLE 1.9.B. Envelope Loads For Space "1 QB 4" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
ENE EXPOSURE	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.			
WALL	7	0,430	-	37	-	54
H EXPOSURE						
ROOF	6	0,383	-	22	-	41

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.10.A. Component Loads For Space "0 Átrio 1" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m <sup>2</sup>	117	-	7 m <sup>2</sup>	-	-
Wall Transmission	4 m <sup>2</sup>	24	-	4 m <sup>2</sup>	36	-
Roof Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Window Transmission	7 m <sup>2</sup>	32	-	7 m <sup>2</sup>	227	-
Skylight Transmission	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Door Loads	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Floor Transmission	6 m <sup>2</sup>	0	-	6 m <sup>2</sup>	24	-
Partitions	42 m <sup>2</sup>	0	-	42 m <sup>2</sup>	0	-
Ceiling	0 m <sup>2</sup>	0	-	0 m <sup>2</sup>	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	173	0	-	287	0

TABLE 1.10.B. Envelope Loads For Space "0 Átrio 1" In Zone "Zone 1"						
	Area (m <sup>2</sup> )	U-Value (W/(m <sup>2</sup> ·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	4	0,430	-	24	-	36
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	0	0,430	-	0	-	0
WINDOW 1	7	1,600	0,100	32	117	227

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.11.A. Component Loads For Space "0 Quarto 1" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jul 2300 COOLING OA DB / WB 22,7 °C / 17,0 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	8 m²	86	-	8 m²	-	-
Wall Transmission	30 m²	139	-	30 m²	252	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	8 m²	-4	-	8 m²	252	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	3 m²	0	-	3 m²	21	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	264 W	169	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	75 W	63	-	0	0	-
People	1	38	35	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>491</b>	<b>35</b>	-	<b>524</b>	<b>0</b>

TABLE 1.11.B. Envelope Loads For Space "0 Quarto 1" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	17	0,430	-	83	-	139
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	14	0,430	-	55	-	113
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	8	1,600	0,100	-4	86	252

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.12.A. Component Loads For Space "0 Sala 1" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2100 COOLING OA DB / WB 24,4 °C / 17,6 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	16 m²	202	-	16 m²	-	-
Wall Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	16 m²	25	-	16 m²	504	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	3 m²	0	-	3 m²	19	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	202 W	112	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	90 W	72	-	0	0	-
People	5	151	176	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>562</b>	<b>176</b>	-	<b>523</b>	<b>0</b>

TABLE 1.12.B. Envelope Loads For Space "0 Sala 1" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING TRANS (W)	COOLING SOLAR (W)	HEATING TRANS (W)
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WINDOW 1	16	1,600	0,100	25	202	504

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.13.A. Component Loads For Space "0 QB 0" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800 COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
SPACE LOADS	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	4 m²	24	-	4 m²	36	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	3 m²	0	-	3 m²	15	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>24</b>	<b>0</b>	-	<b>51</b>	<b>0</b>

TABLE 1.13.B. Envelope Loads For Space "0 QB 0" In Zone "Zone 1"						
	Area	U-Value	Shade	COOLING	COOLING	HEATING
	(m²)	(W/(m²·K))	Coeff.	TRANS	SOLAR	TRANS
ENE EXPOSURE				(W)	(W)	(W)
WALL	4	0,430	-	24	-	36

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.14.A. Component Loads For Space "0 QB 1" In Zone "Zone 1"						
	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 2200 COOLING OA DB / WB 22,9 °C / 17,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
		Sensible	Latent		Sensible	Latent
SPACE LOADS	Details	(W)	(W)	Details	(W)	(W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	12 m²	56	-	12 m²	102	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	3 m²	0	-	3 m²	19	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	56	0	-	121	0

TABLE 1.14.B. Envelope Loads For Space "0 QB 1" In Zone "Zone 1"						
				COOLING	COOLING	HEATING
	Area	U-Value	Shade	TRANS	SOLAR	TRANS
	(m²)	(W/(m²·K))	Coeff.	(W)	(W)	(W)
<b>ENE EXPOSURE</b>						
WALL	5	0,430	-	28	-	45
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,430	-	28	-	57

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.15.A. Component Loads For Space "0 Arrumos 1" In Zone "Zone 1"						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Oct 1900			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 24,5 °C / 17,2 °C			HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	4 m²	32	-	4 m²	36	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	6 m²	0	-	6 m²	24	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>32</b>	<b>0</b>	-	<b>60</b>	<b>0</b>

TABLE 1.15.B. Envelope Loads For Space "0 Arrumos 1" In Zone "Zone 1"						
SSE EXPOSURE	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS	SOLAR	TRANS
				(W)	(W)	(W)
WALL	4	0,430	-	32	-	36

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.16.A. Component Loads For Space "0 Arrumos 2" In Zone "Zone 1"						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Aug 2200 COOLING OA DB / WB 23,5 °C / 17,3 °C OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			HEATING DATA AT DES HTG HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C OCCUPIED T-STAT 21,1 °C		
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	0 m²	0	-	0 m²	-	-
Wall Transmission	17 m²	114	-	17 m²	139	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	6 m²	0	-	6 m²	37	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
<b>&gt;&gt; Total Zone Loads</b>	-	<b>114</b>	<b>0</b>	-	<b>176</b>	<b>0</b>

TABLE 1.16.B. Envelope Loads For Space "0 Arrumos 2" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>SSE EXPOSURE</b>						
WALL	7	0,430	-	45	-	61
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WALL	9	0,430	-	69	-	78

## Space Design Load Summary for Default System

Project Name: Moradia Porto V2  
Prepared by: ISEP

05/09/2021  
08:14

TABLE 1.17.A. Component Loads For Space "0 Arrumos 3" In Zone "Zone 1"						
SPACE LOADS	DESIGN COOLING			DESIGN HEATING		
	COOLING DATA AT Jun 1800			HEATING DATA AT DES HTG		
	COOLING OA DB / WB 27,4 °C / 18,8 °C			HEATING OA DB / WB 1,7 °C / -1,4 °C		
OCCUPIED T-STAT 23,9 °C			OCCUPIED T-STAT 21,1 °C			
	Details	Sensible (W)	Latent (W)	Details	Sensible (W)	Latent (W)
Window & Skylight Solar Loads	7 m²	117	-	7 m²	-	-
Wall Transmission	10 m²	40	-	10 m²	80	-
Roof Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Window Transmission	7 m²	32	-	7 m²	227	-
Skylight Transmission	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Door Loads	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Floor Transmission	6 m²	0	-	6 m²	33	-
Partitions	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Ceiling	0 m²	0	-	0 m²	0	-
Overhead Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Task Lighting	0 W	0	-	0	0	-
Electric Equipment	0 W	0	-	0	0	-
People	0	0	0	0	0	0
Infiltration	-	0	0	-	0	0
Miscellaneous	-	0	0	-	0	0
Safety Factor	0% / 0%	0	0	0%	0	0
>> Total Zone Loads	-	189	0	-	340	0

TABLE 1.17.B. Envelope Loads For Space "0 Arrumos 3" In Zone "Zone 1"						
	Area (m²)	U-Value (W/(m²·K))	Shade Coeff.	COOLING	COOLING	HEATING
				TRANS (W)	SOLAR (W)	TRANS (W)
<b>WSW EXPOSURE</b>						
WALL	10	0,430	-	40	-	79
<b>NNW EXPOSURE</b>						
WALL	0	0,430	-	0	-	0
WINDOW 1	7	1,600	0,100	32	117	227

## 6.5 PISO RADIANTE – ARREFECIMENTO + AQUECIMENTO

Relatório do piso radiante de arrefecimento e aquecimento UPONOR.

# Climatização Invisível Uponor.

## Memória descritiva do projeto



### Climatização Invisível Uponor

Sistemas Uponor para Instalações de aquecimento e refrigeração por chão radiante

#### SISTEMA: AUTO-FIXAÇÃO

Modo de funcionamento: Refrigeração e Aquecimento

Nº de registo: UE-21-03802

Saída: 24/03/2021

Cliente: Antonio Fernando Valente Gandra

Obra: Moradia Geotérmica nas Antas

## Sumário

Introdução

---

1. Descrição da instalação

---

1.1. Descrição geral do sistema

---

1.1.1. Tubagem Uponor Comfort Pipe PLUS

---

1.1.2. Pannel de isolamento e fixação de tubagens

---

1.2. Comfort Port

---

1.3. Regulação termostática

---

1.4. Compromiso de Servicios y experiencia Uponor

---

1.5. Obras de referência

---

2. Condições técnicas

---

2.1. Cálculo da instalação

---

3. Orçamento

---

4. Certificados e garantía

---

# Introdução.

O objetivo do presente projeto é dotar os espaços climatizados da edificação de conforto térmico em qualquer época do ano e definir as características que a instalação de climatização invisível Uponor que é objeto do projeto deve respeitar, com base nos dados fornecidos pelo cliente.

A Climatização Invisível Uponor enquanto Sistema é o mais eficiente e confortável

A Climatização Invisível Uponor constitui uma solução moderna e inovadora para a edificação da mais alta qualidade.

A climatização pelo chão mantém uma temperatura sempre agradável, proporcionando ao mesmo tempo um ambiente saudável visto que elimina o ar seco, circulação de pó e os ruídos. Além disso, a distribuição através do chão permite uma climatização mais eficaz e homogênea.

A Climatização Invisível Uponor cumpre todos os requisitos de sustentabilidade e eficiência energética. A combinação da Climatização Invisível Uponor com energias renováveis oferece uma grande eficiência e economia energética.



**Chão radiante**



**Teto radiante**



**Parede radiante**



**Lajes ativas (TABS)**



**Laje termoativa**

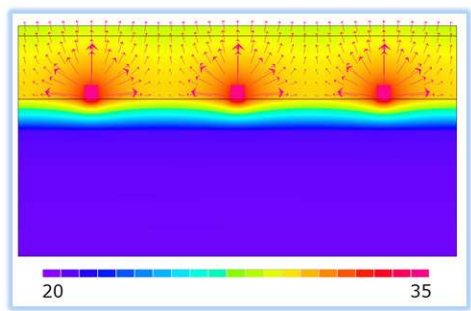


**Área exterior (Meltaway)**

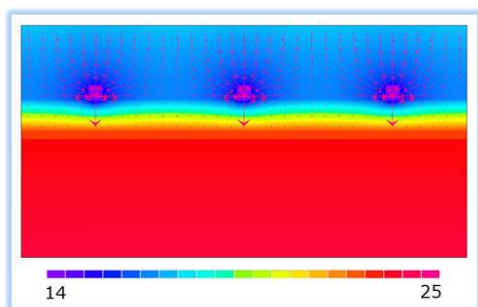
# 1. Descrição da instalação.

## 1.1. Descrição geral do sistema

No sistema de Climatização Invisível Uponor por chão, as tubagens são embebidas numa camada de argamassa de cimento com revestimento cerâmico, parquet, etc. No inverno, a argamassa absorve o calor dissipado pelas tubagens e transfere-o para o pavimento superior que, por sua vez, emite esta energia para as paredes e tetos da divisão através de radiação.



Ao contrário, no verão, o pavimento absorve o calor das paredes e teto por radiação. Depois, o calor é transmitido para a camada de argamassa e para a tubagem do chão radiante.



### 1.1.1. Tubagem Uponor Comfort Pipe PLUS

Tubagem de polietileno reticulado (Pex-a) com 5 camadas segundo o método UAXTM e em conformidade com a regulamentação UNE-EN 1264 e os requisitos especificados na norma EN ISO 15875.

Dispõe de uma barreira antidifusão de oxigénio de etileno vinil álcool (EVAL), protegida por sua vez por uma camada adicional de PE modificado. A sua flexibilidade é máxima

o que evita estrangulamentos que podem reduzir o caudal e permite otimizar os percursos da instalação. A camada protetora evita a penetração de oxigénio e a oxidação dos componentes metálicos da instalação.



### Composição:

- 1 Camada: é constituída pelo tubo de base, caracterizado pela sua alta reticulação.
- 2 Camada: proporciona uma união permanente entre o tubo de base de PEX-a e a barreira antidifusão de oxigénio (EVOH).
- 3 Camada: dispõe de uma barreira antidifusão de oxigénio (EVOH), proporciona uma impermeabilização face ao risco de penetração de oxigénio no interior da tubagem, evitando assim o risco de oxidação dos componentes metálicos da instalação como previsto na regulamentação UNE EN-1264.
- 4 Camada: assegura a união entre a camada de proteção e a barreira antidifusão de oxigénio (EVOH).
- 5 Camada: concebida para proteger a tubagem contra possíveis fissuras por contacto ou abrasão da armação, argamassa ou outros elementos.

### 1.1.2. Painel de isolamento e fixação da tubagem

#### Isolamento térmico.

O isolamento térmico do sistema é imprescindível em qualquer instalação de Climatização Invisível UPONOR pelo chão.

As funções do painel de isolamento e fixação da tubagem são:

- Minimizar os ganhos e perdas de calor inferiores, o que implica uma redução drástica do consumo energético.

- Possibilitar o controlo da temperatura operacional de cada local.

Todos os modelos de painéis Uponor têm também a missão de sustentar as tubagens emissoras, guiando-as e facilitando o traçado dos circuitos com a separação entre tubos projetada.

Os painéis são colocados sobre toda a área a climatizar

- Minimiza os ganhos e perdas de calor
- Permitem sustentar a tubagem
- Possibilita o controlo temperatura



### Isolamento contra o ruído de impacto.

Os painéis Uponor, além disso, proporcionam isolamento contra o ruído de impacto, sendo uma solução excelente para cumprir o CTE no seu Documento Básico HR de proteção contra o ruído, quanto às exigências de isolamento contra o ruído de impacto entre as diferentes unidades de utilização.

Para cumprir estes requisitos de isolamento acústico, a lei sobre o ruído indica que as lajes devem dispor de chão flutuante (e em alguns casos também de teto falso).

Um sistema de chão flutuante é um elemento construtivo sobre a laje que compreende o pavimento com a respetiva camada de apoio e uma camada de um material isolante contra os ruídos de impacto. No sistema de climatização invisível (aquecimento e refrigeração por chão radiante) a água é impulsionada através de circuitos de tubagens Uponor Comfort Pipe PLUS instaladas no chão. As tubagens são fixadas sobre as placas do painel isolante Uponor e são isolantes têm propriedades de isolamento térmico e, além

disso, proporcionam isolamento acústico. O sistema de climatização invisível é, portanto, um chão flutuante.

### 1.2. Uponor Comfort Port

É constituída por um coletor plástico, inserido numa caixa metálica, com possibilidade de orientação para a esquerda ou direita, com saídas de 1"x3/4 e com caudalímetros na impulsão e cabeças termostáticas no retorno.

As unidades Comfort Port têm como missão facilitar o trabalho dos profissionais que concebem e integram as soluções radiantes Uponor.

Todos os componentes de controlo específicos de uma instalação de aquecimento e/ou arrefecimento radiante Uponor, assim como os outros que sejam exigidos pelo cliente, poderão ser integrados de acordo com as condições convencionadas no projeto.

As unidades Comfort Port são concebidas na fase de estudo do projeto e são montadas na fábrica pelo pessoal técnico da Uponor de acordo com os requisitos prévios.

- Economia de tempo e custos de instalação
- São evitados erros de montagem na obra
- Qualidade garantida através da montagem na fábrica

### Características:

- Caixas equipadas e prontas para a instalação na obra
- Fabricadas com os controlos exigidos
- Coletores equipados com componentes de acordo com a regulamentação
- Cabeças termostáticas ligadas à unidade de controlo
- Tomadas de corrente (230 V)
- Fecho de segurança



### 1.3. Regulação termostática

#### Poupança energética e a regulação termostática Uponor.

O gasto com a climatização constitui quase metade da energia consumida numa casa. Atualmente, na habitação, existe uma procura de economia energética para reduzir os custos energéticos. Uma das melhores formas de combater o problema do gasto excessivo com a climatização é utilizar uma regulação adequada para cada instalação, que nos permita monitorizar e atuar sobre as necessidades de energia.



Existem vários fatores que deveriam fazer pender a balança no momento de selecionar uma regulação termostática. Os benefícios da regulação Uponor giram em torno da adaptação de um sistema de climatização, que só por si já é mais eficiente que os tradicionais, a uma programação adequada da temperatura dos diferentes espaços. Os pontos essenciais do combate ao gasto economizando através desta regulação são:

- Realizar uma regulação termostática individual de forma precisa por divisão tem uma grande influência no gasto energético, uma vez que adaptamos o consumo às necessidades reais de cada um dos espaços.
- Podemos programar os horários de funcionamento da instalação de forma detalhada, assegurando uma melhor eficiência energética que gera uma maior economia energética.
- Produz-se uma economia e conservação da energia quando a temperatura é regulada de forma mais sistemática sem estar sujeita a picos pontuais.
- Se à regulação termostática somarmos as vantagens da gama digital acrescentamos exatidão na leitura das temperaturas.

O Autoequilíbrio é uma função exclusiva da regulação Uponor, através da qual o sistema calcula a necessidade de energia atual das diferentes divisões e adapta a potência de saída de cada circuito ao seu comprimento. Permite que as temperaturas do chão sejam mais homogêneas e reduz os tempos de reação do sistema, com menor consumo energético do que com qualquer outro sistema convencional de ativação / desativação.

### Certificação EU.BAC.

Esta certificação europeia acredita os novos controlos Uponor Smatrix como os melhores da Europa para instalações de chão radiante. Nesta certificação, mede-se a variação da temperatura de uma divisão face à temperatura necessária.

### 1.4. Compromisso de Serviços e experiência Uponor

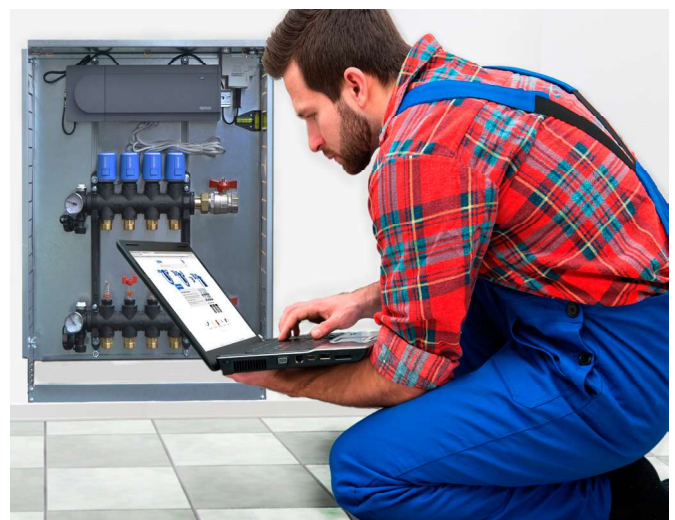
A Uponor põe à disposição uma série de Serviços de Valor Acrescentado com a finalidade de a implementação das soluções Uponor nas instalações ser realizada de forma satisfatória.

O Apoio e Supervisão de Projetos soluciona, na fase inicial, as dúvidas que possam surgir até ao projeto definitivo, utilizando para isso as melhores ferramentas disponíveis no mercado: CYPECAD MEP, CYPE UPONOR, HEAT2, HULC.

Certificação da solução instalada pelo nosso Serviço Técnico, que apoiará o instalador ao longo das diferentes etapas da instalação (implantação, desenvolvimento e finalização), garantindo que esta é realizada corretamente.

Colocação em funcionamento das instalações de Climatização Invisível e Certificado de Garantia dos sistemas.

A Uponor é líder internacional em soluções para a condução de fluidos na edificação e soluções de Climatização Invisível para os segmentos residencial, não residencial e industrial na Europa e Estados Unidos.



Na Uponor procuramos uma cooperação de longo prazo, oferecendo soluções que melhorem a qualidade de vida das pessoas e respeitem o ambiente.

O sucesso da Uponor depende do sucesso dos nossos colaboradores, razão pela qual a Uponor mantém os seguintes compromissos e promessas ao mercado:

### 1. Compromisso de Documentação e Certificação

Pomos à disposição dos clientes certificações e ensaios realizados por terceiros que justificam o cumprimento da regulamentação em vigor mais exigente.

### 2. Compromisso de Projeto

Utilizamos as ferramentas mais sofisticadas para o cálculo mais eficiente das instalações, a otimização da qualificação energética e o cumprimento das normas.

### 3. Compromisso de Formação - Uponor Academy

Dispomos de uma divisão específica, orientada para a formação dos diferentes profissionais do setor, quer sejam arquitetos, engenheiros, instaladores, construtores ou quaisquer outros profissionais que o solicitem.

### 4. Compromisso de Distribuição

Dispomos de uma extensa rede de distribuidores oficiais para convencionar a entrega oportuna e de forma adequada dos materiais.

### 5. Compromisso de Instalação

Contamos com uma rede de instaladores homologados com cartões e certificados emitidos através da formação recebida na Uponor Academy. Este compromisso contribui para a eliminação de incidentes e a otimização dos prazos de execução.

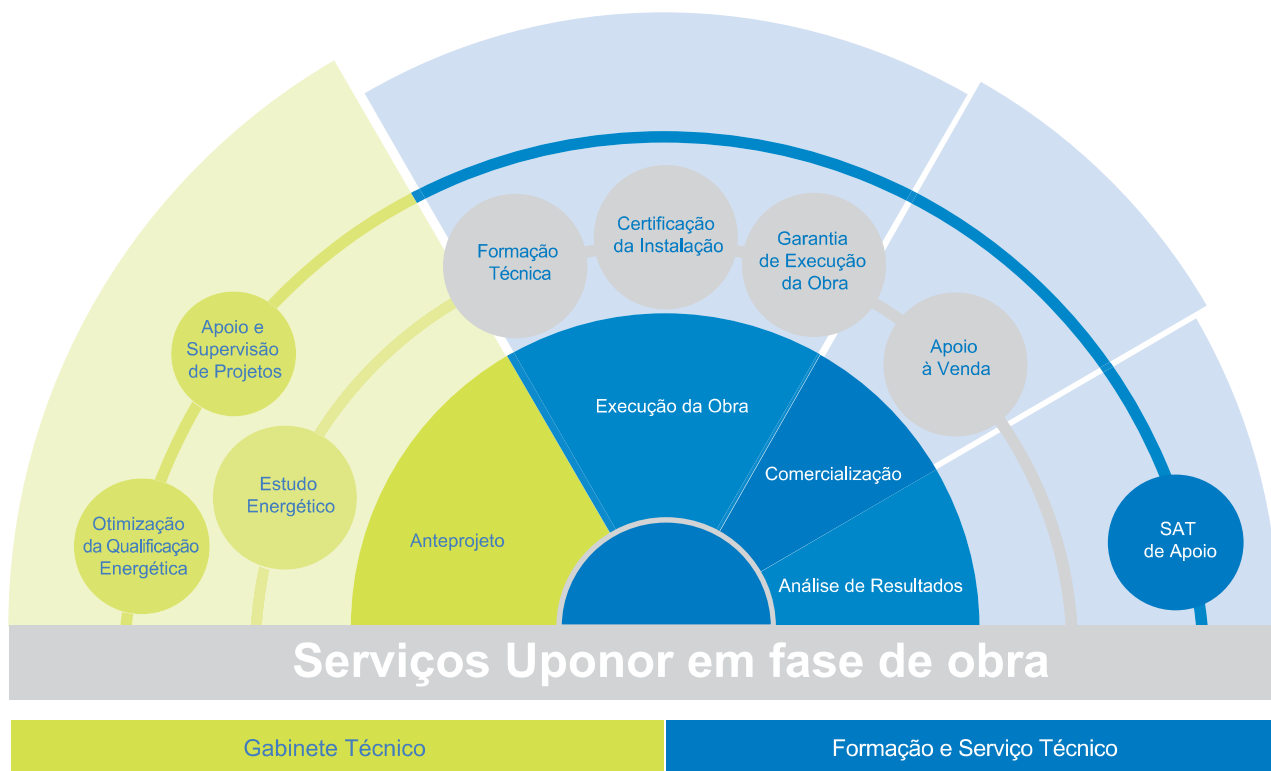
### 6. Compromisso durante a execução da obra

O nosso Serviço Técnico Profissional, integrado por engenheiros da empresa, que se encarrega de realizar o acompanhamento da execução de acordo com o projeto através de visitas à obra durante a implantação, supervisão durante a execução e o arranque, para a verificação do funcionamento correto da instalação.

### 7. Compromisso com os utilizadores finais

A Uponor disponibiliza formação aos utilizadores dos projetos que integram as nossas soluções. Esta formação permite ao utilizador final adquirir conhecimentos relativos ao funcionamento correto das soluções e sobre as principais recomendações para aumentar a eficiência energética e o conforto, inclusive a salubridade e higiene, evitando assim incidentes pós-venda.

Adicionalmente, oferecemos aos utilizadores finais a possibilidade de deixar nas mãos do nosso experiente Serviço de Assistência Técnica tanto a manutenção preventiva como corretiva. Através deste serviço, comprometemo-nos com o cliente de forma permanente a manter as soluções Uponor em excelentes condições de funcionamento e eficiência, para a sua tranquilidade total.



## 1.5. Obras de referência



### Cooperativa Residencial Arroyo Bodonal

Tres Cantos – Madrid

Sistema de Geotermia com 47 sondas Sistema de  
chão radiante 9.000 m<sup>2</sup>



### Hospital Sant Pau

Barcelona

Sistema de chão radiante 3.100 m<sup>2</sup>



### Hospitais Senhor do Bonfim

Vila do Conde, Porto

Sistema de teto radiante 1.000 m<sup>2</sup>



### Dolce Vita - Tejo - Shopping

Amadora

Sistema de chão radiante

## ➤ 2. Condições Técnicas.





## 2.1. Cálculo da instalação

### Dados gerais de saída

Potência:	30,0	Tª superficial:	23,01º
Potência arrefecimento:	26,51	Tª de impulsão:	31,30º

### COLETOR 1

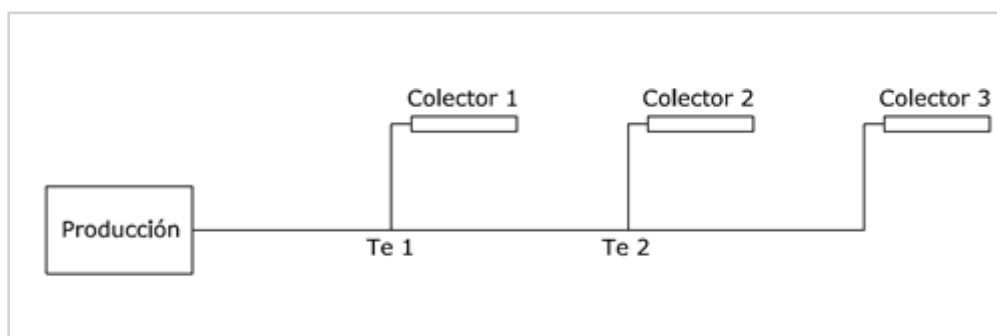
	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Hall 1 - H1	30,7	1	15		2	103,33	0,05	60,11	4,71	1
2.	Quarto 1 - Q1	37,7	1	15		3	84,44	0,05	49,13	2,7	0,82
3.	Sala 1 - S1	28,8	3	15		2	99	0,05	57,59	4,18	0,96
4.	WC0	2,6	0	10	X	1	26	0,05	10,45	0,06	0,17
5.	WC1	5,6	5	10	X	1	66	0	26,18	0,7	0,44
<b>Totais</b>		<b>105,4</b>				<b>9</b>			<b>419,42 l/h</b>	<b>4,88</b>	<b>0,12 l/s</b>

### COLETOR 2

	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Cozinha - C1	29,7	10	15		2	109	0,05	63,41	5,45	1,06
2.	Hall 2 - H2	26,2	2	15		2	89,33	0,05	51,97	3,15	0,87
3.	Sala 2 - S2	42,7	0	15		3	94,89	0,05	55,2	3,72	0,92
<b>Totais</b>		<b>98,6</b>				<b>7</b>			<b>396,37 l/h</b>	<b>4,57</b>	<b>0,11 l/s</b>

### COLETOR 3

	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Quarto 2 - Q2	14,1	1	15		1	96	0,05	55,85	3,84	0,93
2.	Quarto 3 - Q3	14,1	3	15		1	100	0,05	58,18	4,3	0,97
3.	Quarto 4 - Q4	24,2	8	15		2	88,67	0,05	51,58	3,09	0,86
4.	Hall 3 - H3	8,4	1	15		1	58	0,05	33,74	0,96	0,56
5.	WC2+WC3+WC4	13,9	0	10	X	2	69,5	0,05	27,94	0,83	0,47
<b>Totais</b>		<b>74,7</b>				<b>7</b>			<b>306,8 l/h</b>	<b>3,5</b>	<b>0,09 l/s</b>



### MONTANTES

Elemento 1	Elemento 2	Distância	Diâmetro	Produto	Vel.	Pdc U. kPa	Pdc kPa
Grupo de impulsão.	T 1.	6 m	32 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 32X2,9 6M	0,58	0,19	1,12
Grupo de impulsão.	T 1.	6 m	32 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 32x2,9	0,58	0,19	1,12
T 1.	Coletor 1.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,57	0,33	0,98
T 1.	Coletor 1.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,57	0,33	0,98

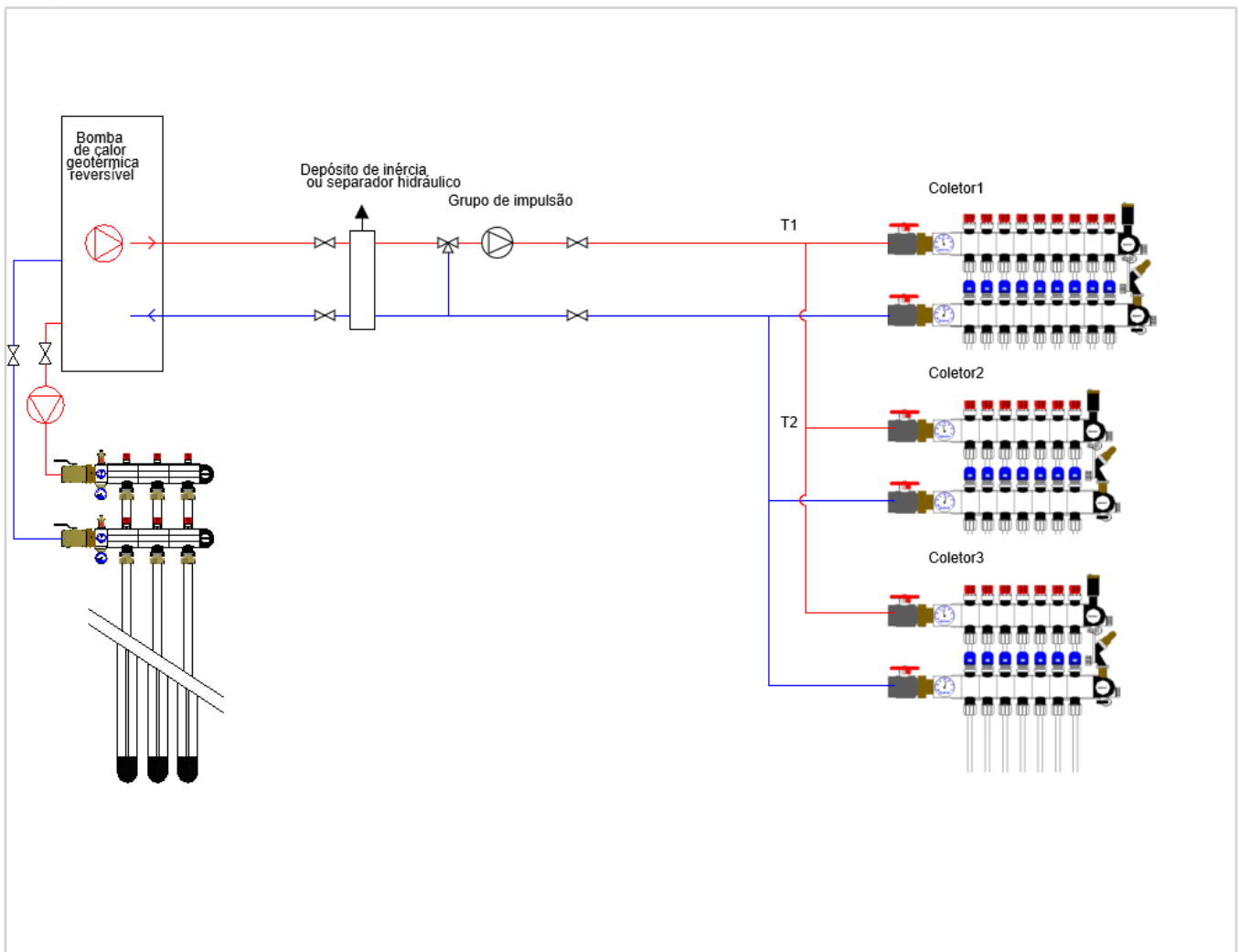
**MONTANTES**

Elemento 1	Elemento 2	Distância	Diâmetro	Produto	Vel.	Pdc U. kPa	Pdc kPa
T 1.	T 2.	3 m	25 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	0,6	0,27	0,81
T 1.	T 2.	3 m	25 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 25x2,3	0,6	0,27	0,81
T 2.	Coletor 2.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,53	0,3	0,89
T 2.	Coletor 2.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,53	0,3	0,89
T 2.	Coletor 3.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,41	0,19	0,57
T 2.	Coletor 3.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,41	0,19	0,57
<b>Perda máxima</b>							<b>7,40</b>

## Resumo da instalação

Piso inferior aquecido:	Sí		
Área total (m <sup>2</sup> ):	278,7	Nº colectores:	3
Caudal total l/h:	1122,59	Nº estancias:	13
Caudal total l/s:	0,31	Nº circuitos:	23
Perda de carga (kPa):	7,40		
Painel Uponor:	Uponor Klett Autofijación NEOROL G 25-2mm_PT		
Tubos:	Uponor Klett Comfort pipe Autofixação 16x2,0 mm		
Passo/Separação:	15cm		

## ESQUEMA



### 3.- Estimativa

Nº REGISTO: UE-21-03802	SUPERFICIE A CLIMATIZAR (m²):	279 OBRA:	Morada Geotérmica nas Antas
CLIENTE: Antonio Fernando Valente Gandra	DISTANCIA ENTRE TUBOS (cm):	15 DISTRITO:	Porto

#### RESUMO DA ESTIMATIVA

Orçamento Total Material com Regulação por Cabo

21.385,19 €

Cotação económica do estudo realizada pela Uponor tendo em conta a planta da sua instalação


0,00 €


Preços sem I.V.A.


#### TUBOS E PAINEIS

Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1087303	640 m	Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 640m	1.920 m	2,78 €	5.337,60 €
Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 640m					
1087302	240 m	Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 240m	240 m	3,09 €	741,60 €
Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 240m					
1085788	10 m²	Uponor Klett Autofixação NEOROL G 25-2mm	290 m²	20,90 €	6.061,00 €
Uponor Klett Autofixação NEOROL G 25-2mm					
1000080	50 m	Uponor Multi Autofijación zócalo perimetral 150x10 mm (50m)	400 m	2,45 €	980,00 €
Fita perimetral Uponor Multi Autofijación qu consiste numa banda de espuma de polietileno com dupla cinta adesiva para a sua união à parede e ao painel. Absorbe las dilatações del mortero de cemento y evita los puentes térmicos.					

## TUBOS E PAINEIS

Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1038296	200 m	Uponor Multi filme anti humidade 200x1 m	200 m	1,33 €	266,00 €
<p>Filme de polietileno da marca Uponor Multi que cria uma barreira anti humidade entre o pavimento base e a superfície emissora do pavimento radiante colocada por cima, de modo a que se evite a subida de humidade por capilaridade. Totalmente instalado conforme o regulamento vigente. NOTA: Nos sistemas de Climatização Invisível Uponor para soalho de ripas com caixa de ar através de difusores, o filme de polietileno anti humidade é colocado entre os difusores e as ripas ou pavimento, no caso de não existir a camada de amortecimento habitual.</p>					


Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1038297	30 kg	Aditivo Uponor Multi para argamassa	30 kg	11,00 €	330,00 €
<p>Aditivo Uponor Multi para acrescentar à mistura de cimento, areia e água que se aplicará sobre as tubagens que formam a instalação de pavimento radiante Uponor para evitar a inclusão de ar na argamassa e facilitar a sua adesão às tubagens PEX, evalPEX e PRO evalPEX Uponor. A proporção adequada à mistura será a seguinte: 50kg de cimento (42,5 Tipo I ou Tipo II) 220kg de areia lavada (0-8mm 60% areia de 0-4mm, 40% de 4-8mm) 20-25 litros de água, 0,30 kg de aditivo Uponor</p>					


Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1000012	1 ud	Uponor Autofixação fita de união 66 m x 50 mm	2 ud	8,04 €	16,08 €
<p>Fita Uponor para as juntas entre painéis Autofixação em fim de las evitar o vazamento de argamassa. Instalado comprimento Medida.</p>					

Subtotal Tubos e Paineis: 13.732,28 €


## MONTANTES


Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1023083	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	18 m	3,90 €	70,20 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M					


Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1001221	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	6 m	9,17 €	55,02 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M					
					


Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1001222	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 32X2,9 6M	12 m	10,14 €	121,68 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 32X2,9 6M					
					


## COLECTORES E COMPLEMENTOS

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1000118	16/17 mm	Curva-tubos plástico Uponor Fix ø 16-17 mm	46 ud	2,43 €	111,78 €
Curva-Tubos Uponor Fix para manter e facilitar o arqueamento de tubos ø16 mm ou Ø17 mm no acesso e ligação ao coletor.					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093498	700X730X80mm	Uponor Vario IW Caixa coletores 700X730X80mm	2 ud	126,75 €	253,50 €
Caixa para alojamento de coletores modulares Uponor Vario IW, compatível com todas as molduras / portas IW, de 6 a 9 saídas/circuitos, de altura ajustável entre 730 e 930 mm, largura 700 mm e 80 mm de profundidade, fabricada em chapa galvanizada.					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093541	700 x 760 mm	Moldura e porta Uponor Vario IW S 700X760mm, para instalação em caixa coletora IW	2 ud	130,00 €	260,00 €
Quadro Uponor e porta IW S para coletores Uponor Vario IW de 5 a 7 saídas, 700 mm de largura, aço com revestimento branco (RAL 9010) e com trava.					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093499	850X730X80mm	Uponor Vario IW Caixa coletores 850X730X80mm	1 ud	148,80 €	148,80 €
Caixa para alojamento de coletores modulares Uponor Vario IW, compatível com todas as molduras / portas IW, de 10 a 11 saídas/circuitos, de altura ajustável entre 730 e 930 mm, largura 850 mm e 80 mm de profundidade, fabricada em chapa galvanizada.					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093542	850 x 760 mm	Moldura e porta Uponor Vario IW S 850X760mm, para instalação em caixa coletora IW	1 ud	136,95 €	136,95 €
Quadro Uponor e porta IW S para coletores Uponor Vario IW de 8 a 10 saídas, 850 mm de largura, aço com revestimento branco (RAL 9010) e com trava.					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1092842		Comfort Port DUO 7 salidas, caja profundidad 80mm, Smatrix Base Pulse	2 ud	1.433,52 €	2.867,04 €

## COLECTORES E COMPLEMENTOS

Unidad Uponor Comfort Port DUO para instalaciones de Climatización Invisible, ensamblada, conexcionada, configurada y probada en fábrica para su instalación directa en obra, según requisitos de la Normativa UNE-EN 1264 para instalaciones de suelo radiante, pared y techo radiante. Está formada por colector Uponor Vario M 7 salidas. Con posibilidad de orientación horizontal, derecha o izquierda así como en vertical. Con salidas de 1"x3/4". Caudalímetro en colector de impulsión para regulación de caudal.

La unidad Comfort Port DUO incluye 2 válvulas de paso M1" (montadas a la izquierda del colector), 2 termómetros metálicos, 2 purgadores de 3/8", 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 tapones, 2 soportes, todo ello premontado en placa de acero galvanizado con una altura total 540 mm. Montados sobre la unidad Comfort Port DUO se incluyen los siguientes componentes de la instalación (según proyecto): adaptadores Uponor Vario Plus por circuito. Un cabezal electrotérmico Uponor Vario plus por circuito, alimentado a 24 V, con indicador de posición a instalar en el colector de retorno, para regulación del caudal de impulsión en los circuitos de Climatización Invisible según la lectura de temperatura enviada por los termostatos Uponor y con las siguientes características técnicas: Tensión alimentación: 24 V, Potencia: 2 W, Imax: 230 mA, CE: IP 54. Normativa: EN 60335.

Todos los cabezales electrotérmicos de 24 V van conectados a la unidad base de control de temperatura marca Uponor, gama Uponor Smatrix Base Pulse, modelo X-245, con comunicación bidireccional vía bus con hasta 6 termostatos y 8 actuadores electrotérmicos (24 V). Admite conexión de termostatos en serie, en estrella o ambas. Incluye la función de autoequilibrado de circuitos y es válida para instalaciones de calefacción y refrigeración por suelo, pared y techo radiantes. Dispone de relés independientes para control de bomba circuladora y generador (caldera o bomba de calor).

Los circuitos incluyen etiquetas adhesivas identificativas, con la denominación de los recintos a los que van asignados según proyecto. Las caja incluyen en su interior documentación, garantía, planos e instrucciones de cada componente y se recepcionan en embalajes independientes protegidos con identificación de la vivienda de destino o unidad de uso según especificaciones de proyecto.



Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1092846		Comfort Port DUO 9 salidas, caja profundidad 80mm, Smatrix Base Pulse M	1 ud	1.781,94 €	1.781,94 €

Unidad Comfort Port DUO para instalaciones de Climatización Invisible, ensamblada, conexcionada, configurada y probada en fábrica para su instalación directa en obra, según requisitos de la Normativa UNE-EN 1264 para instalaciones de suelo radiante, pared y techo radiante. Está formada por colector Uponor Vario M 9 salidas. Con posibilidad de orientación horizontal, derecha o izquierda así como en vertical. Con salidas de 1"x3/4". Caudalímetro en colector de impulsión para regulación de caudal.

La unidad Comfort Port DUO incluye 2 válvulas de paso M1" (montadas a la izquierda del colector), 2 termómetros metálicos, 2 purgadores de 3/8", 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 tapones, 2 soportes, todo ello premontado en placa de acero galvanizado con una altura total 540 mm. Montados sobre la unidad Comfort Port DUO se incluyen los siguientes componentes de la instalación (según proyecto): adaptadores Uponor Vario Plus por circuito. Un cabezal electrotérmico Uponor Vario plus por circuito, alimentado a 24 V, con indicador de posición a instalar en el colector de retorno, para regulación del caudal de impulsión en los circuitos de Climatización Invisible según la lectura de temperatura enviada por los termostatos Uponor y con las siguientes características técnicas: Tensión alimentación: 24 V, Potencia: 2 W, Imax: 230 mA, CE: IP 54. Normativa: EN 60335.

Todos los cabezales electrotérmicos de 24 V van conectados a la unidad base de control de temperatura marca Uponor, gama Smatrix Base Pulse, modelo X-245, con comunicación bidireccional vía bus con hasta 6 termostatos y 8 actuadores electrotérmicos (24 V). Incluso módulo de ampliación M-242 con posibilidad de conectar hasta 6 termostatos y 6 cabezales adicionales. Admite conexión de termostatos en serie, en estrella o ambas. Incluye la función de autoequilibrado de circuitos y es válida para instalaciones de calefacción y refrigeración por suelo, pared y techo radiantes. Dispone de relés independientes para control de bomba circuladora y generador (caldera o bomba de calor).

Los circuitos incluyen etiquetas adhesivas identificativas, con la denominación de los recintos a los que van asignados según proyecto. Las caja incluyen en su interior documentación, garantía, planos e instrucciones de cada componente y se recepcionan en embalajes independientes protegidos con identificación de la vivienda de destino o unidad de uso según especificaciones de proyecto.



Subtotal Colectores E Complementos: 5.560,01 €

## REGULAÇÃO POR CABO

Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1087813	1 ud	Uponor Smatrix Base termóstato D+RH Style T-149 BUS	13 ud	142,00 €	1.846,00 €

Uponor Smatrix Base termóstato D+RH Style T-149 BUS



Subtotal Regulação por cabo: 1.846,00 €

## ➤ 4. Certificados y garantías.

## ► Certificados AENOR.

AENOR es una institución española, privada, independiente, que contribuye, mediante la normalización y certificación (N+C) a mejorar el bienestar de la sociedad a través de la mejora de la tecnología que producen las empresas.

A través de la certificación y de la evaluación de la conformidad, contribuye a mejorar la calidad y competitividad de las empresas, sus productos y servicios; de esta forma ayuda a las organizaciones a generar uno de los valores más apreciados en la economía actual: la confianza.

Es el organismo principal de certificación en España, ya que sus reconocimientos son los más apreciados y se sitúan entre los principales organismos certificadoros en el mundo. Cuenta con cerca de 190 acreditaciones, reconocimientos, acuerdos y nombramientos para las actividades de certificación, validación, verificación, inspección y ensayos, otorgados por distintas entidades nacionales e internacionales.

Uponor cuenta con certificados AENOR que atañen a sus productos de fontanería y climatización, a través de los cuales aporta un grado de tranquilidad y confianza a los encargados de realizar proyectos, nuestros distribuidores y usuarios finales.

Igualmente le informamos que las características técnicas exigidas a los Sistemas de climatización por suelo radiante, como requisitos para su instalación, están recogidas en la normativa UNE-EN-1264.

Dicha normativa es de ámbito europeo y se emplea por organismos europeos como AENOR entre otros para certificar el sistema completo de panel aislante, tubería y aditivo.

Es por ello que el certificado AENOR según dicha norma, se refiere a un sistema de suelo radiante completo y no a un único producto.



\*Para la consulta de los certificados AENOR relativos a los productos mencionados en esta memoria visite [WWW.uponor.es](http://WWW.uponor.es)

# Uponor

## Garantía sobre soluciones Uponor

**Uponor ofrece una garantía gratuita y adicional durante un periodo de 10 años sobre sus soluciones**



### Validez de la garantía

Se podrá hacer uso de la garantía Uponor cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- La instalación debe estar íntegramente constituida por componentes Uponor.
- La instalación deberá estar correctamente ejecutada por instaladores con acreditaciones profesionales.
- Haber ejecutado las instalaciones en conformidad con los marcos normativos de obligado cumplimiento para cada aplicación, tanto a nivel nacional como local.

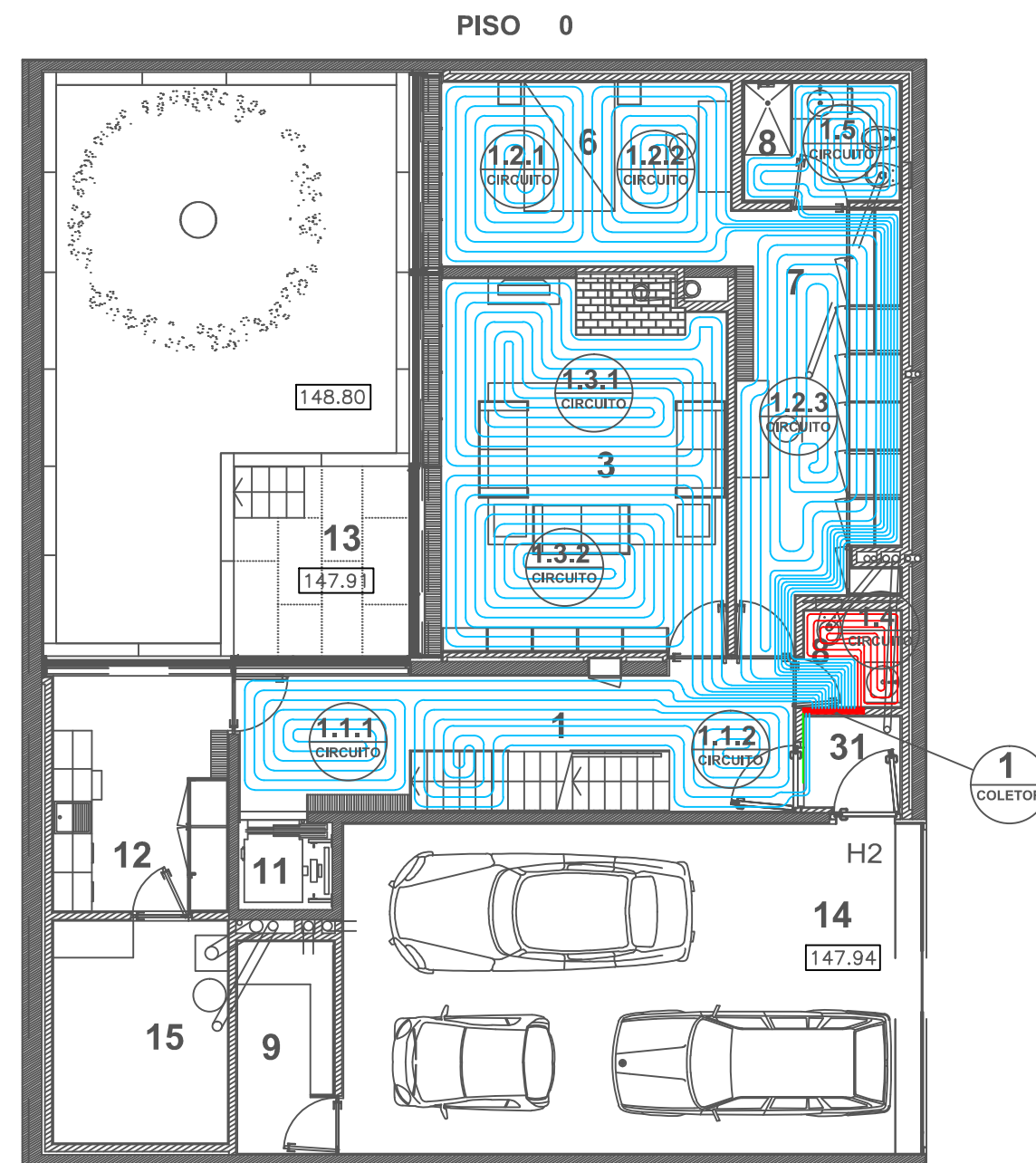
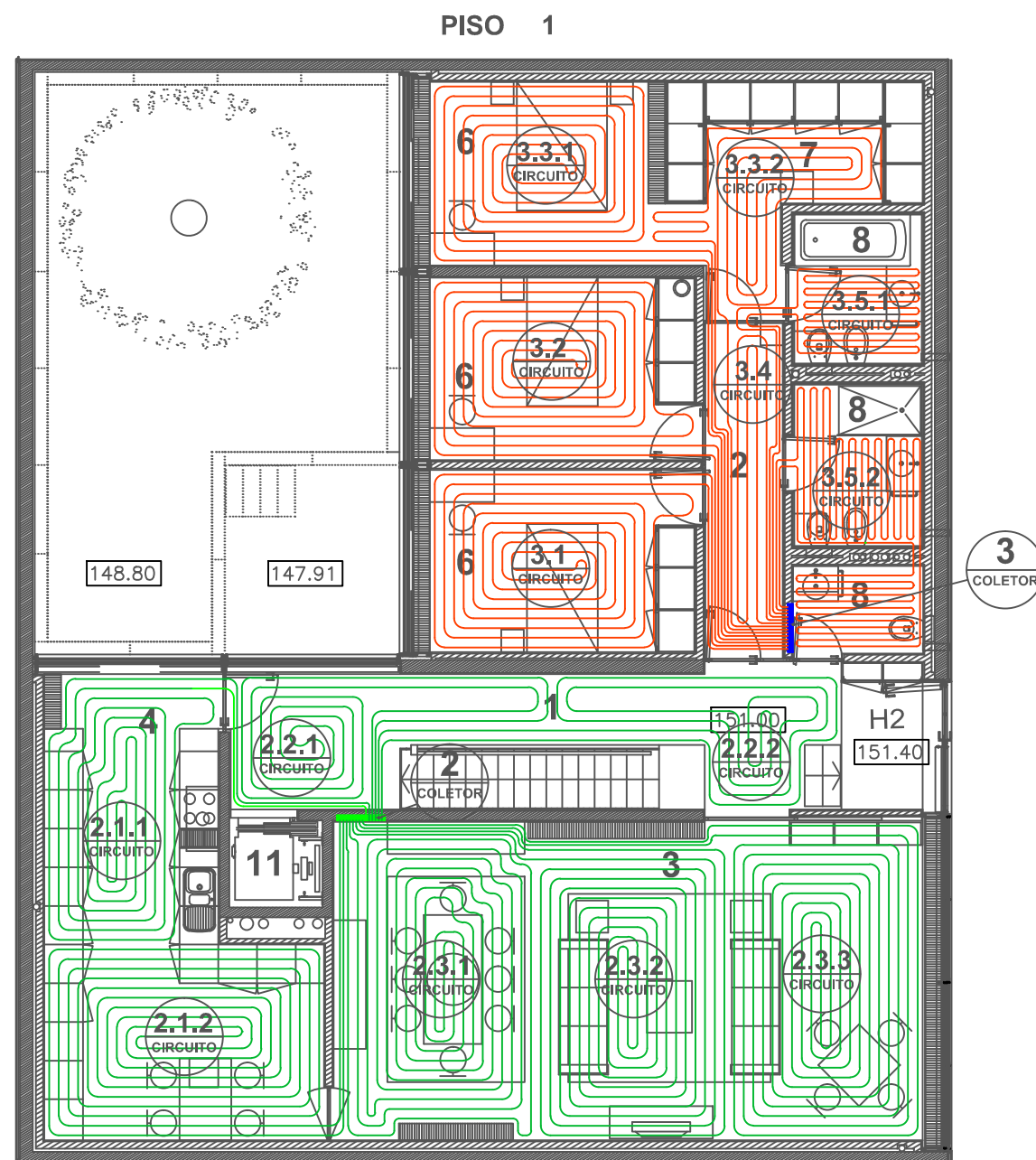
### Cobertura

- Daños ocasionados en la instalación
- Defectos en los productos que la componen

Los daños ocasionados por una incorrecta instalación o debidos a un funcionamiento anómalo, quedan fuera de la cobertura Uponor y por tanto de la posible formulación de reclamaciones.

Para obtener más información sobre la garantía Uponor, contacte con nuestro servicio de Atención al Cliente por cualquiera de los siguientes medios:

E [atencion.cliente@uponor.com](mailto:atencion.cliente@uponor.com)



**LEGENDA COMPARTIMENTOS:**

- |                    |                             |                             |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 HALL ENTRADA     | 13 PÁTIO/JARDIM DA CASA     | 24 ESPAÇO TÉCNICO           |
| 2 HALL             | 14 GARAGEM                  | 25 CONTADORES ÁGUA          |
| 3 SALA/SALA JANTAR | 15 CASA MÁQUINAS            | 26 CONTADORES GÁS           |
| 4 COZINHA          | 16 GINÁSIO                  | 27 CONTADORES ELECTRICIDADE |
| 5 CORREDOR         | 17 BALNEÁRIOS               | 28 CASA LIXO                |
| 6 QUARTO           | 18 SAUNA                    | 29 APOIO JARDIM             |
| 7 QUARTO VESTIR    | 19 CENTRAL DE SEGURANÇA     | 30 CAIXA COLECTORA          |
| 8 QUARTO BANHO     | 20 SALA DE ESTAR SEGURANÇAS |                             |
| 9 ARRUMO           | 21 SALA CONDOMÍNIO          |                             |
| 10 ESCRITÓRIO      | 22 ACESSO AO PISO -1        |                             |
| 11 ELEVADOR        | 23 SAÍDA DE EMERGENCIA      |                             |
| 12 LAVANDARIA      |                             |                             |

Desenha.		<b>MORADIA PORTO</b>	Instituto Superior Engenharia do Porto	
Copiado			Departamento de Engenharia Mecânica	
Verific.				
Visto				
<b>DESENHO PISO RADIANTE AQUECIMENTO/REFRIGERAÇÃO</b>				
			Substitui o des. n.º	
			Substituído por:	

## 6.6 PISO RADIANTE – AQUECIMENTO

Relatório do piso radiante de aquecimento UPONOR.

# Climatização Invisível Uponor.

## Memória descritiva do projeto



### Climatização Invisível Uponor

Sistemas Uponor para Instalações de aquecimento e refrigeração por chão radiante

#### SISTEMA: AUTO-FIXAÇÃO

Modo de funcionamento: Só aquecimento

Nº de registo: UE-21-03898

Saída: 25/03/2021

Cliente: Fernando Gandra

Obra: Moradia Geotérmica

## Sumário

Introdução

---

1. Descrição da instalação

---

1.1. Descrição geral do sistema

---

1.1.1. Tubagem Uponor Comfort Pipe PLUS

---

1.1.2. Pannel de isolamento e fixação de tubagens

---

1.2. Comfort Port

---

1.3. Regulação termostática

---

1.4. Compromiso de Servicios y experiencia Uponor

---

1.5. Obras de referência

---

2. Condições técnicas

---

2.1. Cálculo da instalação

---

3. Orçamento

---

4. Certificados e garantía

---

## ➤ Introdução.

O objetivo do presente projeto é dotar os espaços climatizados da edificação de conforto térmico em qualquer época do ano e definir as características que a instalação de climatização invisível Uponor que é objeto do projeto deve respeitar, com base nos dados fornecidos pelo cliente.

A Climatização Invisível Uponor enquanto Sistema é o mais eficiente e confortável

A Climatização Invisível Uponor constitui uma solução moderna e inovadora para a edificação da mais alta qualidade.

A climatização pelo chão mantém uma temperatura sempre agradável, proporcionando ao mesmo tempo um ambiente saudável visto que elimina o ar seco, circulação de pó e os ruídos. Além disso, a distribuição através do chão permite uma climatização mais eficaz e homogênea.

A Climatização Invisível Uponor cumpre todos os requisitos de sustentabilidade e eficiência energética. A combinação da Climatização Invisível Uponor com energias renováveis oferece uma grande eficiência e economia energética.



**Chão radiante**



**Teto radiante**



**Parede radiante**



**Lajes ativas (TABS)**



**Laje termoativa**

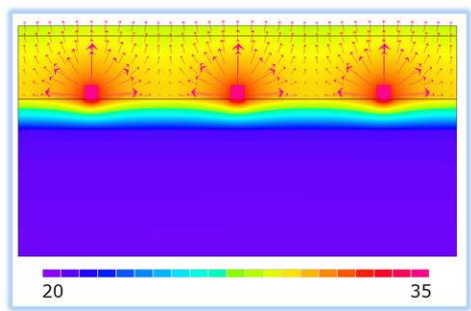


**Área exterior (Meltaway)**

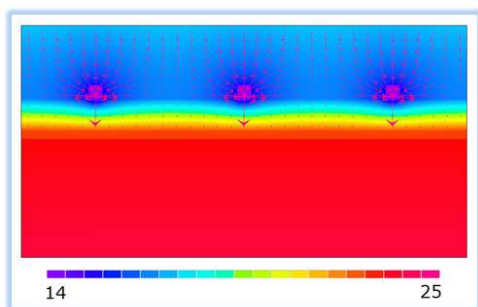
# 1. Descrição da instalação.

## 1.1. Descrição geral do sistema

No sistema de Climatização Invisível Uponor por chão, as tubagens são embebidas numa camada de argamassa de cimento com revestimento cerâmico, parquet, etc. No inverno, a argamassa absorve o calor dissipado pelas tubagens e transfere-o para o pavimento superior que, por sua vez, emite esta energia para as paredes e tetos da divisão através de radiação.



Ao contrário, no verão, o pavimento absorve o calor das paredes e teto por radiação. Depois, o calor é transmitido para a camada de argamassa e para a tubagem do chão radiante.



### 1.1.1. Tubagem Uponor Comfort Pipe PLUS

Tubagem de polietileno reticulado (Pex-a) com 5 camadas segundo o método UAXTM e em conformidade com a regulamentação UNE-EN 1264 e os requisitos especificados na norma EN ISO 15875.

Dispõe de uma barreira antidifusão de oxigénio de etileno vinil álcool (EVAL), protegida por sua vez por uma camada adicional de PE modificado. A sua flexibilidade é máxima

o que evita estrangulamentos que podem reduzir o caudal e permite otimizar os percursos da instalação. A camada protetora evita a penetração de oxigénio e a oxidação dos componentes metálicos da instalação.



### Composição:

- 1 Camada: é constituída pelo tubo de base, caracterizado pela sua alta reticulação.
- 2 Camada: proporciona uma união permanente entre o tubo de base de PEX-a e a barreira antidifusão de oxigénio (EVOH).
- 3 Camada: dispõe de uma barreira antidifusão de oxigénio (EVOH), proporciona uma impermeabilização face ao risco de penetração de oxigénio no interior da tubagem, evitando assim o risco de oxidação dos componentes metálicos da instalação como previsto na regulamentação UNE EN-1264.
- 4 Camada: assegura a união entre a camada de proteção e a barreira antidifusão de oxigénio (EVOH).
- 5 Camada: concebida para proteger a tubagem contra possíveis fissuras por contacto ou abrasão da armação, argamassa ou outros elementos.

### 1.1.2. Painel de isolamento e fixação da tubagem

#### Isolamento térmico.

O isolamento térmico do sistema é imprescindível em qualquer instalação de Climatização Invisível UPONOR pelo chão.

As funções do painel de isolamento e fixação da tubagem são:

- Minimizar os ganhos e perdas de calor inferiores, o que implica uma redução drástica do consumo energético.

- Possibilitar o controlo da temperatura operacional de cada local.

Todos os modelos de painéis Uponor têm também a missão de sustentar as tubagens emissoras, guiando-as e facilitando o traçado dos circuitos com a separação entre tubos projetada.

Os painéis são colocados sobre toda a área a climatizar

- Minimiza os ganhos e perdas de calor
- Permitem sustentar a tubagem
- Possibilita o controlo temperatura



### Isolamento contra o ruído de impacto.

Os painéis Uponor, além disso, proporcionam isolamento contra o ruído de impacto, sendo uma solução excelente para cumprir o CTE no seu Documento Básico HR de proteção contra o ruído, quanto às exigências de isolamento contra o ruído de impacto entre as diferentes unidades de utilização.

Para cumprir estes requisitos de isolamento acústico, a lei sobre o ruído indica que as lajes devem dispor de chão flutuante (e em alguns casos também de teto falso).

Um sistema de chão flutuante é um elemento construtivo sobre a laje que compreende o pavimento com a respetiva camada de apoio e uma camada de um material isolante contra os ruídos de impacto. No sistema de climatização invisível (aquecimento e refrigeração por chão radiante) a água é impulsionada através de circuitos de tubagens Uponor Comfort Pipe PLUS instaladas no chão. As tubagens são fixadas sobre as placas do painel isolante Uponor e são isolantes têm propriedades de isolamento térmico e, além

disso, proporcionam isolamento acústico. O sistema de climatização invisível é, portanto, um chão flutuante.

### 1.2. Uponor Comfort Port

É constituída por um coletor plástico, inserido numa caixa metálica, com possibilidade de orientação para a esquerda ou direita, com saídas de 1"x3/4 e com caudalímetros na impulsão e cabeças termostáticas no retorno.

As unidades Comfort Port têm como missão facilitar o trabalho dos profissionais que concebem e integram as soluções radiantes Uponor.

Todos os componentes de controlo específicos de uma instalação de aquecimento e/ou arrefecimento radiante Uponor, assim como os outros que sejam exigidos pelo cliente, poderão ser integrados de acordo com as condições convencionadas no projeto.

As unidades Comfort Port são concebidas na fase de estudo do projeto e são montadas na fábrica pelo pessoal técnico da Uponor de acordo com os requisitos prévios.

- Economia de tempo e custos de instalação
- São evitados erros de montagem na obra
- Qualidade garantida através da montagem na fábrica

### Características:

- Caixas equipadas e prontas para a instalação na obra
- Fabricadas com os controlos exigidos
- Coletores equipados com componentes de acordo com a regulamentação
- Cabeças termostáticas ligadas à unidade de controlo
- Tomadas de corrente (230 V)
- Fecho de segurança



### 1.3. Regulação termostática

#### Poupança energética e a regulação termostática Uponor.

O gasto com a climatização constitui quase metade da energia consumida numa casa. Atualmente, na habitação, existe uma procura de economia energética para reduzir os custos energéticos. Uma das melhores formas de combater o problema do gasto excessivo com a climatização é utilizar uma regulação adequada para cada instalação, que nos permita monitorizar e atuar sobre as necessidades de energia.



Existem vários fatores que deveriam fazer pender a balança no momento de selecionar uma regulação termostática. Os benefícios da regulação Uponor giram em torno da adaptação de um sistema de climatização, que só por si já é mais eficiente que os tradicionais, a uma programação adequada da temperatura dos diferentes espaços. Os pontos essenciais do combate ao gasto economizando através desta regulação são:

- Realizar uma regulação termostática individual de forma precisa por divisão tem uma grande influência no gasto energético, uma vez que adaptamos o consumo às necessidades reais de cada um dos espaços.
- Podemos programar os horários de funcionamento da instalação de forma detalhada, assegurando uma melhor eficiência energética que gera uma maior economia energética.
- Produz-se uma economia e conservação da energia quando a temperatura é regulada de forma mais sistemática sem estar sujeita a picos pontuais.
- Se à regulação termostática somarmos as vantagens da gama digital acrescentamos exatidão na leitura das temperaturas.

O Autoequilíbrio é uma função exclusiva da regulação Uponor, através da qual o sistema calcula a necessidade de energia atual das diferentes divisões e adapta a potência de saída de cada circuito ao seu comprimento. Permite que as temperaturas do chão sejam mais homogêneas e reduz os tempos de reação do sistema, com menor consumo energético do que com qualquer outro sistema convencional de ativação / desativação.

### Certificação EU.BAC.

Esta certificação europeia acredita os novos controlos Uponor Smatrix como os melhores da Europa para instalações de chão radiante. Nesta certificação, mede-se a variação da temperatura de uma divisão face à temperatura necessária.

### 1.4. Compromisso de Serviços e experiência Uponor

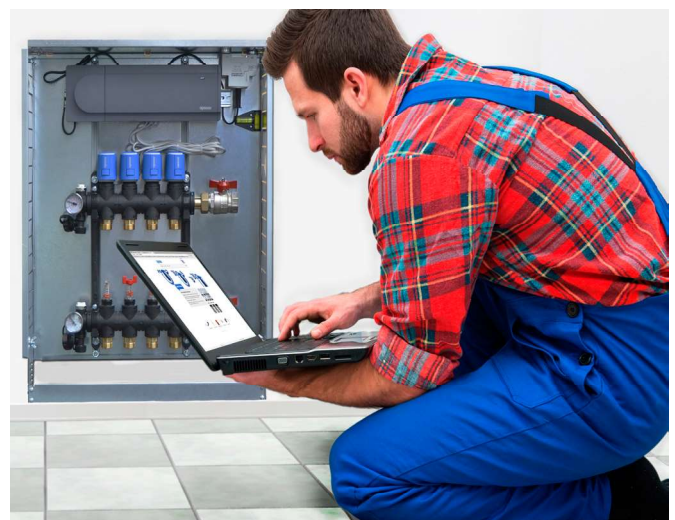
A Uponor põe à disposição uma série de Serviços de Valor Acrescentado com a finalidade de a implementação das soluções Uponor nas instalações ser realizada de forma satisfatória.

O Apoio e Supervisão de Projetos soluciona, na fase inicial, as dúvidas que possam surgir até ao projeto definitivo, utilizando para isso as melhores ferramentas disponíveis no mercado: CYPECAD MEP, CYPE UPONOR, HEAT2, HULC.

Certificação da solução instalada pelo nosso Serviço Técnico, que apoiará o instalador ao longo das diferentes etapas da instalação (implantação, desenvolvimento e finalização), garantindo que esta é realizada corretamente.

Colocação em funcionamento das instalações de Climatização Invisível e Certificado de Garantia dos sistemas.

A Uponor é líder internacional em soluções para a condução de fluidos na edificação e soluções de Climatização Invisível para os segmentos residencial, não residencial e industrial na Europa e Estados Unidos.



Na Uponor procuramos uma cooperação de longo prazo, oferecendo soluções que melhorem a qualidade de vida das pessoas e respeitem o ambiente.

O sucesso da Uponor depende do sucesso dos nossos colaboradores, razão pela qual a Uponor mantém os seguintes compromissos e promessas ao mercado:

### 1. Compromisso de Documentação e Certificação

Pomos à disposição dos clientes certificações e ensaios realizados por terceiros que justificam o cumprimento da regulamentação em vigor mais exigente.

### 2. Compromisso de Projeto

Utilizamos as ferramentas mais sofisticadas para o cálculo mais eficiente das instalações, a otimização da qualificação energética e o cumprimento das normas.

### 3. Compromisso de Formação - Uponor Academy

Dispomos de uma divisão específica, orientada para a formação dos diferentes profissionais do setor, quer sejam arquitetos, engenheiros, instaladores, construtores ou quaisquer outros profissionais que o solicitem.

### 4. Compromisso de Distribuição

Dispomos de uma extensa rede de distribuidores oficiais para convencionar a entrega oportuna e de forma adequada dos materiais.

### 5. Compromisso de Instalação

Contamos com uma rede de instaladores homologados com cartões e certificados emitidos através da formação recebida na Uponor Academy. Este compromisso contribui para a eliminação de incidentes e a otimização dos prazos de execução.

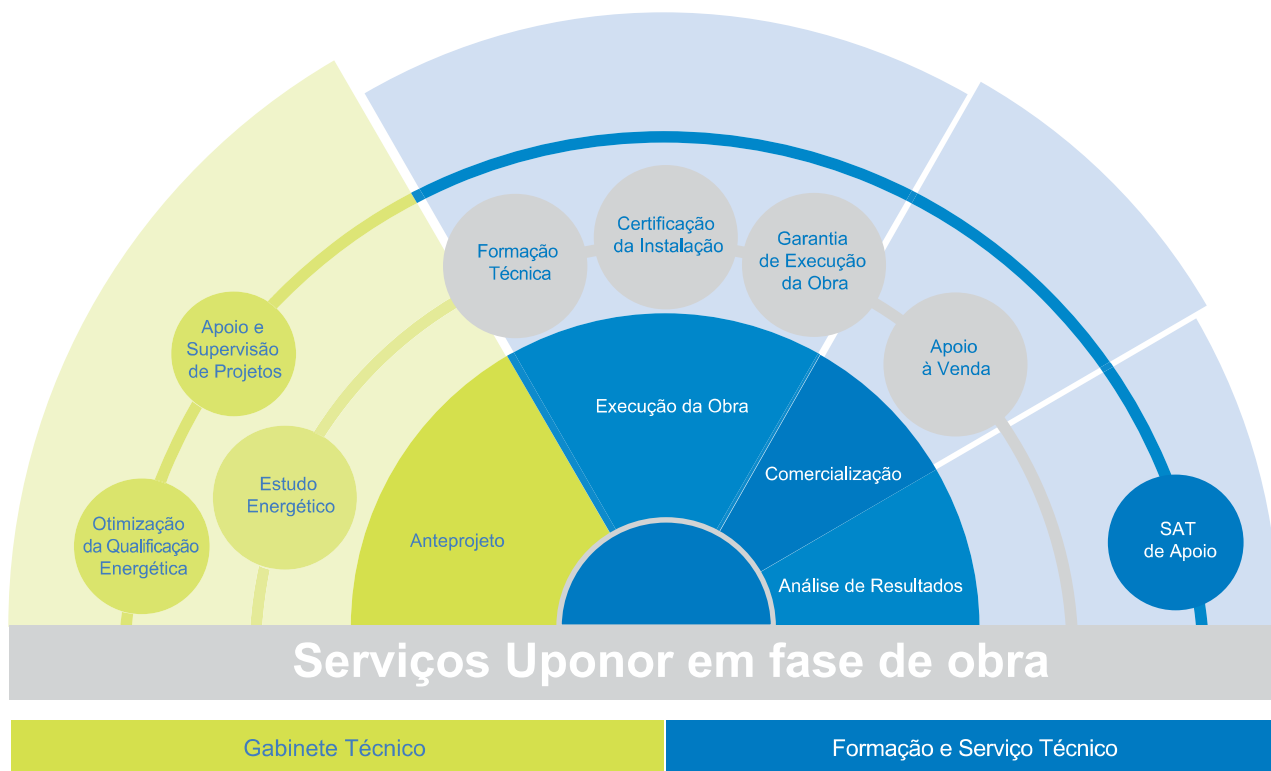
### 6. Compromisso durante a execução da obra

O nosso Serviço Técnico Profissional, integrado por engenheiros da empresa, que se encarrega de realizar o acompanhamento da execução de acordo com o projeto através de visitas à obra durante a implantação, supervisão durante a execução e o arranque, para a verificação do funcionamento correto da instalação.

### 7. Compromisso com os utilizadores finais

A Uponor disponibiliza formação aos utilizadores dos projetos que integram as nossas soluções. Esta formação permite ao utilizador final adquirir conhecimentos relativos ao funcionamento correto das soluções e sobre as principais recomendações para aumentar a eficiência energética e o conforto, inclusive a salubridade e higiene, evitando assim incidentes pós-venda.

Adicionalmente, oferecemos aos utilizadores finais a possibilidade de deixar nas mãos do nosso experiente Serviço de Assistência Técnica tanto a manutenção preventiva como corretiva. Através deste serviço, comprometemo-nos com o cliente de forma permanente a manter as soluções Uponor em excelentes condições de funcionamento e eficiência, para a sua tranquilidade total.



## 1.5. Obras de referência



### Cooperativa Residencial Arroyo Bodonal

Tres Cantos – Madrid

Sistema de Geotermia com 47 sondas  
Sistema de chão radiante 9.000 m<sup>2</sup>



### Hospital Sant Pau

Barcelona

Sistema de chão radiante 3.100 m<sup>2</sup>



### Hospitais Senhor do Bonfim

Vila do Conde, Porto

Sistema de teto radiante 1.000 m<sup>2</sup>



### Dolce Vita - Tejo - Shopping

Amadora

Sistema de chão radiante

## ➤ 2. Condições Técnicas.



## 2.1. Cálculo da instalação

### Dados gerais de saída

Potência: 30,0

Tª superficial: 23,01º

Tª de impulsão: 34,15º

### COLECTOR 1

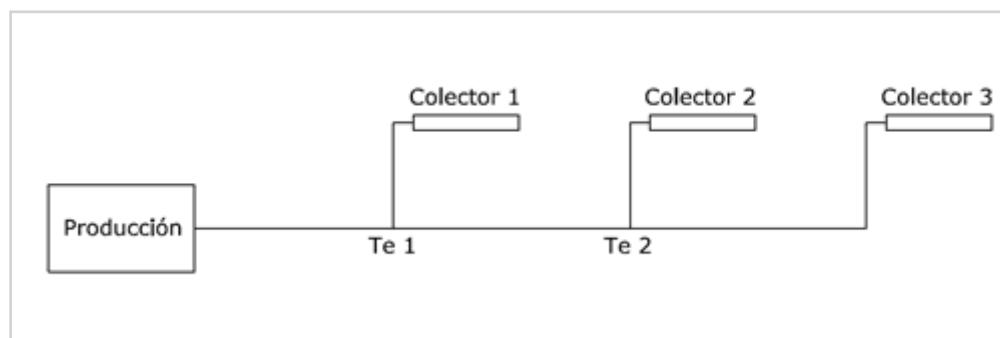
	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Hall 1 + H1	30,7	1	20		2	77,75	0,05	46,07	2,22	0,77
2.	Quarto 1 - Q1	37,2	1	20		2	94	0,05	55,7	3,75	0,93
3.	Sala 1 - S1	28,8	3	20		2	75	0,05	44,44	2,01	0,74
4.	WC0	2,6	0	15	X	1	17,33	0,05	7,96	0,02	0,13
5.	WC1	5,6	5	15	X	1	47,33	0,05	21,74	0,36	0,36
<b>Totais</b>		<b>104,9</b>				<b>8</b>			<b>322,1 l/h</b>	<b>3,89</b>	<b>0,09 l/s</b>

### COLECTOR 2

	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Cozinha - C1	29,7	10	20		2	84,25	0,05	49,92	2,77	0,83
2.	Hall 2 - H2	26,2	2	20		2	67,5	0,05	39,99	1,51	0,67
3.	Sala 2 - S2	42,7	0	20		2	106,75	0,05	63,25	5,31	1,05
<b>Totais</b>		<b>98,6</b>				<b>6</b>			<b>306,32 l/h</b>	<b>5,32</b>	<b>0,09 l/s</b>

### COLECTOR 3

	Nome	Área m²	DAC	Passo	WC	Nº Cir.	Long.	Pav.	Caudal l/h	Pdc kPa	Caudal l/min
1.	Quarto 2 - Q2	14,1	1	20		1	72,5	0,05	42,96	1,83	0,72
2.	Quarto 3 - Q3	14,1	3	20		1	76,5	0,05	45,33	2,13	0,76
3.	Quarto 4 - Q4	24,2	8	20		2	68,5	0,05	40,59	1,57	0,68
4.	Hall 3 - H3	8,4	1	20		1	44	0,05	26,07	0,46	0,43
5.	WC2+WC3+WC4	13,9	0	15	X	1	92,67	0,05	42,56	2,31	0,71
<b>Totais</b>		<b>74,7</b>				<b>6</b>			<b>238,08 l/h</b>	<b>2,26</b>	<b>0,07 l/s</b>



### MONTANTES

Elemento 1	Elemento 2	Distância	Diâmetro	Produto	Vel.	Pdc U. kPa	Pdc kPa
Grupo de impulsão.	T 1.	6 m	25 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	0,74	0,39	2,34
Grupo de impulsão.	T 1.	6 m	25 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 25x2,3	0,74	0,39	2,34
T 1.	Colector 1.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,43	0,21	0,62
T 1.	Colector 1.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,43	0,21	0,62
T 1.	T 2.	3 m	25 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	0,46	0,17	0,52

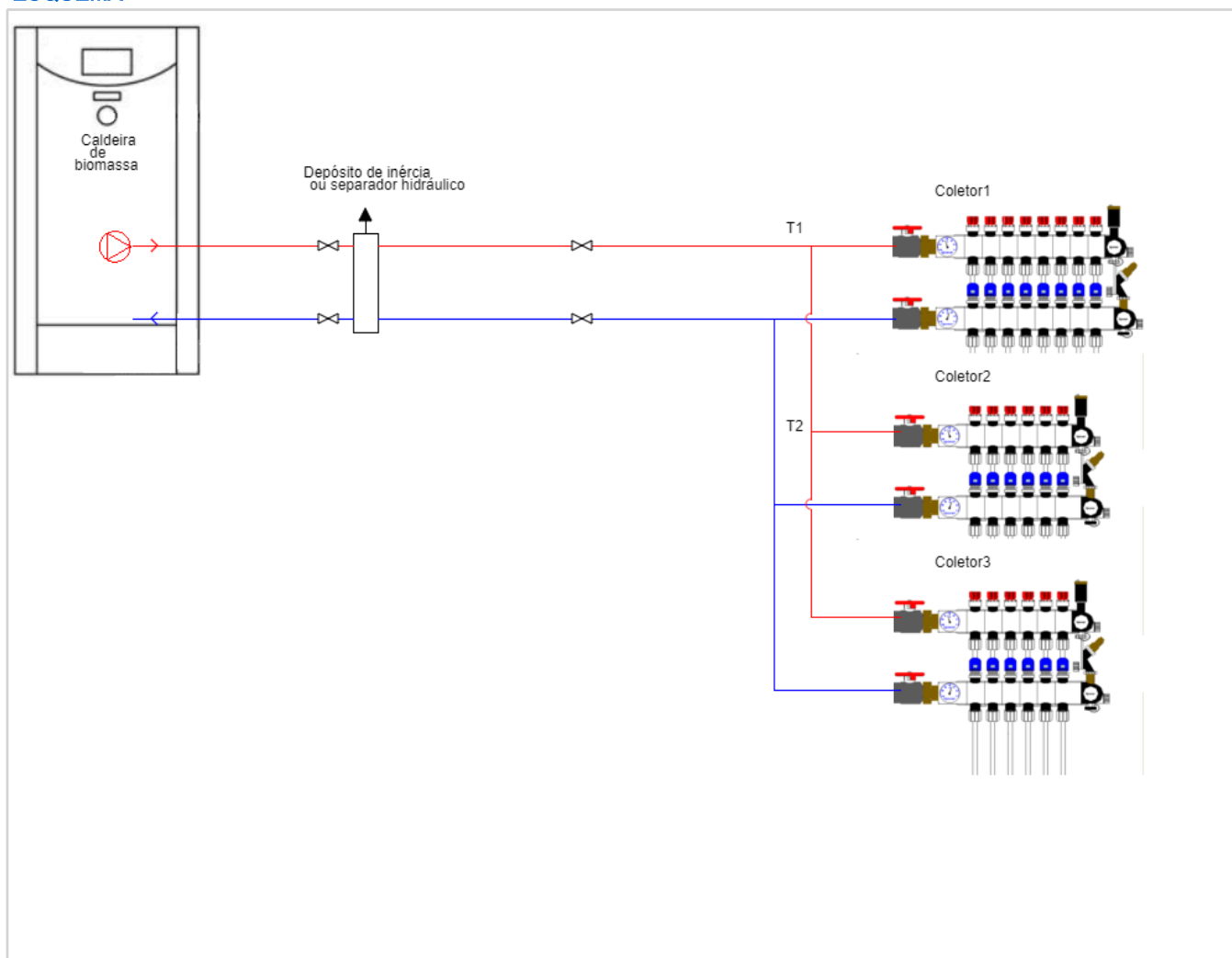
**MONTANTES**

Elemento 1	Elemento 2	Distância	Diâmetro	Produto	Vel.	Pdc U. kPa	Pdc kPa
T 1.	T 2.	3 m	25 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 25x2,3	0,46	0,17	0,52
T 2.	Coletor 2.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,41	0,19	0,57
T 2.	Coletor 2.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,41	0,19	0,57
T 2.	Coletor 3.	3 m	20 mm	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	0,32	0,12	0,37
T 2.	Coletor 3.	3 m	20 mm	Uponor Radi Pipe tubo en barra 20x1,9	0,32	0,12	0,37
<b>Perda máxima</b>							<b>8,75</b>

## Resumo da instalação

Piso inferior aquecido:	No		
Área total (m <sup>2</sup> ):	278,2	Nº colectores:	3
Caudal total l/h:	866,50	Nº estancias:	13
Caudal total l/s:	0,24	Nº circuitos:	20
Perda de carga (kPa):	8,75		
Painel Uponor:	Uponor Klett Autofijación NEOROL G 25-2mm_PT		
Tubos:	Uponor Klett Comfort pipe Autofixação 16x2,0 mm		
Passo/Separação:	20cm		

## ESQUEMA



### 3.- Estimativa

Nº REGISTO: UE-21-03898	SUPERFICIE A CLIMATIZAR (m²):	279 OBRA:	Morada Geotérmica
CLIENTE: Fernando Gandra	DISTANCIA ENTRE TUBOS (cm):	20 DISTRITO:	Porto


#### RESUMO DA ESTIMATIVA


Orçamento Total Material com Regulação por Cabo 18.083,14 €


Cotação económica do estudo realizada pela Uponor tendo em conta a planta da sua instalação 0,00 €


Preços sem I.V.A.

#### TUBOS E PAINEIS


Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1087303	640 m	Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 640m	1.280 m	2,78 €	3.558,40 €
Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 640m					


Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1087302	240 m	Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 240m	240 m	3,09 €	741,60 €
Uponor Klett comfort pipe PLUS Autofixação 16x2.0 240m					

Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1085788	10 m²	Uponor Klett Autofixação NEOROL G 25-2mm	290 m²	20,90 €	6.061,00 €
Uponor Klett Autofixação NEOROL G 25-2mm					

Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1000080	50 m	Uponor Multi Autofijación zócalo perimetral 150x10 mm (50m)	400 m	2,45 €	980,00 €
Fita perimetral Uponor Multi Autofijación qu consiste numa banda de espuma de polietileno com dupla cinta adesiva para a sua união à parede e ao painel. Absorbe las dilatações del mortero de cemento y evita los puentes térmicos.					

## TUBOS E PAINEIS


Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1038297	30 kg	Aditivo Uponor Multi para argamassa	30 kg	11,00 €	330,00 €
<p>Aditivo Uponor Multi para acrescentar à mistura de cimento, areia e água que se aplicará sobre as tubagens que formam a instalação de pavimento radiante Uponor para evitar a inclusão de ar na argamassa e facilitar a sua adesão às tubagens PEX, evalPEX e PRO evalPEX Uponor. A proporção adequada à mistura será a seguinte: 50kg de cimento (42,5 Tipo I ou Tipo II) 220kg de areia lavada (0-8mm 60% areia de 0-4mm, 40% de 4-8mm) 20-25 litros de água, 0,30 kg de aditivo Uponor</p>					

Código	Embalagem1	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1000012	1 ud	Uponor Autofixação fita de união 66 m x 50 mm	2 ud	8,04 €	16,08 €
<p>Fita Uponor para as juntas entre painéis Autofixação em fin de las evitar o vazamento de argamassa. Instalado comprimento Medida.</p>					

Subtotal Tubos e Paineis: 11.687,08 €


## MONTANTES

Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1023083	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M	18 m	3,90 €	70,20 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 20X1,9 6M					


Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1001221	6 m	UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M	18 m	9,17 €	165,06 €
UPONOR RADI PIPE NATURAL PN6, S 25X2,3 6M					


Subtotal Montantes: 235,26 €


## COLECTORES E COMPLEMENTOS


Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1000118	16/17 mm	Curva-tubos plástico Uponor Fix ø 16-17 mm	40 ud	2,43 €	97,20 €
<p>Curva-Tubos Uponor Fix para manter e facilitar o arqueamento de tubos ø16 mm ou Ø17 mm no acesso e ligação ao coletor.</p>					


## COLECTORES E COMPLEMENTOS

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093498	700X730X80mm	Uponor Vario IW Caixa coletores 700X730X80mm	2 ud	126,75 €	253,50 €
<p>Caixa para alojamento de coletores modulares Uponor Vario IW, compatível com todas as molduras / portas IW, de 6 a 9 saídas/circuitos, de altura ajustável entre 730 e 930 mm, largura 700 mm e 80 mm de profundidade, fabricada em chapa galvanizada.</p>					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093541	700 x 760 mm	Moldura e porta Uponor Vario IW S 700X760mm, para instalação em caixa coletora IW	2 ud	130,00 €	260,00 €
<p>Quadro Uponor e porta IW S para coletores Uponor Vario IW de 5 a 7 saídas, 700 mm de largura, aço com revestimento branco (RAL 9010) e com trava.</p>					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093499	850X730X80mm	Uponor Vario IW Caixa coletores 850X730X80mm	1 ud	148,80 €	148,80 €
<p>Caixa para alojamento de coletores modulares Uponor Vario IW, compatível com todas as molduras / portas IW, de 10 a 11 saídas/circuitos, de altura ajustável entre 730 e 930 mm, largura 850 mm e 80 mm de profundidade, fabricada em chapa galvanizada.</p>					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1093542	850 x 760 mm	Moldura e porta Uponor Vario IW S 850X760mm, para instalação em caixa coletora IW	1 ud	136,95 €	136,95 €
<p>Quadro Uponor e porta IW S para coletores Uponor Vario IW de 8 a 10 saídas, 850 mm de largura, aço com revestimento branco (RAL 9010) e com trava.</p>					

Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1092840		Comfort Port DUO 6 salidas, caja profundidad 80mm, Smatrix Base Pulse	2 ud	1.312,29 €	2.624,58 €
<p>Unidad Uponor Comfort Port DUO para instalaciones de Climatización Invisible, ensamblada, conexionada, configurada y probada en fábrica para su instalación directa en obra, según requisitos de la Normativa UNE-EN 1264 para instalaciones de suelo radiante, pared y techo radiante. Está formada por colector Uponor Vario M 6 salidas. Con posibilidad de orientación horizontal, derecha o izquierda así como en vertical. Con salidas de 1" x 3/4". Caudalímetro en colector de impulsión para regulación de caudal.</p> <p>La unidad Comfort Port DUO incluye 2 válvulas de paso M1" (montadas a la izquierda del colector), 2 termómetros metálicos, 2 purgadores de 3/8", 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 tapones, 2 soportes, todo ello premontado en placa de acero galvanizado con una altura total 540 mm. Montados sobre la unidad Comfort Port DUO se incluyen los siguientes componentes de la instalación (según proyecto): adaptadores Uponor Vario Plus por circuito. Un cabezal electrotérmico Uponor Vario plus por circuito, alimentado a 24 V, con indicador de posición a instalar en el colector de retorno, para regulación del caudal de impulsión en los circuitos de Climatización Invisible según la lectura de temperatura enviada por los termostatos Uponor y con las siguientes características técnicas: Tensión alimentación: 24 V, Potencia: 2 W, Imax: 230 mA, CE: IP 54. Normativa: EN 60335.</p> <p>Todos los cabezales electrotérmicos de 24 V van conectados a la unidad base de control de temperatura marca Uponor, gama Uponor Smatrix Base Pulse, modelo X-245, con comunicación bidireccional vía bus con hasta 6 termostatos y 8 actuadores electrotérmicos (24 V). Admite conexión de termostatos en serie, en estrella o ambas. Incluye la función de autoequilibrado de circuitos y es válida para instalaciones de calefacción y refrigeración por suelo, pared y techo radiantes. Dispone de relés independientes para control de bomba circuladora y generador (caldera o bomba de calor).</p> <p>Los circuitos incluyen etiquetas adhesivas identificativas, con la denominación de los recintos a los que van asignados según proyecto. Las caja incluyen en su interior documentación, garantía, planos e instrucciones de cada componente y se reciben en embalajes independientes protegidos con identificación de la vivienda de destino o unidad de uso según especificaciones de proyecto.</p>					


Código	Dimensão	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
--------	----------	--------	------------	----------	-----

## COLECTORES E COMPLEMENTOS

088DSBPM0	---	Uponor Comfort Port DUO 8 salidas + Smatrix Base Pulse M	1 ud	1.664,77 €	1.664,77 €
<p>Unidad Comfort Port DUO para instalaciones de Climatización Invisible, ensamblada, conexcionada, configurada y probada en fábrica para su instalación directa en obra, según requisitos de la Normativa UNE-EN 1264 para instalaciones de suelo radiante, pared y techo radiante. Está formada por colector Uponor Vario M 8 salidas. Con posibilidad de orientación horizontal, derecha o izquierda así como en vertical. Con salidas de 1"x3/4". Caudalímetro en colector de impulsión para regulación de caudal.</p> <p>La unidad Comfort Port DUO incluye 2 válvulas de paso M1" (montadas a la izquierda del colector), 2 termómetros metálicos, 2 purgadores de 3/8", 1 llave de llenado, 1 llave de vaciado, 2 tapones, 2 soportes, todo ello premontado en placa de acero galvanizado con una altura total 540 mm. Montados sobre la unidad Comfort Port DUO se incluyen los siguientes componentes de la instalación (según proyecto): adaptadores Uponor Vario Plus por circuito. Un cabezal electrotérmico Uponor Vario plus por circuito, alimentado a 24 V, con indicador de posición a instalar en el colector de retorno, para regulación del caudal de impulsión en los circuitos de Climatización Invisible según la lectura de temperatura enviada por los termostatos Uponor y con las siguientes características técnicas: Tensión alimentación: 24 V, Potencia: 2 W, Imax: 230 mA, CE: IP 54. Normativa: EN 60335.</p> <p>Todos los cabezales electrotérmicos de 24 V van conectados a la unidad base de control de temperatura marca Uponor, gama Smatrix Base Pulse, modelo X-245, con comunicación bidireccional vía bus con hasta 6 termostatos y 8 actuadores electrotérmicos (24 V). Incluso módulo de ampliación M-242 con posibilidad de conectar hasta 6 termostatos y 6 cabezales adicionales. Admite conexión de termostatos en serie, en estrella o ambas. Incluye la función de autoequilibrado de circuitos y es válida para instalaciones de calefacción y refrigeración por suelo, pared y techo radiantes. Dispone de relés independientes para control de bomba circuladora y generador (caldera o bomba de calor).</p> <p>Los circuitos incluyen etiquetas adhesivas identificativas, con la denominación de los recintos a los que van asignados según proyecto. Las caja incluyen en su interior documentación, garantía, planos e instrucciones de cada componente y se recepcionan en embalajes independientes protegidos con identificación de la vivienda de destino o unidad de uso según especificaciones de proyecto.</p>					

Subtotal Colectores E Complementos: 5.185,80 €

## REGULAÇÃO POR CABO

Código	Embalagem	Artigo	Quantidade	PVP Uni.	PVP
1086976	1 ud	Uponor Smatrix Base Termóstato digital T 146	13 ud	75,00 €	975,00 €
<p>Uponor Smatrix Base Termóstato digital T 146.</p> <p>As definições de temperatura justam-se utilizando os botões +/- localizados na parte frontal. Visor em Celsius ou Fahrenheit.</p> <p>Alternância entre os modos Conforto e ECO com o temporizador Uponor Smatrix Programador I-143 opcional.</p>					

Subtotal Regulação por cabo: 975,00 €

As quantidades foram estimadas em função dos dados da obra e das unidades de embalagem Uponor.

Os preços aqui apresentados são preços P.V.P sem I.V.A. referidos na tabela Uponor de Março 2021

Consulte descontos em seu distribuidor Uponor.

## ➤ 4. Certificados y garantías.



## ► Certificados AENOR.

AENOR es una institución española, privada, independiente, que contribuye, mediante la normalización y certificación (N+C) a mejorar el bienestar de la sociedad a través de la mejora de la tecnología que producen las empresas.

A través de la certificación y de la evaluación de la conformidad, contribuye a mejorar la calidad y competitividad de las empresas, sus productos y servicios; de esta forma ayuda a las organizaciones a generar uno de los valores más apreciados en la economía actual: la confianza.

Es el organismo principal de certificación en España, ya que sus reconocimientos son los más apreciados y se sitúan entre los principales organismos certificadoros en el mundo. Cuenta con cerca de 190 acreditaciones, reconocimientos, acuerdos y nombramientos para las actividades de certificación, validación, verificación, inspección y ensayos, otorgados por distintas entidades nacionales e internacionales.

Uponor cuenta con certificados AENOR que atañen a sus productos de fontanería y climatización, a través de los cuales aporta un grado de tranquilidad y confianza a los encargados de realizar proyectos, nuestros distribuidores y usuarios finales.

Igualmente le informamos que las características técnicas exigidas a los Sistemas de climatización por suelo radiante, como requisitos para su instalación, están recogidas en la normativa UNE-EN-1264.

Dicha normativa es de ámbito europeo y se emplea por organismos europeos como AENOR entre otros para certificar el sistema completo de panel aislante, tubería y aditivo.

Es por ello que el certificado AENOR según dicha norma, se refiere a un sistema de suelo radiante completo y no a un único producto.



\*Para la consulta de los certificados AENOR relativos a los productos mencionados en esta memoria visite [WWW.uponor.es](http://WWW.uponor.es)

# Uponor

## Garantía sobre soluciones Uponor

**Uponor ofrece una garantía gratuita y adicional durante un periodo de 10 años sobre sus soluciones**



### Validez de la garantía

Se podrá hacer uso de la garantía Uponor cuando se cumplan los siguientes requisitos:

- La instalación debe estar íntegramente constituida por componentes Uponor.
- La instalación deberá estar correctamente ejecutada por instaladores con acreditaciones profesionales.
- Haber ejecutado las instalaciones en conformidad con los marcos normativos de obligado cumplimiento para cada aplicación, tanto a nivel nacional como local.

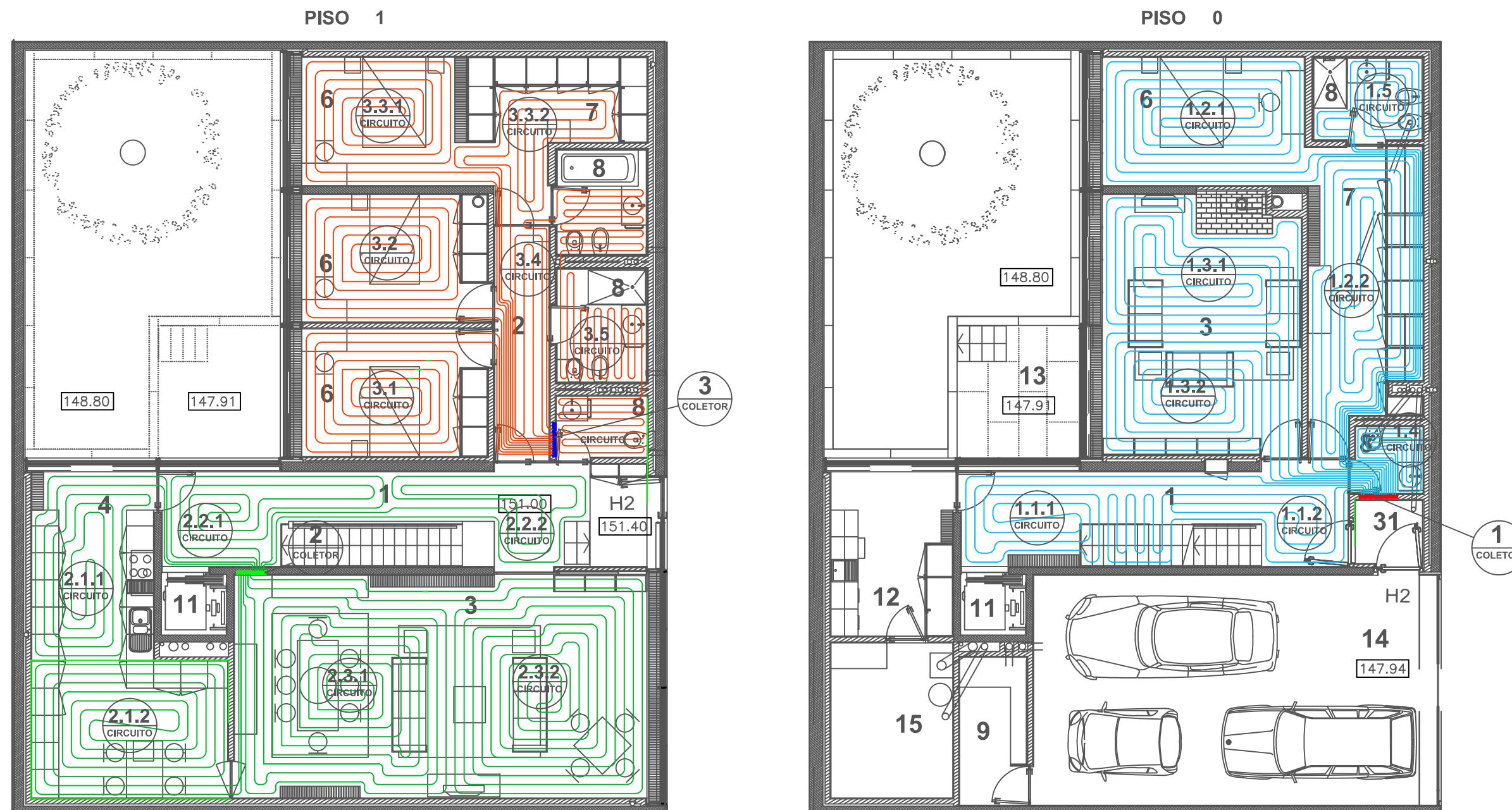
### Cobertura

- Daños ocasionados en la instalación
- Defectos en los productos que la componen

Los daños ocasionados por una incorrecta instalación o debidos a un funcionamiento anómalo, quedan fuera de la cobertura Uponor y por tanto de la posible formulación de reclamaciones.

Para obtener más información sobre la garantía Uponor, contacte con nuestro servicio de Atención al Cliente por cualquiera de los siguientes medios:

E [atencion.cliente@uponor.com](mailto:atencion.cliente@uponor.com)



**LEGENDA COMPARTIMENTOS:**

- |                    |                             |                             |
|--------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 1 HALL ENTRADA     | 13 PÁTIO/JARDIM DA CASA     | 24 ESPAÇO TÉCNICO           |
| 2 HALL             | 14 GARAGEM                  | 25 CONTADORES ÁGUA          |
| 3 SALA/SALA JANTAR | 15 CASA MÁQUINAS            | 26 CONTADORES GÁS           |
| 4 COZINHA          | 16 GINÁSIO                  | 27 CONTADORES ELECTRICIDADE |
| 5 CORREDOR         | 17 BALNEÁRIOS               | 28 CASA LIXO                |
| 6 QUARTO           | 18 SAUNA                    | 29 APOIO JARDIM             |
| 7 QUARTO VESTIR    | 19 CENTRAL DE SEGURANÇA     | 30 CAIXA COLECTORA          |
| 8 QUARTO BANHO     | 20 SALA DE ESTAR SEGURANÇAS |                             |
| 9 ARRUMO           | 21 SALA CONDOMÍNIO          |                             |
| 10 ESCRITÓRIO      | 22 ACESSO AO PISO -1        |                             |
| 11 ELEVADOR        | 23 SAÍDA DE EMERGÊNCIA      |                             |
| 12 LAVANDARIA      |                             |                             |

Desenha.		<b>MORADIA PORTO</b>	Instituto Superior Engenharia do Porto	
Copiado			Departamento de Engenharia Mecânica	
Verific.				
Visto				
<b>DESENHO PISO RADIANTE AQUECIMENTO</b>				
			Substitui o des. n.º	
			Substituído por:	

## 6.7 SOLUÇÃO BCG – FICHA TÉCNICA

Ficha técnica da bomba de calor geotérmica ECOFOREST ecoGEO B/C 1-9.

# ecoGEO B/C 1-9

- Controlo da potência térmica com uma ampla gama de modulação (20-100%) e controlo de fluxo dos circuitos de captação e produção.
- Tecnologia Inverter e compressor scroll.
- O desenho compacto inclui as bombas circuladoras de captação e produção, vasos de expansão de captação (8L) e produção (12L), válvulas de segurança e válvula desviadora de AQS.
- Sistema de recuperação de alta temperatura (HTR) capaz de produção simultânea de AQS e aquecimento ou refrigeração, assim como atingir 70°C no depósito de AQS.
- Controlo de 4 zonas de distribuição a diferentes temperaturas, 2 tanque de inércia (1 de aquecimento e 1 de refrigeração), 1 acumulador de AQS, 1 circuito de aquecimento de piscina, controlo horário e recirculação de AQS
- Controlo modular de unidades de captação aerotérmicas, para sistemas de captação aerotérmica ou sistemas híbridos (aerotérmicos e geotérmicos).
- Controlo de equipamentos de apoio, integra equipamentos On/Off ou modulares, por exemplos resistências eléctricas ou caldeiras.
- Controlo de sistemas em cascata até 3 unidades em paralelo.
- Possibilidade de instalar esquemas em produção simultânea de calor/frio, ou consumo simultâneo de calor/frio.
- Permutador de refrigeração passiva integrado nos modelos 2 e 4.
- Refrigeração activa por inversão de ciclo nos modelos 3 e 4.
- Modelos disponíveis com alimentação monofásica e trifásica.
- Compatíveis com os gestores energéticos e-manager e e-system.
- Incorporado com contadores energéticos, medindo o consumo eléctrico, produção térmica e rendimentos, disponibiliza valores instantâneos, mensais e anuais.

ESPECIFICAÇÕES ecoGEO B/C 1-9		UDS.	B1/C1	B2/C2	B3/C3	B4/C4
APLICAÇÃO	Local instalação	-	Interior			
	Tipo sistema captação <sup>1</sup>	-	Geotérmico / Aerotérmico / Híbrido			
	Aquecimento	-	✓	✓	✓	✓
	Possibilidade de sistema recuperação alta temp. HTR	-	✓	✓	✓ de serie	✓ de serie
	Refrigeração activa integrada	-	-	-	✓	✓
	Refrigeração passiva integrada	-	-	✓	-	✓
CARACTERÍSTICAS	Gama de modulação compressor	%	20 a 100			
	Potência aquecimento <sup>2</sup> , B0W35	kW	1,3 a 11,0			
	COP <sup>2</sup> , B0W35	-	4,5			
	Potência refrigeração activa <sup>2</sup> , B35W7	kW	-	1,4 a 11,0		
	EER <sup>2</sup> , B35W7	-	-	5,2		
	Temperatura máxima AQS sem apoio / com apoio <sup>5</sup>	°C	63 / 70			
	Nível emissão sonora <sup>6</sup>	db	33 a 44			
	E.Energética / ηs / SCOP W35 com controlo clima médio	-	A+++ / 186% / 4,85			
	E.Energética / ηs / SCOP W55 com controlo clima médio	-	A++ / 138% / 3,65			
	Temp. produção modo aquecimento / Temp. Objectivo	°C	10 a 60 / 20 a 60			
Temp. produção modo refrigeração / Temp. Objectivo	°C	4 a 35 / 7 a 25				
Temp. captação modo aquecimento	°C	-25 a 35				
Temp. captação modo refrigeração	°C	10 a 60				
Pressão circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45				
Pressão circuito de produção / precarga	bar	0,5 a 3,0 / 1,5				
Pressão circuito de captação / precarga	bar	0,5 a 3,0 / 0,7				
Volume / Pressão máx. acumulador AQS (ecoGEO C)	l / bar	165 / 8				
FLUÍDOS DE TRABALHO	Quantidade de refrigerante R410A sem / com HTR	kg	0,75 / 0,85		1,0	
	Tipo de óleo do compressor/quantidade de óleo	kg	POE / 0,74			
DADOS ELÉCTRICOS CONTROLADOR	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Proteção eléctrica recomendada <sup>9</sup>	-	C10A			
	Fusível circuito primário transformador	A	0,5			
	Fusível circuito secundário transformador	A	2,5			
DADOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR MONOFÁSICA	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Proteção eléctrica recomendada <sup>9</sup>	-	C25A			
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , B0W35	kW / A	2,7 / 11,8			
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , B0W55	kW / A	3,8 / 16,5			
	Corrente de arranque mínima / máxima <sup>7</sup>	A	2,8 / 5,8			
	Cos Ø	-	0,96/1			
DADOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Proteção eléctrica recomendada <sup>9</sup>	-	C10A			
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , B0W35	kW / A	2,7 / 4,0			
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , B0W55	kW / A	3,8 / 5,5			
	Corrente de arranque mínima / máxima <sup>7</sup>	A	0,9 / 1,9			
	Cos Ø	-	0,96-1			
DIMENSÕES E TARAS	Altura x ancho x profundidade	mm	ecoGEO B: 1060x600x710 · ecoGEO C: 1804x600x720			
	Peso em vazio (sem embalagem)	kg	B 184 · C 245	B 192 · C 253	B 184 · C 245	B 192 · C 253

1. Substituindo ou combinando a captação geotérmica com uma ou várias unidades aerotérmicas ecoGEO AU. Consultar o manual de unidades aerotérmicas ecoGEO AU para informação mais detalhada.  
2. Conforme EN 14511, incluindo o consumo das bombas de circulação e o controlador do compressor.  
3. Considerando caudais nos circuitos de captação e

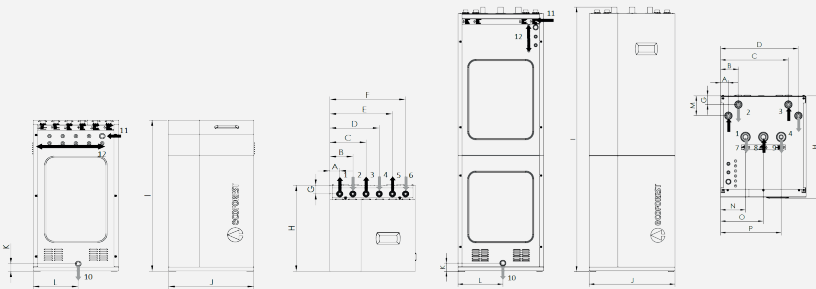
produção de acordo com a norma EN 14511.  
4. Considerando um aquecimento desde 20 a 50 °C e com ausência de consumos.  
5. Considerando um apoio com a resistência eléctrica de emergência ou com o sistema HTR. A temperatura máxima de AQS com o sistema HTR pode estar limitada pela temperatura de descarga

do compressor.  
6. Conforme EN 12102, incluindo o kit de isolamento acústico do compressor.  
7. Corrente de arranque depende das condições de trabalho dos circuitos hidráulicos.  
8. A gama de tensão permitida para um correcto funcionamento da bomba de calor é de ±10%.

9. O consumo máximo pode variar significativamente de acordo com as condições de trabalho, ou se se limita a gama de operação do compressor. Consultar o manual de serviço técnico para informação mais detalhada.  
10. Certificação pedente.

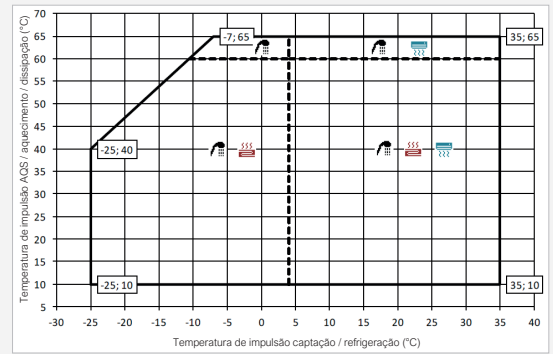
## Dimensões e conexões hidráulicas

## Mapa de Operação

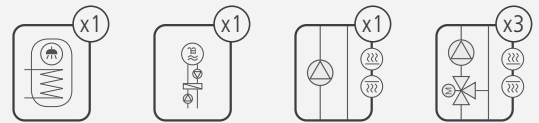


MODELO	DIMENSÕES (mm)															
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
ecoGEO Basic	55	153	251	349	447	545	70	710	1058	600	61	300	-	-	-	-
ecoGEO Compact	55	125	475	545	-	-	62	720	1851	600	58	315	140	175	300	425

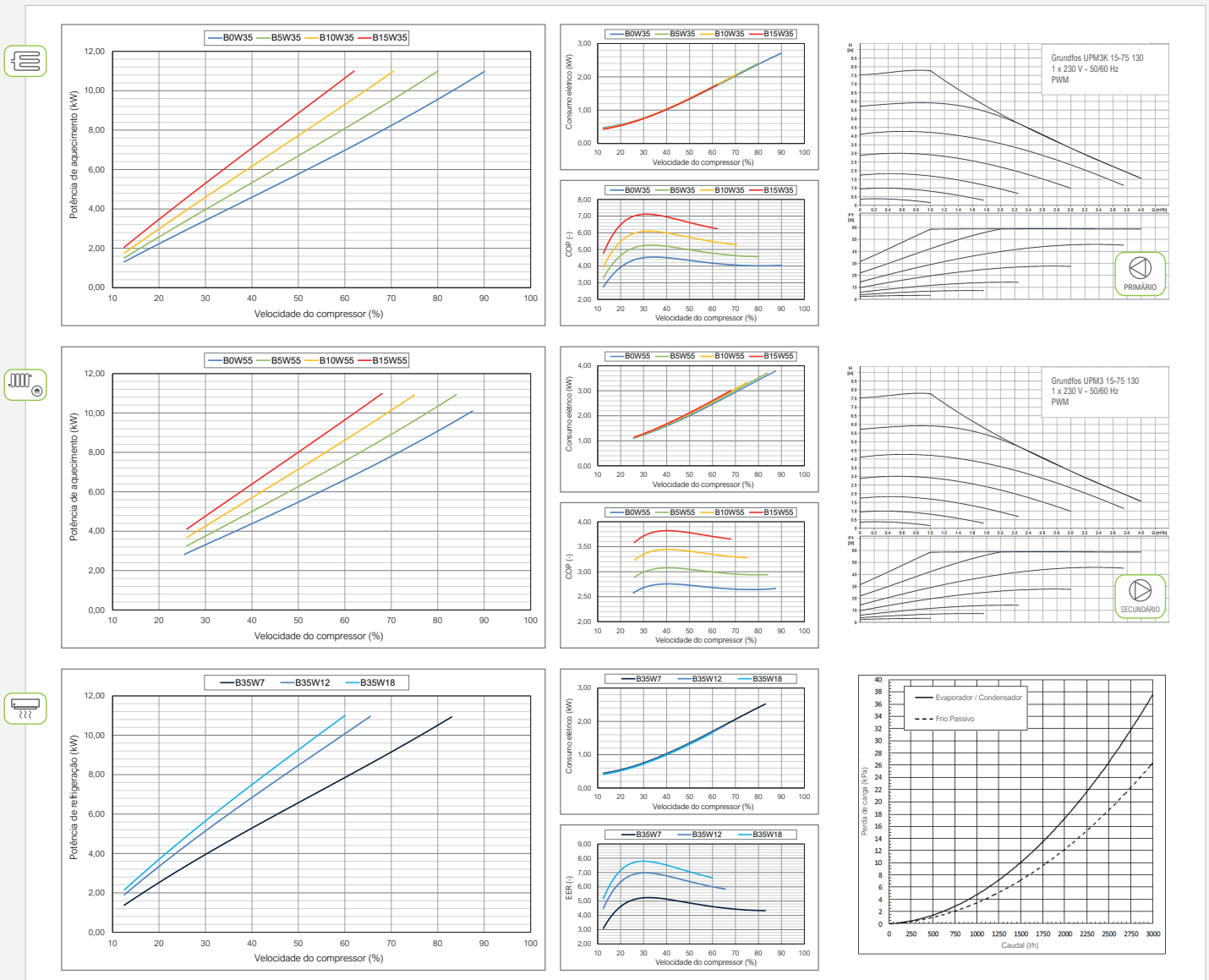
1. Ida Climatização - 1" M
2. Retorno Climatização - 1" M
3. Ida Captação - 1" M
4. Retorno Captação - 1" M
5. Ida permutador AQS - 1" M
6. Retorno permutador AQS - 1" M
7. Entrada Água Fria - 1" H
8. Saída AQS - 1" H
9. Retorno recirculação AQS - 3/4" H
10. Dreno - 16 mm



## Controlo da instalação



## Curvas de funcionamento



## 6.8 SOLUÇÃO BCA – FICHA TÉCNICA

Ficha técnica da bomba de calor aerotérmica ECOFOREST ecoAIR EVI 3-12.

- Controlada potência térmica com uma ampla gama de modulação (17-100%), modulação da velocidade do ventilador, controlo de fluxo do circuitos de produção.
- O desenho compacto inclui a bombas circuladora de produção na unidade exterior.
- Circuito hidráulico entre a unidade exterior e interior.
- Tecnologia EVI através do uso de um Flash Tank de modo a manter potência e temperatura de impulsão mesmo nas condições mais desfavoráveis.
- Controlo de 3 zonas de distribuição a diferentes temperaturas, 2 tanques de inércia (aquecimento e refrigeração), 1 depósito de AQS, 1 circuito de aquecimento de piscina, controlo horário e recirculação de AQS.
- Possibilidade de instalar esquemas em consumo simultâneo de calor/frio.
- Controlado de equipamentos de apoio, integra equipamentos On/Off ou modulares, por exemplos resistências eléctricas ou caldeiras.
- Diferentes unidades interiores adequando o sistema para a maioria das condições de instalação.
- Todos os modelos disponíveis com alimentação monofásica e trifásica.
- Compatíveis com os gestores energéticos e-manager e e-system
- Incorporado com contadores energéticos, medindo o consumo eléctrico, produção térmica e rendimentos, disponibiliza valores instantâneos, mensais e anuais.



ESPECIFICAÇÕES ECOAIR EVI 3-12		UDS.	
APLICAÇÃO	Local instalação	-	Exterior
	Tipo sistema captação <sup>1</sup>	-	Aerotérmico
	AQS com acumulador externo	-	✓
	Aquecimento	-	✓
	Refrigeração activa integrada	-	✓
CARACTERÍSTICAS	Gama de modulação compressor	%	17 a 100
	A7W35: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	2,0 a 10,5 / 4,6
	A7W55: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	4,7 a 10,5 / 3,3
	A-7W35: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	2,2 a 8,7 / 3,4
	A-7W55: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	3,6 a 9,4 / 2,5
	A-15W35: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	2,0 a 7,3 / 2,9
	A-15W55: Potência aquecimento / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	5,2 a 8,0 / 2,2
	A30W7: Potência refrigeração / EER <sup>2,3</sup>	KW / -	1,7 a 9,0 / 4,3
	A40W7: Potência refrigeração / EER <sup>2,3</sup>	kW / -	2,0 a 8,6 / 3,2
	LIMITES DE FUNCIONAMENTO	Temperatura máxima AQS sem apoio	°C
Temperatura máxima AQS com apoio		°C	70
Nível máximo de emissão sonora <sup>6</sup>		db	65
Classificação energética / njs com controlo clima médio <sup>3</sup>		-	A+++ / 192 %
Temp. produção aquecimento / Temp. Objectivo		°C	10 a 63 / 20 a 60
Temp. produção refrigeração / Temp. Objectivo		°C	5 a 35 / 7 a 25
Gama de temperatura exterior		°C	-15 a +50
FLUÍDOS DE TRABALHO	Pressão circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45
	Pressão circuito de produção	bar	0,5 a 3
	Quantidade de refrigerante R410A	kg	2,5
DADOS ELÉCTRICOS CONTROLADOR	Tipo de óleo do compressor/quantidade de óleo	kg	POE / 1,48
	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Proteção eléctrica recomendada	-	C5A
	Fusível circuito primário transformador	A	0,5
DADOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR MONOFÁSICA	Fusível circuito secundário transformador	A	2,5
	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Proteção eléctrica recomendada	-	C32A
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , BOW35	kW/A	2,8 / 12,17
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , BOW55	kW/A	4,1 / 17,82
	Corrente de arranque mínima/máxima <sup>7</sup>	A	5,46
DADOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	Cos Ø	-	0,96/1
	3/N/PE 400 V / 50-60 Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Proteção eléctrica recomendada	-	C16A
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , BOW35	kW/A	2,8 / 4,8
	Consumo eléctrico máximo <sup>2</sup> , BOW55	kW/A	4,1 / 6,25
	Corrente de arranque mínima/máxima <sup>7</sup>	A	1,55
DIMENSÕES E TARAS	Cos Ø	-	0,96-1
	Altura x Largura x Profundidade	mm	970x1140x475
	Peso em vazio (sem embalagem)	kg	134

1. Unidade monobloco ar-água de instalação exterior.
2. Conforme EN 14511, incluindo o consumo da bomba de circulação, do ventilador e do controlador do compressor.
3. Certificação pendente.

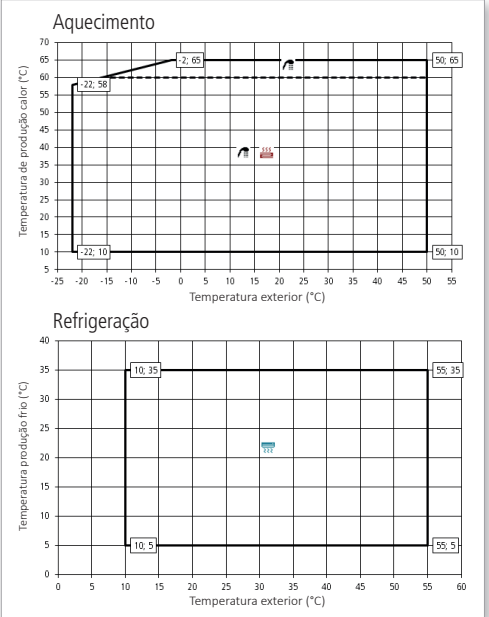
4. A gama de tensão permitida para um correcto funcionamento da bomba de calor é de  $\pm 10\%$ .
5. O consumo máximo pode variar significativamente de acordo com as condições de trabalho, ou se se limita

a gama de operação do compressor. Consultar manual de serviço técnico para informação mais detalhada.

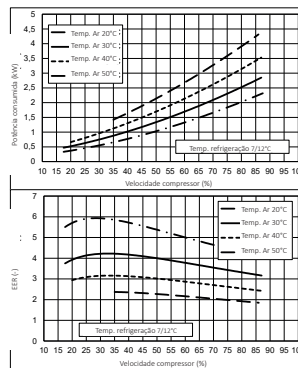
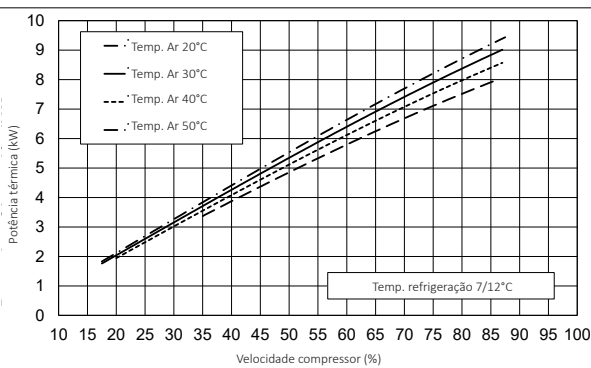
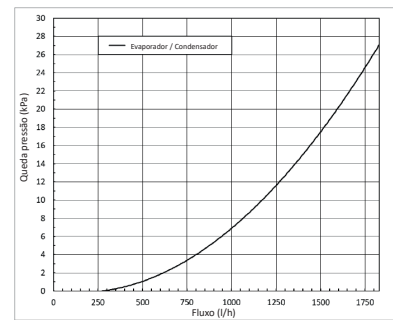
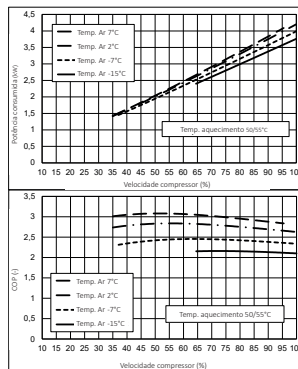
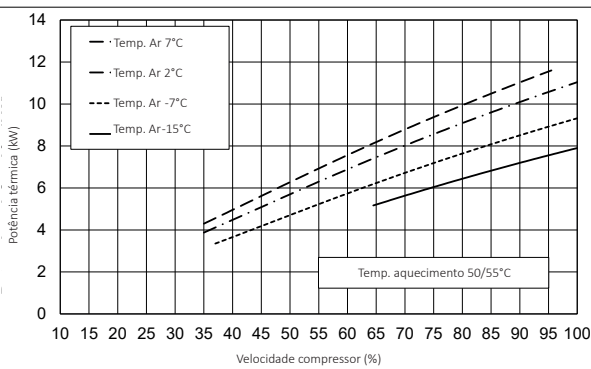
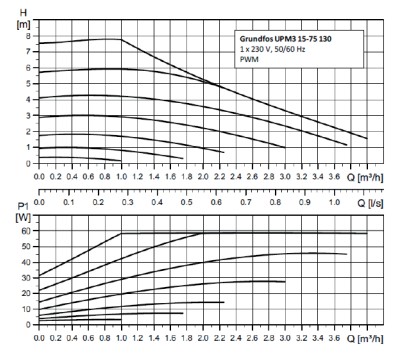
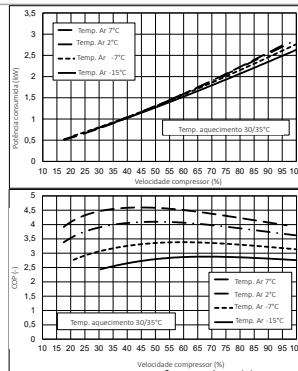
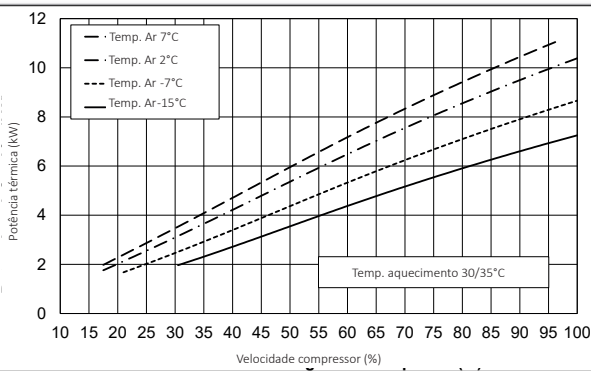
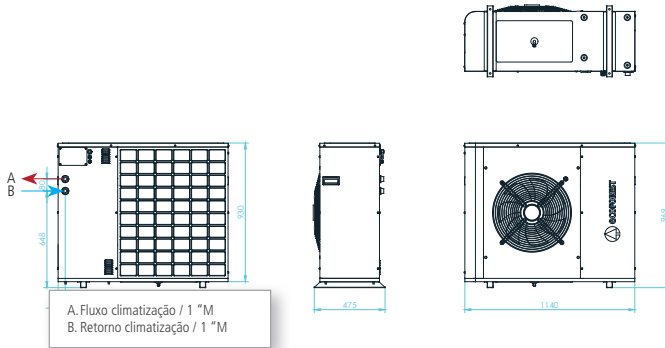
6. Conforme EN 12102, incluindo o kit de isolamento acústico do compressor.
7. Corrente de arranque depende das

condições de trabalho dos circuitos hidráulicos.

## Mapa de operação

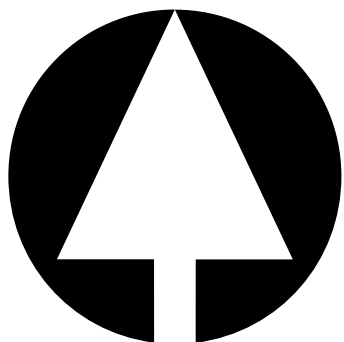


### UNIDADE EXTERIOR

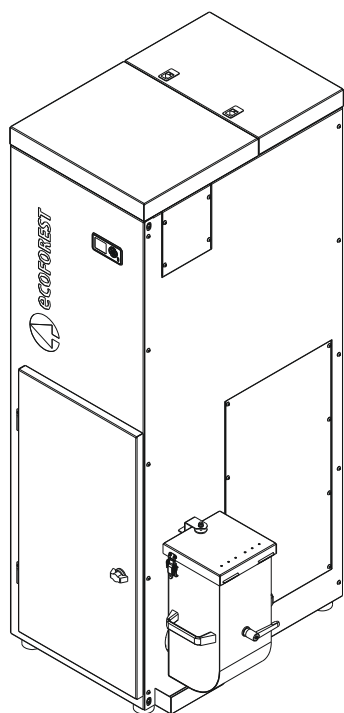


## 6.9 SOLUÇÃO C+AC – FICHA TÉCNICA

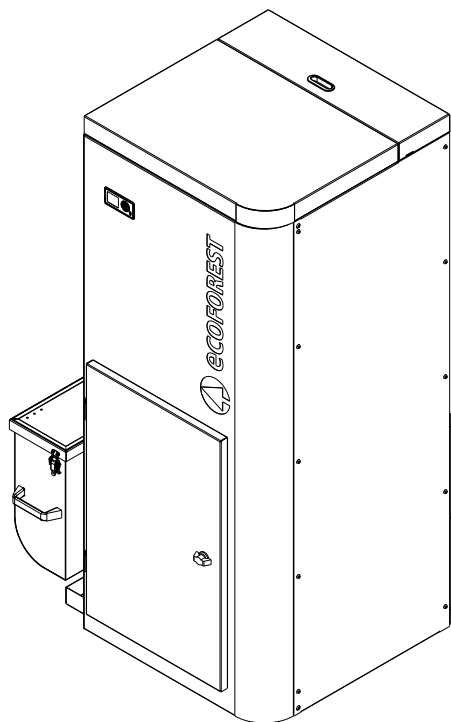
Fichas técnicas da caldeira de biomassa ECOFOREST VAP 5-20, unidade exterior de ar condicionado LG MU3R19M21 e unidade interior LG PC09SQ.NSJ.



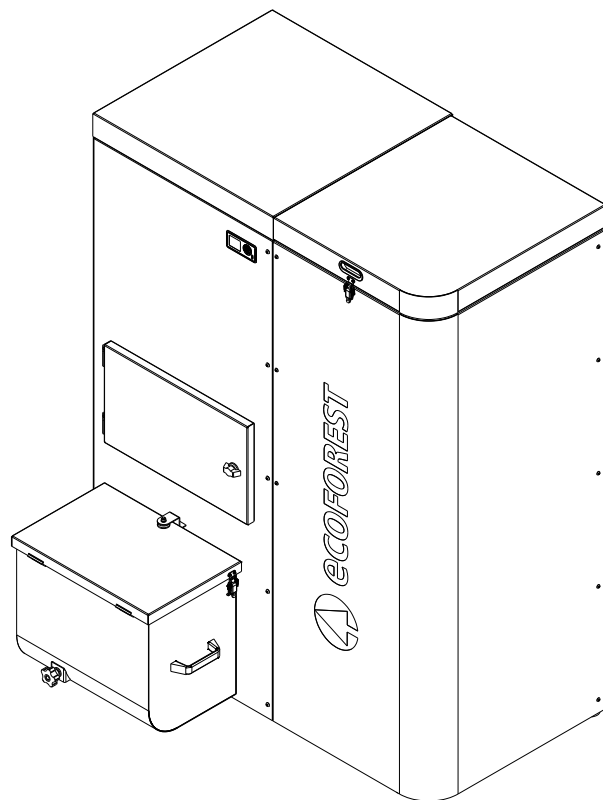
# ecoforest



VAP 5-20  
CW



VAP 24  
CV



VAP 30  
CG30

ES

MANUAL DE INSTALACIÓN Y MANTENIMIENTO

EN

INSTALLATION AND MAINTENANCE MANUAL

FR

MANUALE D'INSTALLAZIONE E MANUTENZIONE

IT

MANUEL D'INSTALLATION ET MAINTENANCE

PT

MANUAL DE INSTALAÇÃO E MANUTENÇÃO



UNE EN 303-5

## 1. TECHNICAL FEATURES.

VAP 5-20 CW	VAP 24 CV	VAP 30 CG30
----------------	--------------	----------------

### CONNECTIONS

①	Heating return – ring female	“	3/4	3/4	1
②	Heat flow – thread female	“	3/4	3/4	1
③	Charge – Discharge – thread female	“	1/2	1/2	3/4
④	Safety valve discharge – thread female	“	1/2	1/2	1/2
⑤	Gas output	mm	100	100	100

### AIR ADMISSION

•Maximum air flow admission (Estimation according to mass flow and gas temperature in nominal power).	m <sup>3</sup> /h	64.9	58	107
•Minimum draught recommended	mBar Pa	10	12	12

### HYDRAULIC

•Expansion vessel	L	2.5 250	2.5 250	2.5 250	
•Maximum working pressure	Bar KPa	2,5 250	2,5 250	2,5 250	
•Minimum working pressure	Bar KPa	0,5 50	0,5 50	0,5 50	
•Recommended working pressure	Bar KPa	1,2 120	1,2 120	1,2 120	
•Security discharge pressure	Bar KPa	2.5 250	2.5 250	2.5 250	
•Water volume inside boiler	L	44	69	87	
•Head loss on water side	dt=10 K	mBar	16	121	70
	dt=20 K	mBar	12	238	139

### GENERAL FEATURES

•Weight	kg	253	250	430
•Capacity of the hopper (Fuel estimate $\rho_{ap} \approx 630$ kg/m <sup>3</sup> )	kg	67	54	132
•Hopper volume	L	106	92	210
•Weight of the turbulator cylinder, Stage 1	kg/ud		0,6	1.6
•Weight of the turbulator cylinder, Stage 2	kg/ud		1	
•Weight of the cylinders + positioner set	Kg		4.7	15
•Weight of the helix turbulator Stage 1	kg/ud	0.2	0.2	0.4
•Weight of the helix turbulator Stage 2	kg/ud	0.3	0.4	0.2
•Weight of the helical coupler + positioner set	kg/ud			6
•Volume of the ash box	L	11	19	36+13
•Airborne noise according to the UNE EN 15036-1	dB	48	48	48

**PERFORMANCE ACCORDING TO: EN 303-5 (NOMINAL)**

<b>NOMINAL HEAT OUTPUT</b>	<b>kW</b>	<b>20</b>	<b>23.6</b>	<b>30.2</b>	
<b>EFFICIENCY</b>	<b>%</b>	<b>90.4</b>	<b>92.6</b>	<b>90.2</b>	<b>Class 5</b>
<b>CO CONTENT (10% O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>214</b>	<b>179</b>	<b>341</b>	<b>Class 5</b>
<b>OGC CONTENT (10% O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>9.9</b>	<b>5.5</b>	<b>&lt; 2</b>	<b>Class 5</b>
<b>PARTICLE EMISSIONS (10% O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>40</b>	<b>11</b>	<b>10</b>	
Exhaust mass flow	g/s	16	15	26	
Fuel drop level		9	9	9	
Consumption, according to fuel	Kg/h	4.4	5.1	6.7	
Autonomy	h	15	11	20	
Average smoke temperature	°C	135	113	137	
Auxiliary power consumption	W	98	72	92	

**PERFORMANCE ACCORDING TO: EN 303-5 (REDUCED)**

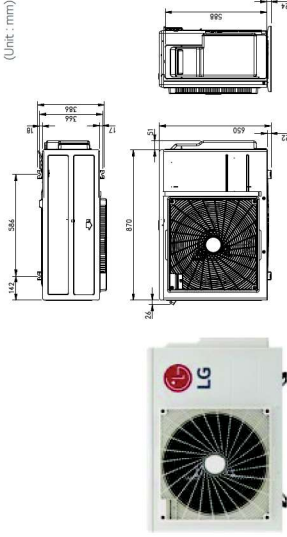
<b>REDUCED HEAT OUTPUT</b>	<b>kW</b>	<b>5.1</b>	<b>6.5</b>	<b>8</b>	
<b>EFFICIENCY</b>	<b>%</b>	<b>94</b>	<b>93.7</b>	<b>89.4</b>	<b>Class 5</b>
<b>CO CONTENT (10% O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>227</b>	<b>300</b>	<b>335</b>	<b>Class 5</b>
<b>OGC CONTENT (10% O<sub>2</sub>)</b>	<b>mg/Nm<sup>3</sup></b>	<b>3</b>	<b>12.3</b>	<b>&lt; 2</b>	<b>Class 5</b>
Exhaust mass flow	g/s	4	5	8	
Fuel drop level		1	1	1	
Consumption, according to fuel	Kg/h	1.1	1.4	1.8	
Autonomy	h	62	39	74	
Average smoke temperature	°C	75	58	96	
Auxiliary power consumption	W	44	18	39	

## OUTDOOR UNITS



MU3R19  
MU3R21  
MU4R25

(Unit: mm)



OUTDOOR UNITS			MU3R21 U21			MU4R25 U21		
Compressor	Type	Twin Rotary	Type	Min / Nom / Max	kW	Type	Min / Nom / Max	kW
Capacity *	Cooling	1.1 / 5.3 / 7.3	Cooling	1.1 / 6.2 / 7.3	1.1 / 7.0 / 8.5	Capacity *	Cooling	1.3 / 7.9 / 9.5
Low Temperature Capacity	Heating -7°C	5.2	Heating -7°C	5.5	5.9	Low Temperature Capacity	Heating -7°C	6.4
Power Input *	Cooling	0.3 / 1.1 / 2.0	Cooling	0.3 / 1.4 / 2.5	0.3 / 1.8 / 2.8	Power Input *	Cooling	0.4 / 1.8 / 2.9
Running Current	Heating	0.3 / 1.3 / 2.0	Heating	0.3 / 1.5 / 2.4	0.3 / 1.8 / 2.9	Running Current	Heating	0.6 / 2.1 / 3.4
EER	Cooling	1.3 / 5.0 / 9.2	Cooling	1.3 / 6.5 / 11.1	1.3 / 8.0 / 12.6	EER	Cooling	1.9 / 8.1 / 13.1
SEER	Heating	4.75	Heating	1.3 / 6.9 / 10.8	1.3 / 8.7 / 12.9	SEER	Heating	2.8 / 9.4 / 15.3
SCOP		5.00		4.28	4.00	SCOP		4.39
Pdesign (@-10°C)		8.50		4.60	4.40	Pdesign (@-10°C)		4.70
Seasonal Energy Label		4.40		8.50	8.00	Seasonal Energy Label		8.20
Annual Energy Consumption		4.40		4.40	4.40	Annual Energy Consumption		8.00
Airflow Rate		5.20		5.20	5.40	Airflow Rate		4.20
Sound Pressure		A+++ / A+		A+++ / A+	A+++ / A+	Sound Pressure		7.00
Sound Power		217 / 1.655		263 / 1.655	308 / 1.718	Sound Power		346 / 2.333
Dimensions		870 x 650 x 330		870 x 650 x 330	870 x 650 x 330	Dimensions		950 x 834 x 330
Net Weight		46		46	46.2	Net Weight		61
Refrigerant		R32		R32	R32	Refrigerant		R32
Operation Range (Outdoor)		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48	Operation Range (Outdoor)		-10 / 48
Power Supply		1.4		1.4	1.4	Power Supply		2.6
Power Supply Cable		20		20	20	Power Supply Cable		20
Transmission Cable		675		675	675	Transmission Cable		675
Circuit Breaker		0.945		0.945	0.945	Circuit Breaker		1.55
Piping Length Total		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48	Piping Length Total		-10 / 48
Piping Length per Branch		1.4		1.4	1.4	Piping Length per Branch		1.5
Piping Elevation Difference		20		20	20	Piping Elevation Difference		15
Piping Connection		675		675	675	Piping Connection		7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4	1.4			7.5
		20		20	20			7.5
		675		675	675			7.5
		0.945		0.945	0.945			7.5
		-10 ~ 48		-10 ~ 48	-10 ~ 48			7.5
		1.4		1.4				



# WALL MOUNTED

KBTU/H KW	5	7	9	12	15	18	24
	1.5	2.1	2.6	3.5	4.2	5.3	7.0

Wall Mounted Unit



Standard Plus

PM05SP NSJ    PM07SP NSJ    PC09SQ NSJ    PC12SQ NSJ    PM15SP NSJ    PC18SQ NSK    PC24SQ NSK  
 M105PC NSJ    M107PC NSJ    M109PC NSJ    M112PC NSJ    M115PC NSJ    M118PC NSK    M124PC NSK

## STANDARD PLUS

	INDOOR						
	PM05SP NSJ	PM07SP NSJ	PC09SQ NSJ	PC12SQ NSJ	PM15SP NSJ	PC18SQ NSK	PC24SQ NSK
Capacity	1.5 / 1.6	2.1 / 2.3	2.5 / 3.2	3.5 / 3.8	4.2 / 5.4	5.0 / 5.8	6.6 / 7.5
Power Input	16	17	18	19	21	39	45
Running Current	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.28	0.33
Power Supply	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50
Air Flow Rate	8.3 / 6.7 / 5.6	8.6 / 7.2 / 5.6	9.2 / 7.4 / 5.6	9.6 / 8.1 / 5.6	10.0 / 8.5 / 6.1	14.2 / 11.3 / 9.9	15.2 / 12.7 / 10.2
Sound Pressure	34 / 31 / 27	35 / 32 / 27	36 / 33 / 27	40 / 35 / 27	41 / 36 / 29	44 / 38 / 35	46 / 41 / 36
Sound Power	57	57	57	57	57	59	65
Dehumidification Rate	0.9	0.9	1.1	1.2	1.2	1.9	2.6
Dimension	837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210						
Net weight	7.4	7.4	8.7	8.7	8.7	12.0	12.8
Piping	mm (inch) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4)						
Connection	mm (inch) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8)						

	INDOOR						
	M105PC NSJ	M107PC NSJ	M109PC NSJ	M112PC NSJ	M115PC NSJ	M118PC NSK	M124PC NSK
Capacity	1.5 / 1.6	2.1 / 2.3	2.5 / 3.2	3.5 / 3.8	4.2 / 5.4	5.0 / 5.8	6.6 / 7.5
Power Input	16	17	18	19	21	39	45
Running Current	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.28	0.33
Power Supply	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50
Air Flow Rate	8.3 / 6.7 / 5.6	8.6 / 7.2 / 5.6	9.2 / 7.4 / 5.6	9.6 / 8.1 / 5.6	10.0 / 8.5 / 6.1	14.2 / 11.3 / 9.9	15.2 / 12.7 / 10.2
Sound Pressure	34 / 31 / 27	35 / 32 / 27	36 / 33 / 27	40 / 35 / 27	41 / 36 / 29	44 / 38 / 35	46 / 41 / 36
Sound Power	57	57	57	57	57	59	65
Dehumidification Rate	0.9	0.9	1.1	1.2	1.2	1.9	2.6
Dimension	837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210						
Net weight	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	12.0	12.8
Piping	mm (inch) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4)						
Connection	mm (inch) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8)						

# WALL MOUNTED

KBTU/H KW	5	7	9	12	15	18	24
	1.5	2.1	2.6	3.5	4.2	5.3	7.0

Wall Mounted Unit



Deluxe

DM07RP NSJ    DC09RQ NSJ    DC12RQ NSJ    DC18RQ NSK    DC24RQ NSK  
 DC18RQ NSK    DC24RQ NSK

## DELUXE

	INDOOR						
	DM07RP NSJ	DC09RQ NSJ	DC12RQ NSJ	DC18RQ NSK	DC24RQ NSK	DC24RQ NSK	DC24RQ NSK
Capacity	2.1 / 2.3	2.5 / 3.2	3.5 / 4.0	5.0 / 5.8	6.6 / 7.5	6.6 / 7.5	6.6 / 7.5
Power Input	17	18	19	39	45	45	45
Running Current	0.15	0.16	0.17	0.28	0.33	0.33	0.33
Power Supply	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50
Air Flow Rate	7.5 / 6.1 / 4.9	7.7 / 6.4 / 5.0	8.1 / 6.7 / 5.3	14.2 / 11.3 / 9.9	15.2 / 12.7 / 10.2	15.2 / 12.7 / 10.2	15.2 / 12.7 / 10.2
Sound Pressure	35 / 31 / 26	36 / 32 / 27	38 / 34 / 29	44 / 38 / 34	47 / 41 / 36	47 / 41 / 36	47 / 41 / 36
Sound Power	56	56	56	60	60	60	60
Dehumidification Rate	0.9	1.1	1.2	1.9	2.6	2.6	2.6
Dimension	837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210						
Net weight	8.3	8.3	8.3	12.0	12.0	12.0	12.0
Piping	mm (inch) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4)						
Connection	mm (inch) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8)						

	INDOOR						
	M105PC NSJ	M107PC NSJ	M109PC NSJ	M112PC NSJ	M115PC NSJ	M118PC NSK	M124PC NSK
Capacity	1.5 / 1.6	2.1 / 2.3	2.5 / 3.2	3.5 / 3.8	4.2 / 5.4	5.0 / 5.8	6.6 / 7.5
Power Input	16	17	18	19	21	39	45
Running Current	0.13	0.14	0.16	0.17	0.18	0.28	0.33
Power Supply	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50	1,220-240,50
Air Flow Rate	8.3 / 6.7 / 5.6	8.6 / 7.2 / 5.6	9.2 / 7.4 / 5.6	9.6 / 8.1 / 5.6	10.0 / 8.5 / 6.1	14.2 / 11.3 / 9.9	15.2 / 12.7 / 10.2
Sound Pressure	34 / 31 / 27	35 / 32 / 27	36 / 33 / 27	40 / 35 / 27	41 / 36 / 29	44 / 38 / 35	46 / 41 / 36
Sound Power	57	57	57	57	57	59	65
Dehumidification Rate	0.9	0.9	1.1	1.2	1.2	1.9	2.6
Dimension	837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 837 x 308 x 189 998 x 345 x 210 998 x 345 x 210						
Net weight	8.7	8.7	8.7	8.7	8.7	12.0	12.8
Piping	mm (inch) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4) 06.35 (1/4)						
Connection	mm (inch) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8) 09.52 (3/8)						

※ This product contains Fluorinated greenhouse gases (R32).  
 ※ For our policy of continuous product improvement, specification, design and features are subject to change without prior notice.

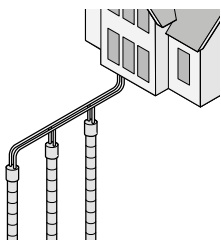
※ This product contains Fluorinated greenhouse gases (R32).  
 ※ For our policy of continuous product improvement, specification, design and features are subject to change without prior notice.

## 6.10 COTAÇÃO – SONDA GEOTÉRMICA

Cotação da sonda geotérmica UPONOR.



- Sistemas de geotermia Udonor, máxima eficiência energética e máximo conforto para sistemas radiantes de frio e calor
- Energia renovável e Ecológica, a utilização da geotermia reduz a emissão de gases com efeito de estufa
- Alto rendimento: reposta a todas as necessidades energéticas, como aquecimento, arrefecimento, água quente e armazenamento de energia
- Economicamente sustentável: produção local de energia independente de fornecedores externos



Uponor Geo Vertis, captadores geotérmicos verticais ou sonda geotérmica em U. Disponíveis em configuração de U simples ou duplo U, fabricadas em PEX-a resistente a altas temperaturas e resistente à propagação de fissuras.

### Vantagens

- Alta capacidade de extração de energia geotérmica
- Mínimo espaço de terreno requerido.
- Totalmente apto para instalações de frio ativo e geocooling.
- Alta resistência mecânica (PEX-a) e resistente à propagação de fissuras.



## Uponor Geo Vertis sonda PEX-a 2xU

- Sonda dupla.
- PEX-a.
- Pé de sonda duplo com união para lastro.
- Pé de sonda 105 mm.



Código Uponor	Dimensão	dxs mm	Uds. Caixa	PVP/m. ud
<b>1078572</b>	4 x 32x2,9 SDR11	32x2,9	1 MTR	<b>25,00 €</b>

Comprimentos disponíveis para sondas geotérmicas PEX-a duplas: 80, 100, 110, 125 e 150 metros.

## Uponor Geo Vertis sonda PEX-a 1xU

- Sonda simples.
- PEX-a.
- Pé de sonda com união para lastro.
- Pé de sonda 104 mm.



Código Uponor	Dimensão	dxs mm	Uds. Caixa	PVP/m. ud
<b>1078573</b>	2 x 40x3,7 SDR11	40x3,7	1 MTR	<b>18,40 €</b>

Comprimentos disponíveis para sondas geotérmicas PEX-a simples: 100, 110, 125 e 150 metros.

### 6.11 COTAÇÃO – BCG/BCA/C+AC

Cotação das bombas de calor geotérmica ECOFOREST ecoGEO B/C 1-9, da bomba de calor aerotérmica ECOFOREST ecoAIR EVI 3-12, da caldeira de biomassa ECOFOREST VAP 5-20, da unidade exterior de ar condicionado LG MU3R19M21 e da unidade interior LG PC09SQ.NSJ.

## TARIFA '20



domini ambiental

Distribuidors oficials a Catalunya

# ecoAIR EVI 3-12 kW

		3-12_230V	3-12_400V
ecoAIR EVI	Referencia	81002	83002
	Precio	6.360 €	6.760 €
ecoAIR EVI CM	Referencia	81212	83212
	Precio	6.950 €	7.350 €
ecoAIR EVI HK	Referencia	81222	83222
	Precio	7.550 €	7.950 €
ecoAIR EVI HK-EH	Referencia	81232	83232
	Precio	7.790 €	8.190 €
ecoAIR EVI HK-EH-S	Referencia	81242	83242
	Precio	8.250 €	8.650 €



ESPECIFICACIONES ecoAIR EVI 3-12 KW		UDS.	
APLICACIÓN	Lugar instalación <sup>1</sup>	-	Exterior
	Tipo sistema captación <sup>1</sup>	-	Aerotérmico
	ACS en depósito externo	-	✓
	Calefacción	-	✓
	Refrigeración activa integrada	-	✓
PRESTACIONES	Rango modulación compresor	%	20 a 100
	A7W35: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	2,2 a 11,1 / 4,6
	A7W55: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	4,6 a 11,6 / 3,2
	A-7W35: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	3,6 a 8,7 / 3,5
	A-7W55: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	3,6 a 9,4 / 2,5
	A-15W35: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	KW / -	2,3 a 7,3 / 2,9
	A-15W55: Potencia calefacción / COP <sup>2,3</sup>	kW / -	5,2 a 8 / 2,2
	A30W7: Potencia refrigeración / EER <sup>2,3</sup>	KW / -	1,8 a 9 / 4,3
	A40W7: Potencia refrigeración / EER <sup>2,3</sup>	kW / -	2 a 8,6 / 3,2
	Temperatura ACS máxima sin apoyo	°C	63
	Temperatura ACS máxima con apoyo	°C	70
	Nivel emisión sonora máximo <sup>6</sup>	db	57
	LÍMITES DE OPERACIÓN	Etiqueta energética / ηs con control clima medio <sup>3</sup>	-
Rango temperaturas calefacción / Consigna		°C	10 a 63 / 20 a 60
Rango temperaturas refrigeración / Consigna		°C	5 a 35 / 7 a 25
Rango temperatura exterior		°C	-20 a +50
Presión circuito refrigerante mínimo / máximo		bar	2 / 45
FLUIDOS DE TRABAJO	Presión circuito de producción	bar	0,5 a 3
	Carga de refrigerante R410A	kg	2,5
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE / 1,48
DATOS ELÉCTRICOS CONTROL	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Protección externa máxima recomendada	A	C5A
	Fusible circuito primario transformador	A	0,5
	Fusible circuito secundario transformador	A	2,5
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR MONOFÁSICA	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Protección externa máxima recomendada	A	C32A
	Consumo máximo <sup>2</sup> , BOW35	kW/A	2,8 / 12,17
	Consumo máximo <sup>2</sup> , BOW55	kW/A	4,1 / 17,82
	Intensidad arranque <sup>7</sup>	A	5,46
	Corrección de coseno Ø	-	0,96/1
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz <sup>4</sup>	-	✓
	Protección externa máxima recomendada	A	C16A
	Consumo máximo <sup>2</sup> , BOW35	kW/A	2,8 / 4,8
	Consumo máximo <sup>2</sup> , BOW55	kW/A	4,1 / 6,25
	Intensidad arranque <sup>7</sup>	A	1,55
	Corrección de coseno Ø	-	0,96-1
DIMENSIONES Y PESO	Altura x ancho x profundidad	mm	970x1140x475
	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kg	134

1. Unidad monobloc aire-agua de instalación exterior.
2. Conforme a EN 14511, incluyendo el consumo de la bomba de circulación, el ventilador y el driver del compresor.
3. Pendiente de certificación.
4. El rango de tensión admisible para un correcto funcionamiento de la bomba de calor es de  $\pm 10\%$ .
5. El consumo máximo puede variar significativamente con las condiciones de trabajo, o si se limita el rango de operación del compresor. Consulte el manual de servicio técnico para información más detallada.
6. Conforme a EN 12102, incluyendo el kit de aislamiento acústico del compresor.
7. Intensidad de arranque depende de condiciones de trabajo del circuito hidráulico.

# ecoGEO Basic 1-9 kW

		B1 1-9_230V	B1 1-9_400V	B2 1-9_230V	B2 1-9_400V	B3 1-9_230V	B3 1-9_400V	B4 1-9_230V	B4 1-9_400V
ecoGEO	Referencia	21113/1	23113/1	21123/1	23123/1	ND	ND	ND	ND
	Precio	<b>6.890 €</b>	<b>7.130 €</b>	<b>7.490 €</b>	<b>7.730 €</b>	ND	ND	ND	ND
ecoGEO EH	Referencia	21112/1	23112/1	21122/1	23122/1	ND	ND	ND	ND
	Precio	<b>7.090 €</b>	<b>7.330 €</b>	<b>7.690 €</b>	<b>7.930 €</b>	ND	ND	ND	ND
ecoGEO HTR	Referencia	21111/1	23111/1	21121/1	23121/1	21131/1	23131/1	21141/1	23141/1
	Precio	<b>7.290 €</b>	<b>7.530 €</b>	<b>7.890 €</b>	<b>8.130 €</b>	<b>7.990 €</b>	<b>8.230 €</b>	<b>8.550 €</b>	<b>8.790 €</b>
ecoGEO HTR EH	Referencia	21110/1	23110/1	21120/1	23120/1	21130/1	23130/1	21140/1	23140/1
	Precio	<b>7.490 €</b>	<b>7.730 €</b>	<b>8.090 €</b>	<b>8.330 €</b>	<b>8.190 €</b>	<b>8.430 €</b>	<b>8.750 €</b>	<b>8.990 €</b>



EH: modelo con resistencia eléctrica de apoyo HTR: modelo con tecnología HTR ND: modelo no disponible

ESPECIFICACIONES ecoGEO BASIC 1-9 KW		UDS.	B1	B2	B3	B4
APLICACIÓN	Lugar instalación	-	Interior			
	Tipo sistema captación <sup>1</sup>	-	Geotérmico / Aerotérmico / Híbrido			
	Calefacción	-	✓	✓	✓	✓
	Posibilidad de sistema recuperación alta temp. HTR	-	✓	✓	✓ de serie	✓ de serie
	Refrigeración activa integrada	-	-	-	✓	✓
	Refrigeración pasiva integrada	-	-	✓	-	✓
PRESTACIONES	Rango modulación compresor	%	20 a 100			
	Potencia calefacción <sup>2</sup> , B0W35	kW	1,3 a 11			
	COP <sup>2</sup> , B0W35	-	4,5			
	Potencia refrigeración activa <sup>2</sup> , B35W7	kW	-	1,4 a 11		
	EER <sup>2</sup> , B35W7	-	-	5,2		
	Temperatura ACS máxima sin apoyo	°C	63			
	Temperatura ACS máxima con apoyo <sup>5</sup>	°C	70			
	Nivel emisión sonora <sup>6</sup>	db	33 a 44			
LÍMITES DE OPERACIÓN	Etiqueta energética / ηs con control clima medio	-	A+++ / 195%			
	Rango temperaturas calefacción / Consigna	°C	10 a 60 / 20 a 60			
	Rango temperaturas refrigeración / Consigna	°C	4 a 35 / 7 a 25			
	Rango temperaturas captación calefacción	°C	-25 a +35			
	Rango temperaturas disipación refrigeración	°C	10 a 60			
	Presión circuito refrigerante mínimo / máximo	bar	2 / 45			
	Presión circuito de producción / precarga	bar	0,5 a 3 / 1,5			
	Presión circuito de captación / precarga	bar	0,5 a 3 / 0,7			
	Presión máxima acumulador ACS	bar	-			
FLUIDOS DE TRABAJO	Carga de refrigerante R410A	kg	0,75 (sin HTR) / 0,85 (con HTR)		1	
	Tipo de aceite del compresor/carga de aceite	kg	POE / 0,74			
DATOS ELÉCTRICOS CONTROL	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Protección externa máxima recomendada <sup>9</sup>	A	C10A			
	Fusible circuito primario transformador	A	0,5A			
	Fusible circuito secundario transformador	A	2,5			
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR MONOFÁSICA	1/N/PE 230 V / 50-60 Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Protección externa máxima recomendada <sup>9</sup>	A	C25A			
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W35	kW/A	2,7 / 11,8			
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W55	kW/A	3,8 / 16,5			
	Intensidad arranque mínima/máxima <sup>7</sup>	A	2,8 / 5,8			
	Corrección de coseno Ø	-	0,96/1			
DATOS ELÉCTRICOS BOMBA DE CALOR TRIFÁSICA	3/N/PE 400 V / 50-60Hz <sup>8</sup>	-	✓			
	Protección externa máxima recomendada <sup>9</sup>	A	C10A			
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W35	kW/A	2,7 / 4			
	Consumo máximo <sup>2</sup> , B0W55	kW/A	3,8 / 5,5			
	Intensidad arranque mínima/máxima <sup>7</sup>	A	0,9 / 1,9			
	Corrección de coseno Ø	-	0,96-1			
DIMENSIONES Y PESO	Altura x ancho x profundidad	mm	1060x600x710			
	Peso en vacío (sin ensamblaje)	kg	184	192	184	192

- Sustituyendo o combinando el captador geotérmico por una o varias unidades aerotérmicas ecoGEO AU12. Consulte el manual de las unidades aerotérmicas ecoGEO AU12 para información más detallada.
- Conforme a EN 14511, incluyendo el consumo de bombas de circulación y driver del compresor.
- Considerando caudales en los circuitos de captación y producción de 1700 l/h.
- Considerando un calentamiento desde 20 a 50 °C en ausencia de consumos.
- Considerando un apoyo con la resistencia eléctrica de emergencia o con el sistema HTR. La temperatura máxima de ACS con el sistema HTR puede estar limitada por la temperatura de descarga del compresor.
- Conforme a EN 12102, incluyendo el kit de aislamiento acústico del compresor.
- Intensidad de arranque depende de condiciones de trabajo de los circuitos hidráulicos.
- El rango de tensión admisible para un correcto funcionamiento de la bomba de calor es de ±10%.
- El consumo máximo puede variar significativamente con las condiciones de trabajo, o si se limita el rango de operación del compresor. Consulte el manual de servicio técnico para información más detallada.
- Pendiente de certificación.

# CALDERAS DE PELLETS GAMA VAP



## VAP 5-20

4.399,00€

### Características técnicas:

Potencia: 20 kW  
 Rendimiento: 90,4 %  
 Tolva: 67 Kg  
 Consumo: 1,1-4,4 kg/h  
 Autonomía: 62-15 h  
 Dimensiones: 717x999x1522 mm  
 Peso: 253 Kg  
 Diámetro salida de gases: 100 mm  
 EEI= 131  
 Clase: 5 (UNE-EN303-5:2013)

### Incluye:

Regulación automática del aire de combustión, aporte de combustible y caudal bomba recirculadora.  
 Regulación por software de la temperatura de ida y el retorno sin válvula anti condensación.  
 Control de depósito de ACS, inercia y Tolvas .  
 Electrónica exclusiva ECOFOREST.  
 Gestión vía wifi e internet.  
 Control y programación por temperatura ambiente o por potencia.  
 Múltiples sistemas de seguridad.  
 Limpieza automática del intercambiador, cestillo y compactado de cenizas.  
 Cajón cenicero externo y extraíble.  
 Hogar con cerámica.  
 Cestillo de acero inoxidable.  
 Incluye bomba recirc. ,vaso de expansión y válvula de seguridad.



## VAP 24

4.675,00€

### Características técnicas:

Potencia: 23,6 kW  
 Rendimiento: 92,6 %  
 Tolva: 54 Kg  
 Consumo: 1,4-5,1 kg/h  
 Autonomía: 39-11 h  
 Dimensiones: 880x883x1522 mm  
 Peso: 250 Kg  
 Diámetro salida de gases: 100 mm  
 EEI= 132  
 Clase: 5 (UNE-EN303-5:2013)

### Incluye:

Regulación automática del aire de combustión, aporte de combustible y caudal bomba recirculadora.  
 Regulación por software de la temperatura de ida y el retorno sin válvula anti condensación.  
 Control de depósito de ACS, inercia y Tolvas .  
 Electrónica exclusiva ECOFOREST.  
 Gestión vía wifi e internet.  
 Control y programación por temperatura ambiente o por potencia.  
 Múltiples sistemas de seguridad.  
 Limpieza automática del intercambiador, cestillo y compactado de cenizas.  
 Cajón cenicero externo y extraíble.  
 Hogar con cerámica.  
 Cestillo de acero inoxidable.  
 Incluye bomba recirc. ,vaso de expansión y válvula de seguridad.



## VAP 30

6.795,00€

### Características técnicas:

Potencia: 30,2 kW  
 Rendimiento: 90,2 %  
 Tolva: 132 Kg  
 Consumo: 1,8-6,7 kg/h  
 Autonomía: 74-20 h  
 Dimensiones: 1154x1104x1502 mm  
 Peso: 430 Kg  
 Diámetro salida de gases: 100 mm  
 EEI= 126  
 Clase: 5 (UNE-EN303-5:2013)

### Incluye:

Regulación automática del aire de combustión, aporte de combustible y caudal bomba recirculadora.  
 Regulación por software de la temperatura de ida y el retorno sin válvula anti condensación.  
 Control de depósito de ACS, inercia y Tolvas.  
 Electrónica exclusiva ECOFOREST.  
 Gestión vía wifi e internet.  
 Control y programación por temperatura ambiente o por potencia.  
 Múltiples sistemas de seguridad.  
 Limpieza automática del intercambiador, cestillo y compactado de cenizas.  
 Cajón cenicero externo y extraíble.  
 Hogar con cerámica.  
 Cestillo de acero inoxidable.  
 Incluye bomba recirc. ,vaso de expansión y válvula de seguridad.  
 Posibilidad de desmontar la tolva para instalación.



## VAP 100

17.950,00€

### Características técnicas:

Potencia: 100 kW  
 Rendimiento: 91 %  
 Tolva: Externa obligatoria.  
 Consumo: 8410 - 21026 g/h  
 Autonomía: Según tolva externa  
 Dimensiones: 1547x1369x2200 mm  
 Peso: 750 Kg  
 Diámetro salida de gases: 200 mm  
 EEI= 132

### Incluye:

Regulación automática del aire de combustión, aporte de combustible y caudal bomba recirculadora.  
 Regulación por software de la temperatura de ida y el retorno sin válvula anti condensación.  
 Control de depósito de ACS, inercia y Tolvas .  
 Electrónica exclusiva ECOFOREST.  
 Gestión vía wifi e internet.  
 Control y programación por temperatura ambiente o por potencia.  
 Múltiples sistemas de seguridad.  
 Limpieza automática del intercambiador, cestillo y compactado de cenizas.  
 Cajón cenicero externo y extraíble.  
 Hogar con cerámica.  
 Cestillo de acero inoxidable.  
 Incluye válvula de seguridad.  
 Posibilidad de desmontaje para instalación.

TABELA DE PREÇOS AC 2020

## SISTEMAS MULTI - TUBAGEM DIRECTA

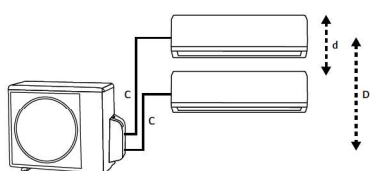


Modelo	Capacidade Arref. / Aquec. [kW]	Capacidade de Combinação (Mín-Máx)[Btu]	Nº Máximo Unidades Interiores	Dimensões LxAxP [mm]	Nível de Ruído Mínimo dB[A]	Diâmetro de Tubagem (Liq.,Gás) [pol.] - [mm] xNo	Classificação Energética SEER/SCOP		Preço Total s/IVA
MU2R15.UL0	4.1 / 4.7	7000-21000	2	770x545x288	48	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x2	8.5 / 4.2	A+++ / A+	970 €
MU2R17.UL0	4.7 / 5.3	7000-24000	2	770x545x288	48	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x2	7.8 / 4.2	A++ / A+	1095 €
MU3R19.U21	5.3 / 6.3	7000-30000	3	870x650x330	48	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x3	8.5 / 4.4	A+++ / A+	1235 €
MU3R21.U21	6.2 / 7	9000-33000	3	870x650x330	49	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x3	8.5 / 4.4	A+++ / A+	1540 €
MU4R25.U21	7 / 8.1	12000-39000	4	870x650x330	50	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x4	8 / 4.4	A++ / A+	1950 €
MU4R27.U40	7.9 / 9.1	12000-41000	4	950x834x330	50	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x4	8 / 4.2	A++ / A+	2130 €
MU5R30.U40	8.8 / 10.1	12000-48000	5	950x834x330	50	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x5	8.2 / 4.2	A++ / A+	2395 €
MU5M40.U44 (R410A)	11.2 / 12.5	16000-52000	5	950x834x330	53	[1/4; 3/8] - [6,35; 9,52] x5	7.1 / 4	A++ / A+	3270 €

Novos Modelos - Disponibilidade prevista: Maio  
 MUSM40 - Funciona com o Fluido refrigerante R410a

Especificações Técnicas

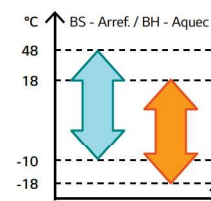
Comprimento de Tubagem



(m)	MU2R15 MU2R17	MU3R19 MU3R21	MU4R25 MU4R27	MU5R30	MU5M40
Comprimento Total (a)	30	50	70	75	85
Comprimento máx. por tubagem (C)	20	25	25	25	25
Desnível máx.	Interior - Exterior (D)	15	15	15	15
	Interior - Interior (d)	7.5	7.5	7.5	7.5
Carga Adicional (*) [g/m]	20	20	20	20	20

(\*) - Carga de fluido refrigerante além dos 7,5m

Temperatura de Funcionamento



## SISTEMAS MULTI - COM CAIXA DE DISTRIBUIÇÃO



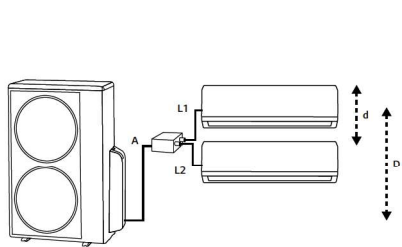
Modelo	Capacidade Arref. / Aquec. [kW]	Capacidade de Combinação (Mín-Máx)[Btu]	Nº Máximo Unidades Interiores	Dimensões LxAxP [mm]	Nível de Ruído Mínimo dB[A]	Diâmetro de Tubagem (Liq.,Gás) [pol.] - [mm]	Classificação Energética SEER/SCOP (a)		Preço Total s/IVA
FM40AH.U34	12,3/ 13,5	16000-52000	7	950x1380x330	51	[3/8;3/4] - [9.52;19.05]	7,4 / 4,2	A++ / A+	3850 €
FM48AH.U34	14,1 / 16,0	19000-63000	8	950x1380x330	53	[3/8;3/4] - [9.52;19.05]	7,2 / 4,2	A++ / A+	4300 €
FM56AH.U34	15,5 / 17,4	23000-73000	9	950x1380x330	53	[3/8;3/4] - [9.52;19.05]	6,9 / 4,2	A++ / A+	4750 €
FM41AH.U34	12,3 / 13,5	16000-54000	7	950x1380x330	51	[3/8;3/4] - [9.52;19.05]	7,4 / 4,2	A++ / A+	4300 €
FM49AH.U34	14,0 / 16,0	19000-63000	8	950x1380x330	53	[3/8;3/4] - [9.52;19.05]	7,2 / 4,2	A++ / A+	4600 €

Obrigatorio a instalação de no mínimo 1 caixa de distribuição para funcionamento com as unidades FM40AH, FM48AH, FM56AH, FM41AH e FM49AH  
 Novos Modelos - Disponibilidade prevista: Maio

(a) Valores > 12.5 considerar EER/COP

Especificações Técnicas

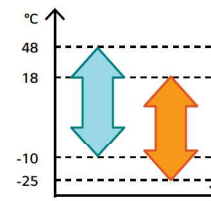
Comprimento de Tubagem



Sistemas com caixas de Distribuição

(m)	FM40AH	FM41AH	FM48AH FM49AH	FM56AH
Comprimento Total (A+L1+L2)	125	125	135	145
Ramal Principal (A)	55	55	55	55
Total Ramais Secundários (L1+L2)	70	70	80	90
Cada Ramal Secundário (L1, L2,...)	15	15	15	15
Desnível Máx.	Interior - Exterior (D)	30	30	30
	Interior - Interior (d)	15	15	15
Carga Adicional (*) [g/m]	20	20	20	20

Temperatura de Funcionamento



## CAIXAS DE DISTRIBUIÇÃO

Modelo	Descrição	Dimensões LxAxP [mm]	Preço Total s/IVA
PMBD3620.ENCXLEU	Caixa de Distribuição 2 Saídas (1-2 un. Interiores)	302x143x252	285 €
PMBD3630.ENCXLEU	Caixa de Distribuição 3 Saídas (1-3 un. Interiores)	302x143x252	360 €
PMBD3640.ENCXLEU	Caixa de Distribuição 4 Saídas (1-4 un. Interiores)	302x143x252	435 €



## DERIVAÇÕES

Modelo	Descrição	Dimensões LxAxP [mm]	Preço Total s/IVA
PMBL5620.ENCXLEU	Derivação para utilizar com 2 Caixas de Distribuição	-	120 €
PMBL1203F0.ENCXLEU	Derivação para utilizar com 3 Caixas de Distribuição (apenas FM56AH)	-	200 €

SISTEMAS MULTI - UNIDADES INTERIORES



(a)



(a)



(a)



(a)



(a)



(BC)

(a)



(BC)

(b)



(BC)

(b)



(b)

Modelo	Capacidade de Arref. / Aquec. [kW/Btu]	Dimensões LxAxP [mm]	Nível de Ruído Mínimo dB[A]	Diâmetro de Tubagem (Liq.;Gás) [pol.] - [mm]	Preço Unid. s/IVA	Preço Total s/IVA
<b>AIR PURIFIER</b>						
AP09RTNSJ	2.5 / 3.3	857x348x189	21	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		400 €
AP12RTNSJ	3.5 / 4	857x348x189	21	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		460 €
<b>STANDARD PLUS</b>						
PM05SPNSJ	1.5 / 1.6	837x308x189	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		305 €
PM07SPNSJ	2.1 / 2.3	837x308x189	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		315 €
PC09SQNSJ	2.5 / 3.2	837x308x189	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		315 €
PC12SQNSJ	3.5 / 3.8	837x308x189	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		330 €
PM15SPNSJ	4.2 / 5.4	837x308x189	29	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		420 €
PC18SQNSK	5 / 5.8	998x345x210	35	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]		430 €
PC24SQNSK	6.6 / 7.5	998x345x210	36	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]		565 €
<b>DELUXE</b>						
DM07RPNSJ	2.1 / 2.3	837x308x189	26	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		370 €
DC09RTNSJ	2.5 / 3.2	837x308x189	19	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		370 €
DC12RTNSJ	3.5 / 4	837x308x189	19	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		385 €
DC18RQNSK	5 / 5.8	998x345x210	31	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]		550 €
DC24RQNSK	6.6 / 7.5	998x345x210	31	[1/4;5/8] - [6.35;15.88]		650 €
<b>ART COOL</b>						
AM07BPNSJ	2.1 / 2.3	837x308x192	26	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		535 €
AC09BQNSJ	2.5 / 3.2	837x308x192	19	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		535 €
AC12BQNSJ	3.5 / 3.8	837x308x192	19	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		570 €
AC18BQNSK	5 / 5.8	998x345x212	31	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]		650 €
<b>ART COOL GALLERY</b>						
MA09R.NF1	2.6 / 2.9	600x600x145	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		565 €
MA12R.NF1	3.5 / 3.9	600x600x145	32	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]		670 €
<b>CASSETES 1/1VA</b>						
MT09R.NU1	2,6 / 2,9	860x132x450	32	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	615 €	745 €
PT-UUC1.ENCXLEU		1100x34x500			130 €	
MT11R.NU1	3,5 / 3,9	860x132x450	33	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	715 €	845 €
PT-UUC1.ENCXLEU		1100x34x500			130 €	
<b>CST 4 VIAS</b>						
CT09FNRO	2,6 / 2,9	570x214x570	30	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	525 €	760 €
PT-QAGWO.ENCXCOM		620x34x620			135 €	
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CT12FNRO	3,5 / 3,9	570x214x570	32	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	665 €	900 €
PT-QAGWO.ENCXCOM		620x34x620			135 €	
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CT18FNQO	5,3 / 5,8	570x256x570	36	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]	750 €	985 €
PT-QAGWO.ENCXCOM		620x34x620			135 €	
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CT24FNBO	6,7 / 7,5	840x204x840	34	[3/8;5/8] - [9.52;15.88]	835 €	1090 €
PT-AAGWO.ENCXCOM		950x35x950			155 €	
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
<b>CONDUTAS BAIXA</b>						
CL09FN50	2,6 / 2,9	900x190x460	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	500 €	600 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CL12FN50	3,5 / 3,9	900x190x460	27	[1/4;3/8] - [6.35;9.52]	550 €	650 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CL18FN60	5,3 / 5,8	1100x190x460	31	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]	680 €	780 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CL24FN30	7 / 7,7	1100x190x700	32	[3/8;5/8] - [9.52;15.88]	735 €	835 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
<b>CONDUTAS ALTA</b>						
CM18FN10	5,3 / 5,8	900x270x700	30	[1/4;1/2] - [6.35;12.7]	715 €	815 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	
CM24FN10	7 / 7,7	900x270x700	32	[3/8;5/8] - [9.52;15.88]	815 €	915 €
PREMTB001.ENCXCOM		120x120x16			100 €	

(a) - Comando Incluído com a unidade interior

(b) - Comando por Cabo PREMTB001.ENCXCOM Opcional (a adicionar ao PVPR da unidade interior). Poderá ser substituído pelo comando por infravermelhos PQWRHQFDB.ENCXLEU (Ver PVPR na página de Acessórios) - No caso de unidades tipo conduta deverá ter o Comando por cabo, dado que o receptor de infravermelhos está neste controlador.

BC - Bomba de Condensados incluída

Novos Modelos - Disponibilidade prevista: Maio