



## Reabilitação do condomínio Camões 475 - Acompanhamento de obra e estudo térmico

JORGE MARCELO NUNES FERREIRA

novembro de 2017

**REABILITAÇÃO DO CONDOMÍNIO CAMÕES 475**  
**ACOMPANHAMENTO DE OBRA E ESTUDO TÉRMICO**

JORGE MARCELO NUNES FERREIRA

Relatório de Estágio submetida(o) para satisfação parcial dos requisitos do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES**

Orientador: Professora Eunice Maria Vilaverde Fontão

Supervisor: Eng. Severino Ponte

**OUTUBRO DE 2017**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas .....	xxiii
1 Introdução.....	1
2 Apresentação da empresa .....	5
3 Relatório de tarefas executadas .....	9
4 Reabilitação e estudo térmico da obra camões 475.....	25
5 Considerações finais.....	83
Referências Bibliográficas .....	87
Anexos .....	89



## RESUMO

O presente relatório tem como objetivo principal descrever o trabalho realizado ao longo do estágio curricular realizado na empresa Construções Vila Maior, onde foram acompanhadas algumas obras de reabilitação.

As diversas tarefas desenvolvidas no decorrer do estágio, foram na qualidade de adjunto do diretor de obra e relacionadas com o acompanhamento de obra, medição e orçamentação e controlo de custos e recursos como a mão de obra de empresas externas (subempreiteiros).

Em paralelo com as tarefas desempenhadas na empresa, foi desenvolvido o estudo do comportamento térmico de uma das obras acompanhadas. A obra em questão é a reabilitação do condomínio Camões 475, composta por dois edifícios multifamiliares e espaços exteriores. A reabilitação passa a comportar 16 frações.

O edifício principal contém sete frações, está dividido em quatro pisos (rés do chão, 1º andar, 2º andar e vão do telhado) e tem uma área de implantação de 210 m<sup>2</sup>, enquanto que o edifício secundário é constituído pelas restantes 9 frações, está dividido em três pisos (rés do chão, 1º andar e vão do telhado) com uma área de implantação de 188 m<sup>2</sup>. A área total de construção dos dois edifícios é de 1151 m<sup>2</sup>.

O estudo térmico desenvolvido, tem como objetivo obter a classe energética de cada uma das sete frações existentes no edifício principal do condomínio, com as soluções construtivas definidas em projeto e implementadas em obra e propor medidas de melhoria, tendo em conta os custos associados a aplicação dessas medidas.

Com a aplicação de uma proposta de melhoria estudada, a mais eficiente, é possível melhorar a classe energética de cinco das sete frações existentes no edifício, sendo que a melhor classe energética obtida é a classe B-.

**Palavras-chave:** Estágio, Construções Vila Maior, Reabilitação, Estudo térmico



## **ABSTRACT**

The present report has the main objective of describing the work elaborated during the curricular internship realized in the company Construções Vila Maior, where some rehabilitation work was accompanied.

The diverse tasks developed within the internship were in the quality of adjunct of the construction's manager and were related with the follow-up of the construction, measurement and budgeting and with the control of costs and resources like the handwork of external companies (subcontractors).

In parallel with the work developed in the company, it was elaborated a study of the thermal behavior of one of the accompanied constructions. The project in question was the rehabilitation of Camões 475 condominium, with two multifamiliar buildings and exterior spaces. The rehabilitation will now have 16 fractions.

The main building contains seven fractions, divided by four floors (ground floor, 1st floor, 2nd floor and roof loft) and has an implementation area of 210 m<sup>2</sup>, while the secondary building is constituted by other nine fractions, divided in three floors (ground floor, 1st floor and roof loft) and with an implementation area of 188 m<sup>2</sup>. The construction's total area of the two buildings is 1151 m<sup>2</sup>.

The thermal study elaborated has as an objective to obtain the energetic classification of each one of the seven principal fractions existing in the main building of the condominium, with the constructive solutions defined in the project and implemented during the construction and the proposal of improvement measures, considering the associated costs to the application of these measures.

With the application of the most effective studied improvement proposition, it is possible to upgrade the energetic class of five out of the seven fractions existing in the building, being the best energetic class obtained the B-.

**Keywords:** Internship, Construções Vila Maior , Rehabilitation, Thermal study



## **AGRADECIMENTOS**

Manifesto em primeiro lugar a minha gratidão à Professora Eunice Vilaverde Fontão pela a orientação, disponibilidade e conhecimento transmitido ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Ao Eng. Severino Ponte e ao Sr. Ângelo Marques pela oportunidade que me deram de estagiar na sua empresa. A todos os elementos da empresa pelo excelente acolhimento e por todos os conhecimentos transmitidos no decorrer do estágio.

Um especial agradecimento aos meus pais e restante família mais próxima pelo constante apoio e motivação, fundamental ao longo deste percurso.

Aos amigos por estarem sempre presentes.



# ÍNDICE DE TEXTO

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Texto .....	xi
Índice de Figuras.....	xv
Índice de Tabelas.....	xix
Glossário.....	xxi
Abreviaturas .....	xxiii
1 Introdução.....	1
1.1 Considerações Iniciais.....	1
1.2 Objetivos do relatório.....	2
1.3 Estrutura do relatório de estágio.....	2
2 Apresentação da empresa .....	5
2.1 Empresa de acolhimento .....	5
3 Relatório de tarefas executadas .....	9
3.1 Introdução.....	9
3.2 Acompanhamento de obra .....	9
3.3 Higiene e segurança no trabalho .....	10
3.4 Medição e orçamentação .....	11
3.5 Gestão de obra.....	12

3.5.1	Contratos a subempreiteiros .....	13
3.5.2	Planeamento de obras.....	14
3.5.3	Controlo de custos em fase de obra .....	15
3.5.4	Mapa de custos comparativos.....	16
3.5.5	Trabalho extra.....	16
3.5.6	Autos de medição a subempreiteiros.....	17
3.5.7	Atas de reuniões mensais .....	18
3.5.8	Pedidos de licença para ocupação de via pública.....	19
3.6	Organização do estaleiro .....	22
3.7	Síntese.....	23
4	Reabilitação e estudo térmico da obra camões 475.....	25
4.1	Enquadramento .....	25
4.1.1	Reabilitação de edifícios .....	25
4.1.2	Reabilitação na cidade do Porto .....	28
4.1.3	Reabilitação energética .....	31
4.2	Apresentação da obra em estudo.....	33
4.2.1	Reabilitação do edifício principal.....	35
4.2.2	Reabilitação do edifício secundário.....	45
4.2.3	Reabilitação do espaço exterior .....	55
4.3	Estudo térmico do edifício principal .....	58
4.3.1	Localização .....	58
4.3.2	Parâmetros climáticos .....	59
4.3.3	Inércia térmica.....	59
4.3.4	Ventilação .....	60
4.3.5	Soluções construtivas aplicadas em obra .....	61
4.3.6	Sistema de produção de águas quentes sanitárias (AQS) .....	64
4.3.7	Verificação do cumprimento dos limites das necessidades energéticas .....	65

4.3.8	Determinação da classe energética.....	70
4.4	Medidas de melhoria .....	71
4.4.1	Ventilação.....	71
4.4.2	Envolvente do edifício .....	72
5	Considerações finais.....	83
5.1	Conclusão.....	83
5.2	Desenvolvimento Futuro .....	85
	Referências Bibliográficas .....	87
	Anexos.....	89
	Anexo I – Plantas, cortes e alçados do edifício principal após intervenção (escala 1:100).....	91
	Anexo II – Cálculo de parâmetros climáticos.....	103
	Anexo III – Folhas de cálculo da inércia térmica.....	105
	Anexo IV – Folhas de cálculo de ventilação .....	135
	Anexo V - Cálculo de coeficientes de transmissão térmica .....	145
	Anexo VI – Cálculo de fatores solares.....	147
	Anexo VII – Cálculo da energia útil para a preparação de águas quentes sanitárias .....	149
	Anexo VIII – Cálculo das necessidades nominais de aquecimento.....	151
	Anexo IX – Cálculo das necessidades nominais de arrefecimento .....	153
	Anexo X – Cálculo das necessidades de energia primária .....	155
	Anexo XI – Folhas de calculo REH .....	157



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Logotipo da empresa .....	5
Figura 2.2 – Organograma funcional da CVM .....	6
Figura 2.3 – Exemplo de obras em promoção por parte da CVM .....	7
Figura 3.1 – Exemplo de um registo fotográfico .....	10
Figura 3.2 – EPI de carácter obrigatórios no interior da obra.....	10
Figura 3.3 - Folha de cálculo para orçamentação da arte de trolha .....	11
Figura 3.4 – Equipamentos de medição (laser e fita métrica) .....	12
Figura 3.5 – Contrato de subempreitada .....	14
Figura 3.6 – Plano de trabalhos.....	14
Figura 3.7 – Excerto de uma folha de obra .....	15
Figura 3.8 – Excerto de um mapa comparativo de carpintaria .....	16
Figura 3.9 – Folha de cálculo para uma mais valia .....	17
Figura 3.10 – Auto de medição a um subempreiteiro.....	18
Figura 3.11 – Cabeçalho de uma ata de reunião.....	19
Figura 3.12 – Vedação do estaleiro e passadiço .....	20
Figura 3.13 – Espaço previsto para posicionamento da grua .....	21
Figura 3.14 – Local do estaleiro.....	21
Figura 3.15 – Excerto da planta de estaleiro.....	23
Figura 4.1 – Características do edifício de tipo construtivo tradicional e os seus constituintes .....	28
Figura 4.2 – Número de requerimentos pedidos entre o ano 2006 a 2016.....	28
Figura 4.3 – Número de processos pedidos para reabilitação entre o ano 2006 a 2016 .....	29
Figura 4.4 – Destino dos edifícios a reabilitar .....	29

Figura 4.5 – Número de alvarás de utilização emitidos entre o ano 2006 a 2016 .....	30
Figura 4.6 – Localização do empreendimento .....	34
Figura 4.7 – Planta geral da obra Camões 475 .....	35
Figura 4.8 – Teto em gesso degradado.....	36
Figura 4.9 – Fachada do edifício em azulejo .....	37
Figura 4.10 – Antes e o depois da intervenção nas cantarias .....	37
Figura 4.11 – Construção do pátio na fração B .....	38
Figura 4.12 – Planta de vermelhos e amarelos do R/C.....	39
Figura 4.13 – Aplicação de forra em parede existente.....	40
Figura 4.14 – Planta de vermelhos e amarelos do 1º andar .....	41
Figura 4.15 – Execução da parede na fração F .....	43
Figura 4.16 – Planta de vermelhos e amarelos do 2º andar .....	43
Figura 4.17 – Planta de vermelhos e amarelos do vão do telhado .....	44
Figura 4.18 – Planta da fração P antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção .....	46
Figura 4.19 – Planta da fração Q antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção.....	47
Figura 4.20 – Planta da fração N antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção.....	48
Figura 4.21 – Planta da fração O antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção.....	49
Figura 4.22 – Planta da fração M antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção .....	50
Figura 4.23 – Planta da fração M antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção .....	51
Figura 4.24 – Planta da fração I antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção .....	53
Figura 4.25 – Planta da fração J antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção .....	54
Figura 4.26 – Planta da fração H antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção.....	55
Figura 4.27 – Vista aérea do espaço exterior do condomínio.....	56
Figura 4.28 – Planta dos arranjos exteriores.....	56
Figura 4.29 – Acesso pedonal do edifício secundário .....	57
Figura 4.30 – Orientação das fachadas do edifício.....	58
Figura 4.31 – Intervalos de valor de RNt para a determinação da classe energética em habitação.....	70

Figura 4.32 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 1.....	74
Figura 4.33 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 2.....	75
Figura 4.34 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 3.....	76
Figura 4.35 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 4.....	78
Figura 4.36 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 5.....	79
Figura 4.37 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 6.....	81
Figura 4.38 – Gráfico comparativo do $R_{Nt}$ para a proposta de melhoria 7.....	82



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 4.1 – Vantagens e desvantagens do sistema ETICS .....	33
Tabela 4.2 – Áreas do condomínio .....	34
Tabela 4.3 – Áreas das frações A e B.....	39
Tabela 4.4 – Áreas das frações C, D e E.....	41
Tabela 4.5 – Áreas das frações F e G.....	43
Tabela 4.6 – Áreas das frações F e G (vão do telhado) .....	45
Tabela 4.7 – Áreas da fração P .....	46
Tabela 4.8 – Áreas da fração Q.....	47
Tabela 4.9 – Áreas da fração N.....	48
Tabela 4.10 – Áreas da fração O.....	49
Tabela 4.11 – Áreas da fração M.....	51
Tabela 4.12 – Áreas da fração L.....	52
Tabela 4.13 – Áreas da fração I .....	53
Tabela 4.14 – Áreas da fração J.....	54
Tabela 4.15 – Áreas da fração H.....	55
Tabela 4.16 – Áreas do espaço exterior .....	57
Tabela 4.17 – Parâmetros climáticos e zonas climáticas .....	59
Tabela 4.18 – Resultados obtidos para a Inércia térmica .....	59
Tabela 4.19 – RPH estimado.....	60
Tabela 4.20 – Coeficientes de transmissão térmica (U).....	61
Tabela 4.21 – Fatores solares e $U_w$ dos envidraçados verticais .....	63
Tabela 4.22 – Fatores solares e $U_w$ dos envidraçados horizontais.....	64

Tabela 4.23 – Resultados obtidos para o consumo médio diário de referencia ( $M_{AQS}$ ) .....	64
Tabela 4.24 – Resultados obtidos para $Q_a$ .....	65
Tabela 4.25 – Resultados obtidos para o $Q_{TR,I}$ .....	66
Tabela 4.26 – Resultados obtidos para o $Q_{VE,I}$ .....	66
Tabela 4.27 – Resultados obtidos para o $Q_{GU,J}$ .....	66
Tabela 4.28 – Resultados obtidos para o $N_{IC}$ .....	67
Tabela 4.29 – Resultados obtidos para o $\eta_v$ .....	68
Tabela 4.30 – Resultados obtidos para o $Q_{G,V}$ .....	68
Tabela 4.31 – Resultados obtidos para o $N_{VC}$ .....	68
Tabela 4.32 – Resultados obtidos para o $N_{TC}$ .....	69
Tabela 4.33 – Classe energética das frações .....	70
Tabela 4.34 – Resultados obtidos para melhoria da ventilação.....	71
Tabela 4.35 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 1 .....	73
Tabela 4.36 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 2 .....	74
Tabela 4.37 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 3 .....	76
Tabela 4.38 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 4 .....	77
Tabela 4.39 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 5 .....	79
Tabela 4.40 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 6 .....	80
Tabela 4.41 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 7 .....	81

## GLOSSÁRIO

$A_{env}$  – Soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento ( $m^2$ )

$A_{pav}$  – Área de pavimento do compartimento servido pelo(s) vão(s) envidraçado(s) ( $m^2$ )

$b_{tr}$  – Coeficiente de redução de perdas

$g^T$  – Fator solar do vão envidraçado

$g^T_{máx}$  – Fator solar do vão envidraçado máximo admissível

$g^{Tvc}$  – Fator solar do vão envidraçado com vidro e dispositivo de proteção totalmente ativo

$g_{\perp,vi}$  – Fator solar do vidro

GD – Número de graus-dias, na base de  $18\text{ }^\circ\text{C}$ , correspondente à estação convencional de aquecimento

$L_v$  – Duração da estação de arrefecimento

$M$  – Duração da estação de aquecimento

$R_{si}$  – Resistência térmica superficial interior ( $m^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ )

$R_{se}$  – Resistência térmica superficial exterior ( $m^2 \cdot ^\circ\text{C}/\text{W}$ )

$U$  – Coeficiente de transmissão térmica

$U_{máx}$  – Coeficiente de transmissão térmica máximo admissível

$U_w$  – Coeficiente de transmissão térmica da janela

$\Theta_{ext}$  – Temperatura média exterior



## ABREVIATURAS

AQS – Águas Quentes Sanitárias

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar-Condicionado

AQS – Águas quentes sanitárias

CHC – Comunicação horizontal comum

CMP – Camara Municipal do Porto

CVM – Construções Vila Maior

CO<sub>2</sub> – Dióxido de carbono

EPI – Equipamento de proteção individual

EN – Norma europeia

ETICS – Isolamento térmico pelo exterior (*External Thermal Insulation Composite Systems*)

EPS – poliestireno expandido (Expanded PolyStyrene)

OSB – Aglomerado de partículas de madeira longas e orientadas (Oriented Strand Board)

R/C – Rés-do-chão

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

TE – Trabalho extra

XPS – Poliestireno extrudido (Extruded PolyStyrene)



# **1 INTRODUÇÃO**

## **1.1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

O presente relatório de estágio curricular surge no âmbito da unidade curricular de dissertação, projeto ou estágio (DIPRE), com o intuito de concluir o mestrado em Engenharia Civil no Instituto Superior de Engenharia do Porto (ISEP).

Este estágio foi realizado na empresa Construções Vila Maior (CVM), situada em Vila Nova de Gaia, sob a orientação da Professora Eunice Vilaverde Fontão e a supervisão do Eng. Severino Ponte. O estágio consistiu no acompanhamento dos trabalhos de algumas das obras de reabilitação realizadas pela empresa, em simultâneo com o desenvolvimento de um estudo referente a uma das obras acompanhadas.

No decorrer do estágio foram desempenhadas diversas funções de adjunto do diretor de obra, realizando algumas tarefas relacionadas com a direção de obra.

O estudo realizado focou-se na eficiência energética de um edifício em reabilitação, uma vez que este é um tema atual e central na Europa e no mundo, devido a crise económica que este atravessa, uma vez que o aumento da eficiência energética do edifício e a consequente redução dos custos de exploração dos mesmos, exige por si mesma uma necessidade de aplicação de medidas que conduzam a melhoria dos edifícios.

Tendo em conta que com a evolução dos tempos, o ser humano passa grande parte do seu dia-a-dia dentro de edificações, torna-se importante garantir que os edifícios projetados e construídos ou reabilitados ofereçam níveis de conforto adequados aos seus utilizadores.

Quando as condições de conforto no interior do edifício não são as desejadas, os utilizadores com o intuito de procurar melhorar essas condições, recorrem por vezes a equipamentos de climatização e ventilação tais como, aquecedores, ventiladores e radiadores que permitem colmatar essa lacuna tentando assim melhorar e facilitar o seu bem-estar. No entanto, com o recurso a este tipo de equipamentos, para atingir o nível de conforto desejado, o consumo de energia aumentará significativamente. Assim, torna-se fundamental arranjar soluções que diminuam o consumo de energia sem que seja necessário abdicar do conforto pretendido.

Uma das soluções para este problema será tornar o edifício eficiente, ou seja, construir ou reabilitar o edifício com elementos construtivos que sejam bons isolantes térmicos, nos elementos opacos da envolvente (paredes exteriores e coberturas), pavimentos e vãos envidraçados eficientes que permitam reduzir o fluxo de trocas de calor com o exterior, podendo assim trazer benefícios positivos ao nível da economia, do meio ambiente e da sociedade.

Sendo assim, é necessário alertar o consumidor para os gastos energéticos por eles gerados e na forma como isso influencia a sua economia. Por isso, neste momento o estudo energético assume um papel relevante para a quantificação das necessidades energéticas de cada edifício ou habitação, dando uma informação exata e detalhada para onde canalizar os gastos energéticos de forma mais eficiente possível, para que num futuro próximo os edifícios possam ser mais eficientes.

## **1.2 OBJETIVOS DO RELATÓRIO**

Associado ao desenvolvimento deste relatório, estão presentes os seguintes objetivos:

- Apresentar as tarefas desempenhadas no decorrer do estágio, descrevendo e realçando as mais importantes;
- Apresentar uma das obras acompanhadas no decorrer do estágio;
- Realizar um estudo energético acerca do edifício principal da obra apresentada;
- Descrever as conclusões do trabalho realizado.

O estudo térmico consiste em classificar o edifício energeticamente, tendo em conta as soluções construtivas que estão a ser aplicadas em obra, e de seguida propor medidas de melhoria assim como o incremento de custos associados à aplicação dessas medidas.

O estudo energético foi realizado com o recurso a folhas de cálculo de aplicação disponibilizadas pela plataforma ITEcons, permitindo assim explorar a utilização dessas mesmas folhas.

## **1.3 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO**

O presente relatório é composto por cinco capítulos, incluindo este capítulo introdutório, sendo o âmbito de cada capítulo apresentado resumidamente de seguida:

O capítulo 2 contém uma apresentação da empresa em que foi realizado o estágio curricular.

No capítulo 3 descrevem-se as tarefas de maior relevância desempenhadas ao longo do estágio.

No capítulo 4 é apresentado um enquadramento acerca da reabilitação, assim como a obra acompanhada, no qual foi desenvolvido o estudo energético acerca do edifício principal a reabilitar.

No último capítulo, serão apresentadas as considerações finais no que diz respeito ao relatório apresentado, seguido de uma análise de possíveis desenvolvimentos futuros sobre o estudo realizado.

Este relatório termina com uma listagem de referências bibliográficas usadas na elaboração do presente documento, seguido de todos os anexos relevantes ao trabalho apresentado.



## 2 APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

### 2.1 EMPRESA DE ACOLHIMENTO

A empresa de acolhimento, para a realização deste estágio curricular foi a Construções Vila Maior (CVM), com sede na Avenida Padre Alves Correia, nº 141-1º, Quinta da Vera Cruz, 4400-619 Vila Nova de Gaia. É gerida pelo Eng. Severino Ponte e o seu sócio o Sr. Ângelo Marques. A CVM desenvolve a sua atividade no sector da construção civil, tendo como principal foco a reabilitação e a remodelação de edifícios. Na figura 2.1 é apresentado o logotipo da empresa.



Figura 2.1 – Logotipo da empresa

A empresa CVM desenvolve a sua atividade principal essencialmente em obras de reabilitação e promoção imobiliária. Os quadros da empresa são constituídos com mão de obra própria, por técnicos de engenharia civil, arquitetos, gestores, encarregados e operadores de obra. No entanto é recorrente a empresa utilizar mão de obra externa (subempreiteiros) para a realização de algumas especialidades necessárias em obra. Na Figura 2.2 é apresentado o organograma funcional da empresa de modo a facilitar a compreensão da estrutura da CVM.

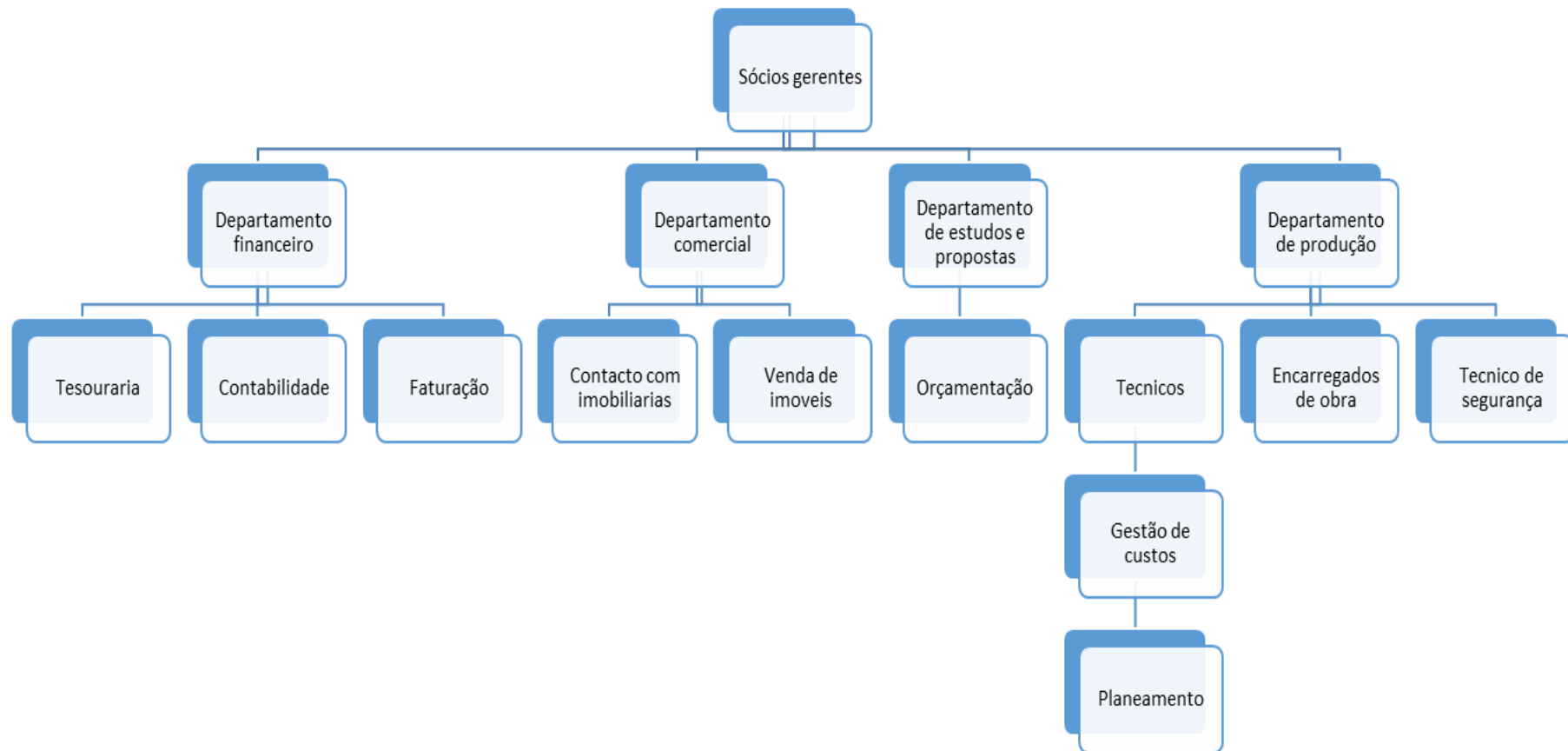


Figura 2.2 – Organograma funcional da CVM

A empresa tal como referido anteriormente, tem dois tipos de atividade fundamental:

1. Promoção imobiliária, onde se inserem as obras de reabilitação em que o dono de obra é a empresa Construções Vila Maior. A Figura 2.3 apresenta dois exemplos de obras em promoção por parte da CVM.



a) Fachada de um edifício situado na rua  
Alfredo Magalhães



b) Fachada de um edifício situado na rua  
Firmeza nº 107

Figura 2.3 – Exemplo de obras em promoção por parte da CVM

2. Reabilitação, onde se inserem as obras de reabilitação adquiridas em concurso para a realização de trabalhos para um cliente.



## **3 RELATÓRIO DE TAREFAS EXECUTADAS**

### **3.1 INTRODUÇÃO**

No presente capítulo são descritas as principais tarefas realizadas no decorrer do estágio. Após um período de adaptação à empresa foram atribuídas diversas tarefas relacionadas com a direção de obra, com distintos graus de dificuldade e de responsabilidade. As tarefas principais realizadas no decorrer do estágio foram as seguintes:

- Acompanhamento de obra;
- Higiene e segurança no trabalho;
- Medição e orçamentação;
- Tarefas relacionadas com gestão de obra, como planeamento, controlo de custos, mapas comparativos, entre outros;
- Planta de organização do estaleiro.

As tarefas desenvolvidas no decorrer do estágio são apresentadas detalhadamente de seguida.

### **3.2 ACOMPANHAMENTO DE OBRA**

Numa fase inicial do estágio, procedeu-se ao acompanhamento de diversas obras em execução pela empresa, o que implicou uma deslocação às mesmas com o intuito de verificação de procedimentos.

No local, foram verificados todos os trabalhos que estavam em execução na data da visita, em cada uma das frações existentes, assim como fazer uma previsão das datas de início dos trabalhos seguintes. Estas informações eram escritas num documento denominado ficha de obra que era acompanhado com um registo fotográfico.

Esta ficha de obra é bastante útil uma vez que permite registar a informação do estado de obra por fração, permitindo assim controlar de uma forma mais eficaz o volume de trabalho realizado e os prazos de execução. A Figura 3.1 apresenta um desses registos fotográficos.



a) Aplicação de estrutura para gesso cartonado



b) Recuperação de tetos em gesso

Figura 3.1 – Exemplo de um registo fotográfico

### 3.3 HIGIENE E SEGURANÇA NO TRABALHO

Uma das tarefas desempenhadas no decorrer do estágio, foi garantir que todos os trabalhos eram realizados em condições de segurança adequadas e que todos os trabalhadores estavam devidamente protegidos.

Todo o trabalhador presente em obra é obrigado a estar devidamente equipado com botas de proteção, com biqueira e palmilha anti perfurante, capacete de proteção e colete refletor.

Nesse sentido, um dos objetivos das visitas à obra, passava pela verificação ao nível da utilização dos equipamentos de proteção individual (EPI) pelos trabalhadores presentes em obra. Nos casos em que se verificou algum incumprimento, procedeu-se à chamada de atenção ao trabalhador e ao encarregado geral da obra.



Figura 3.2 – EPI de caráter obrigatórios no interior da obra

### 3.4 MEDIÇÃO E ORÇAMENTAÇÃO

A orçamentação traduz uma previsão de custos para a realização de um determinado trabalho, ou seja, é o plano financeiro de uma determinada obra, incluindo os lucros associados a cada tarefa. A medição consiste na quantificação objetiva de um determinado trabalho.

Os custos que estão envolvidos nos orçamentos estão divididos em dois grupos: os custos indiretos, relacionados com a execução das tarefas de construção, e os custos diretos, relacionados com a execução específica de uma determinada tarefa em fase de obra.

Os custos utilizados nos orçamentos realizados no decorrer do estágio foram obtidos através de uma base de dados existente na empresa. Os preços das diversas especialidades, como electricista ou pichelaria, são solicitados a subempreiteiros. De seguida é apresentado na Figura 3.3 o cabeçalho de uma folha de orçamento.

<b>ORÇAMENTO</b>						
REQUERENTE: APT - Empreendimentos Imobiliários, Lda			DESIGNAÇÃO DA OBRA:			
DATA: 16 de Março de 2015			Construção de 10 Moradias - ARTE DE TROLHA			
Refº: 1786 - ORÇ. Nº 020 / 2016 - A (arte de trolha)			LOCAL:			
Artº	Designação	Un	Quant.	Preços		
				Unitários	Parciais	Totais

Figura 3.3 - Folha de cálculo para orçamentação da arte de trolha

As medições são executadas de acordo com os trabalhos a efetuar, dando assim origem a um mapa de medições, onde se encontram ordenados todos os trabalhos.

A medição, no caso de obras novas é realizada com base nos elementos constituintes de um projeto de execução. No caso de obras de reabilitação, a medição pode ser realizada com base no edifício a reabilitar, sendo que na maior parte destas situações, a ausência de projetos de execução, conduz à utilização de equipamentos de medição, tais como o medidor de distancias a laser e a fita métrica.



Figura 3.4 – Equipamentos de medição (laser e fita métrica)

Em suma, as medições associadas ao processo de orçamentação e gestão da empresa têm os seguintes objetivos:

- Possibilitar a determinação prévia de custos totais e parciais de cada uma das fases de obra;
- Permitir a quantificação da mão de obra, materiais e equipamentos a utilizar;
- Estabelecer uma base comum para elaboração de orçamentos e prazos de execução para concorrer à execução de uma obra adjudicada;
- Facilitar o processo de gestão de recursos humanos, adaptando-os o melhor possível aos trabalhos existentes;
- Permitir destrinçar os custos totais de cada tarefa;
- Permitir à empresa a verificação de rendimentos de mão-de-obra, permitindo assim uma maior fiabilidade na execução do orçamento.

### 3.5 GESTÃO DE OBRA

No decorrer do estágio, foram realizadas tarefas de acordo com a função atribuída de adjunto ao diretor de obra. O diretor de obra é o principal representante em obra da empresa executante, assim como é a entidade responsável pelo desenvolvimento dos trabalhos. No decorrer da obra é da inteira responsabilidade do diretor de obra a realização das seguintes tarefas:

- Estabelecer a ligação entre a obra e a direção da empresa;
- Estabelecer a ligação entre a empresa executante e o dono de obra;
- Propor alternativas mais económicas ou eficazes ao dono de obra;
- Gestão de recursos no processo de produção (materiais, subempreiteiros e mão de obra);

- Planeamento e controlo de prazos;
- Coordenação de segurança em obra;
- Gerir alterações de projeto, como por exemplo trabalhos a mais ou a menos;
- Preparação técnica de todos os trabalhos;
- Controlo orçamental em obra.

Enquanto adjunto do diretor de obra, o principal objetivo das tarefas desempenhadas era acompanhar o mesmo no desempenho das suas tarefas. Com esse acompanhamento prestado foi possível a adaptação à sua metodologia de trabalho e à empresa. No decorrer do estágio foi possível desempenhar algumas tarefas de maior relevância, nomeadamente:

- Elaboração de contratos de subempreitadas;
- Planeamento de obra;
- Controlo de custos;
- Elaboração de mapas de custos comparativos;
- Trabalhos extra;
- Elaboração de medições e autos a subempreiteiros;
- Redação de atas de reuniões mensais;
- Memórias descritivas para pedidos de licença para ocupação de via pública;

Todas as tarefas elaboradas serão apresentadas detalhadamente de seguida.

### **3.5.1 Contratos a subempreiteiros**

Uma vez que na empresa, é recorrente o recurso a subempreiteiros para a realização de diversos trabalhos, é de extrema importância a elaboração de um contrato entre ambas as partes (CVM e a empresa subcontratada) com todas as condições para a execução do trabalho.

As condições principais que normalmente estão escritas no contrato de subempreitada são; a listagem de trabalhos a executar, o valor de custo para a realização do trabalho, as condições de pagamento, os prazos de execução e a data prevista para o início dos trabalhos.

Enquanto adjunto do diretor de obra foram realizados diversos contratos de subempreitadas, nomeadamente para execução de trabalhos de pichelaria, eletricidade, carpintaria, estrutura metálica e de betão armado, aplicação capoto, pintura e instalações de deteção de incendio, entre outros. Na

Figura 3.5 é possível ver um contrato de subempreitada com algumas condições descritas como data de entrada em obra.

Lista de Trabalhos a realizar:

Execução de todos os trabalhos relativos ao fornecimento e aplicação de capoto, com respetiva pintura, o valor acordado entre ambas as partes foi:

- Regularização de pavimentos em betonilha ----- € /m<sup>2</sup>

Este trabalho terá de ser executado em duas fases distintas, tendo como previsão da 1ª regularização para dia 26/04/2017 e a 2ª regularização para dia 8 a 10 de Maio.

Figura 3.5 – Contrato de subempreitada

### 3.5.2 Planeamento de obras

O planeamento das tarefas que constituem as diversas fases de obra, consiste em colocar essas tarefas por ordem cronológica de realização, bem como a previsão do tempo necessário para a realização das mesmas, conseguindo assim estabelecer datas para o início e o fim de todas as atividades.

O plano de trabalhos começa a ser elaborado assim que a obra é adjudicada e é estabelecida a data de início e do fim da obra. Um bom planeamento é uma das partes essenciais para o sucesso de qualquer obra, mas é necessário ter em conta, que na construção, os imprevistos acontecem e é fundamental reajustar os planos de trabalhos, para que seja possível retornar à normalidade dos trabalhos o mais rápido possível, mantendo assim os prazos previstos.

Enquanto adjunto do diretor de obra foram realizados em Excel alguns planos de trabalhos e atualizados semanalmente, tendo sempre como base o plano inicial e os prazos para a conclusão da obra. A Figura 3.6 apresenta um exemplo de um planeamento.

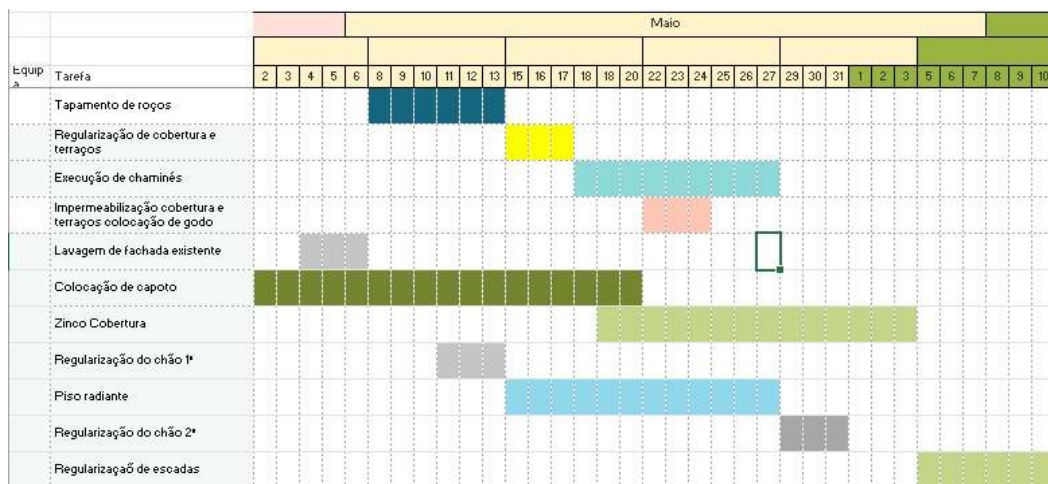


Figura 3.6 – Plano de trabalhos

### 3.5.3 Controlo de custos em fase de obra

O controlo de custos é de extrema importância para a execução e gestão de uma obra, pois permite controlar custos e quantidades que estão a ser empregues na obra. Este controlo é realizado através de uma folha de cálculo em Excel, que é denominada por folha de obra.

A folha de obra é apresentada mensalmente em reunião com a gerência e permite controlar os custos de mão-de-obra, dos materiais, equipamentos e dos diversos subempreiteiros. A folha de obra pode ser considerada como um resumo de todo o processo económico de uma determinada obra, como por exemplo, os custos previstos em fase de orçamento, as margens de lucro associadas a cada tarefa e os autos mensais apresentados ao cliente e aos subempreiteiros.

Com este documento também é possível controlar os recursos aplicados na obra que podem ser divididos em dois grupos:

- Os recursos da CVM (mão de obra; materiais; equipamentos);
- Controlo dos subempreiteiros.

Na Figura 3.7 apresenta-se um excerto de uma folha de obra.

ARTES	NOME	CUSTO PREVISTO	EXTRA-CUSTO PREVISTO	TOTAL CUSTO PREVISTO	CUSTO REAL	EXTRA-CUSTO REAL	TOTAL CUSTO REAL	Faturado à DATA	Por Faturar	RESULTADO ENTRE O CUSTO PREVISTO E O CUSTO REAL EM OBRA	PREÇO AO CLIENTE CONTRATADO EMPREITADA	ESTRUC. AO ELEMENTO CONTRATADO EMPREITADA	VALOR FINAL AO CLIENTE COM OS EXTRAS	DEFINITIVO FINAL
EXCETO FÉRRICO MÉDIO DE MANEIRA														
MATERIAIS E EQUIPAMENTOS/ENERGIA														

Figura 3.7 – Excerto de uma folha de obra

A folha de obra, devido à sua importância no controlo da obra e na dinâmica da empresa, começa a ser elaborada logo após a obra ser adjudicada, tendo por base o orçamento final apresentado ao cliente. Enquanto adjunto do diretor de obra, foram elaboradas algumas folhas de obras e foram atualizadas mensalmente mediante os custos associados a cada uma das obras.

### 3.5.4 Mapa de custos comparativos

Os mapas de custos comparativos servem para comparar os custos entre subempreiteiros e são realizados pelo técnico responsável pela obra, antes de fazer a adjudicação.

Os mapas comparativos, dependendo da arte a adjudicar, normalmente são constituídos por três preços:

- Preço unitário;
- Preço por metro quadrado;
- Preço final.

Para além destes valores, são colocados no mapa os valores de custo que o departamento de orçamentação considerou, para que a gerência consiga fazer uma avaliação completa e assim consiga adjudicar o melhor negócio possível.

Enquanto adjunto do diretor de obra foram elaborados vários mapas comparativos, nomeadamente para trabalhos de carpintaria, pichelaria e eletricidade. A Figura 3.8 apresenta um exemplo de um mapa comparativo de carpintaria.

CARPINTARIA E EQUIPAMENTO MOBILIÁRIO	EMPRESA 1			EMPRESA 2			EMPRESA 3		
	Unit.	€/m2	Total	Unit.	€/m2	Total	Unit.	€/m2	Total
PORTADAS									
Fornecimento e colocação de portada interior com folhas e guarnição em madeira maciça em MDF hidrofugo lacada à cor Branco Nuvem. Inclui o fornecimento e aplicação de todas as ferragens de acordo com caderno de encargos e peças desenhadas.									

Figura 3.8 – Excerto de um mapa comparativo de carpintaria

### 3.5.5 Trabalho extra

No decorrer da obra, por vezes surge a necessidade de apresentar alguns trabalhos extra (TE), ou seja, trabalhos que o cliente pretende implementar e que não estão contabilizados no orçamento apresentado.

Enquanto adjunto do diretor de obra, foram preparados vários trabalhos extra. Estes trabalhos podem ser divididos em quatro tipos:

- Uma mais-valia, é um trabalho que está compreendido no orçamento apresentado, mas o cliente pretende acrescentar algo à tarefa;
- Uma menos valia, é um trabalho que está inserido no orçamento apresentado, mas o cliente pretende retirar algo à tarefa;
- Retirar uma tarefa por completo, quando o cliente não pretende que seja executada uma determinada tarefa prevista no orçamento apresentado (exemplo: Não aplicar o sistema de ar condicionado);
- Acrescentar uma tarefa, ou seja, o cliente pretende que se execute determinada tarefa que não estava prevista no orçamento apresentado (exemplo: Fornecimento e aplicação de eletrodomésticos).

Na Figura 3.9 apresenta-se um exemplo de um trabalho extra para uma mais valia.


						
TE 13 - Parede divisória no R/C						
REQUERENTE: [ ]			DESIGNAÇÃO DA OBRA:			
DATA: 21 de Abril 2017			Remodelação e Reconstrução de um Edifício de Comércio e Habitação			
Ref: 1760 - ORÇ. N.º 160 / 2015 Rev 2 _ TE 13			LOCAL:			
Art.º	Designação	Un	Quant.	Preços		
				Unitários	Parciais	Totais
1	Demolição de parede existente em alvenaria de granito. Esta será demolida até à fachada, não está incluído demolição pedra na fachada da frente.	Vg	1,00	[ ]		
2	Fornecimento e assentamento de parede de blocos de 15 cm maciços. <b>NOTA:</b> No artigo acima exclui-se o pladur colado, será contabilizado no artigo do pladur. Exclui-se também execução de fundação, caso seja necessário será contabilizado à posteriori.	M2	29,40	[ ]		
<b>TOTAL do TE 13 =</b>						[ ]

Figura 3.9 – Folha de cálculo para uma mais valia

### 3.5.6 Autos de medição a subempreiteiros

Os autos de medição são documentos, que contabilizam o trabalho mensal dos diversos subempreiteiros presentes em obra.

Estes autos são emitidos todos os meses pelo técnico responsável pela obra, que depois de lidos e aprovados pela gerência da empresa, dão origem à emissão da fatura, por parte dos subempreiteiros.

### CAPÍTULO 3

Para a realização do auto mensal, é essencial que o subempreiteiro no final de cada mês se desloque à obra e juntamente com o encarregado e/ou o técnico responsável pela obra procedam à medição de todos os trabalhos executados pelo subempreiteiro durante o mês.

Enquanto adjunto do diretor de obra, foram acompanhadas diversas medições de trabalhos de modo a quantificar o volume de trabalho realizado no decorrer do mês. Posteriormente, em conjunto com o técnico da obra, essas medições davam origem ao auto mensal, que é enviado pelo técnico de obra a gerência, para esta validar e tomar conhecimento.

A Figura 3.10 apresenta um cabeçalho de um auto de medição.

 <b>AUTO DE MEDIÇÃO</b>	MÊS <b>28/abr/17</b>	N.º <b>7</b>			
	Dono Obra: <input type="text"/>				
OBRA: Campo dos Mártires da Pátria	Referência: <input type="text"/>				
LOCAL: Campo dos Mártires da Pátria n.º 123 a 130 e Rua de Trás n.º 246 a 248 - Porto					
Capítulo ou artigo	Designação dos trabalhos	Quant. por artigo	Un	Importâncias	
				Preço Unitário	Preço Total

Figura 3.10 – Auto de medição a um subempreiteiro

#### 3.5.7 Atas de reuniões mensais

Na empresa CVM realizam-se reuniões mensais entre os técnicos responsáveis pelas diversas obras em curso e a gerência da empresa. Nestas reuniões, são geralmente solicitados, pela gerência, os seguintes elementos:

- Autos a subempreiteiros;
- Folha de obra;
- Planeamento de obra.

Como adjunto do diretor de obra foram presenciadas todas estas reuniões que têm vários objetivos, controlar financeiramente as obras e os prazos de execução através dos elementos apresentados (folha de obra e o planeamento); debater os pendentes de obra que estejam a dificultar a execução de futuros trabalhos ou tomar decisões com o cliente final do imóvel.

Outro dos objetivos destas reuniões é a apresentação dos mapas de preços comparativos das artes que faltam adjudicar, para que a gerência, juntamente com o técnico responsável pela obra, possa tomar a melhor decisão sobre qual o candidato que vai executar a obra.

Uma das tarefas do adjunto do diretor de obra era redigir a ata da reunião.

Na Figura 3.11 apresentasse um cabeçalho de uma das atas de reunião.

---

**CONSTRUÇÕES VILA MAIOR**  
**REUNIÃO DE TÉCNICOS**

**Abril de 2017**

Eng Severino Ponte - Presente

Eng Nuno Dias - Presente

Eng Susana - Presente

Eng Diana - Presente

Eng Jorge - Presente

Figura 3.11 – Cabeçalho de uma ata de reunião

### **3.5.8 Pedidos de licença para ocupação de via pública**

No decorrer do estágio, foi prestado apoio na obra da Sementeira, situada na Rua Mouzinho da Silveira nº178 a 184, no Porto. Para a execução desta obra foi necessário proceder à montagem de um estaleiro, para apoiar a construção.

No interior do estaleiro iria estar montada uma grua que devido às suas dimensões e condicionamentos existentes em obra foi colocada no passeio e em lugares de estacionamento existente de frente ao edifício a ser reabilitado.

Como a grua, devido às suas dimensões, estava a ocupar parte da via pública (passeio e estacionamento) foi necessário solicitar à Câmara Municipal do Porto (CMP), as devidas licenças.

Enquanto adjunto do diretor de obra, foram redigidas algumas memórias descritivas para conseguir obter estas licenças, o que implicou fazer a visita ao local que era pretendido ocupar, para fazer algumas medições e retirar algumas fotografias que ajudassem a ilustrar o procedimento a executar.

De seguida, apresenta-se as ideias mais pertinentes, da memória descritiva, que foi redigida e entregue na Câmara Municipal do Porto.

O espaço a utilizar será a frente de todo o edifício existente “Sementeira”, com 12,50 m de comprimento; a largura será todo o passeio (4 m) e todo o estacionamento (2,20 m), que perfaz uma medida total de 6,20 m. Ou seja, a área total a utilizar será de  $6,20 \text{ m} \times 12,50 \text{ m} = 77,50 \text{ m}^2$ .

1. Construir uma vedação com tapumes e executar um passadiço, tipo túnel para passagem de peões em segurança. Na Figura 3.12 apresenta-se a vedação do estaleiro e o passadiço.



Figura 3.12 – Vedação do estaleiro e passadiço

2. Após concluída esta tarefa será necessário betonar duas vigas para apoio da grua. Para proteção do passeio será necessário recorrer à colocação de uma manga plástica nas dimensões suficientes a proteger o passeio existente.
3. Após obter-se a aprovação para o corte de uma das faixas de rodagem, num espaço de 30m e num período pelo menos de 8 horas, procede-se à montagem da grua no local.

A Figura 3.13 mostra o espaço previsto para o posicionamento da grua.

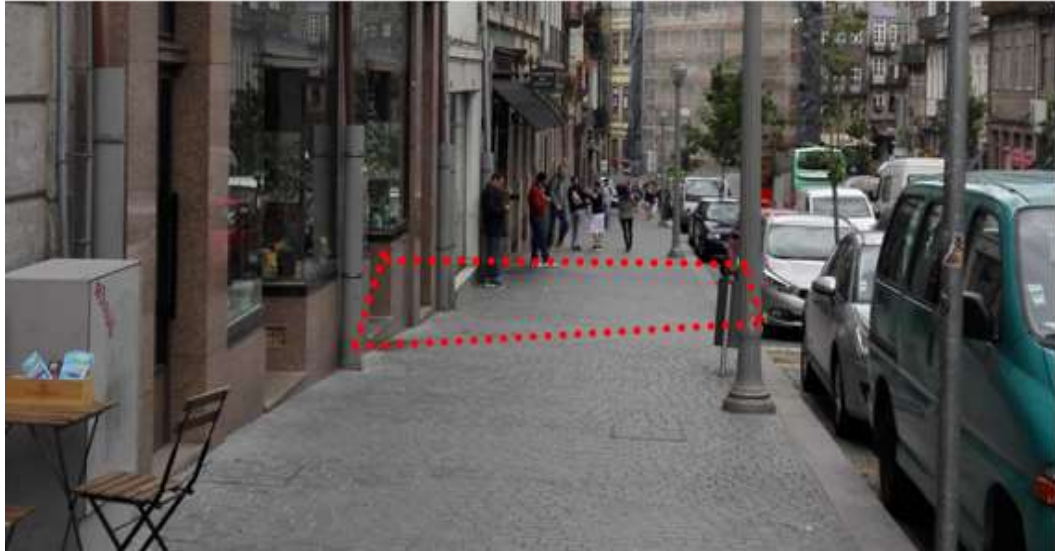


Figura 3.13 – Espaço previsto para posicionamento da grua

Na Figura 3.14 apresenta-se a vista do espaço a ocupar para a implementação de todo o estaleiro, descrito anteriormente. No espaço interior à linha tracejada a vermelho, é o espaço dedicado à obra onde será assentada a grua e na linha vermelha será colocado o tapume. O espaço existente entre a linha vermelha e a linha azul é o espaço reservado ao túnel para a passagem de peões.

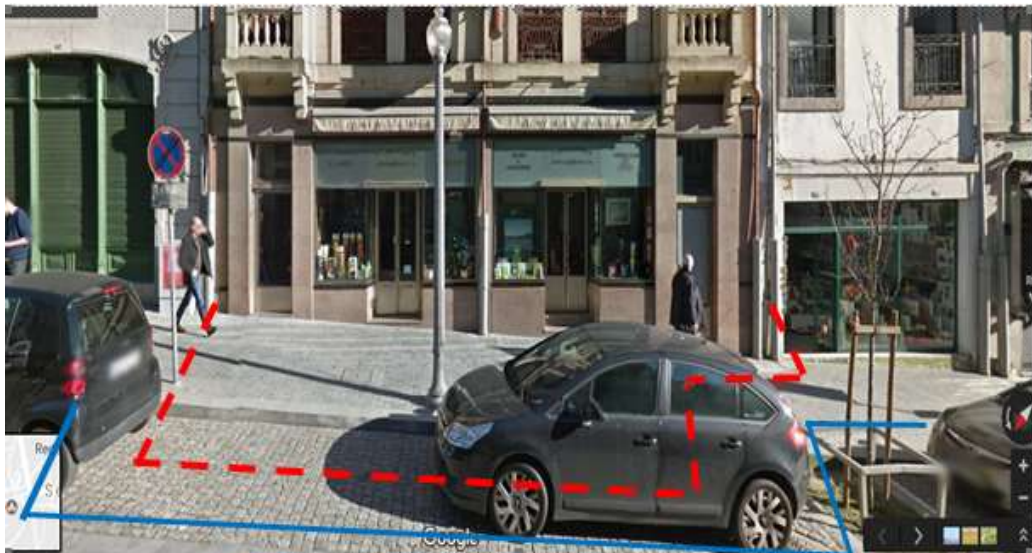


Figura 3.14 – Local do estaleiro

### 3.6 ORGANIZAÇÃO DO ESTALEIRO

Tal como descrito no ponto anterior, para a execução da obra foi necessário a implantação de um estaleiro, isto implicou a execução de uma planta de estaleiro para adicionar ao plano de segurança e saúde (PSS) da obra.

Esta planta foi desenvolvida pelo técnico de higiene e segurança no trabalho (THST) e o adjunto do diretor de obra.

Com o espaço de estaleiro devidamente definido foi essencial saber gerir a sua área pelo equipamento/material que seria necessário para a execução de obra (exemplo: grua) e o espaço onde se possa criar condições de segurança/higiene destinados aos trabalhadores da obra (exemplo: instalações sanitárias). O estaleiro a implementar nesta obra irá conter os seguintes elementos:

- Gabinete de direção de obra e do técnico de segurança;
- Ponto de encontro;
- Conjunto de ecopontos;
- Instalações sanitárias;
- Extintores;
- Caixa de primeiros socorros;
- Quadro elétrico;
- Grua;
- Andaime;
- Vedação do estaleiro (tapumes).

Na Figura 3.15 é possível ver um excerto da planta de estaleiro a implementar, onde a vermelho está marcado a vedação do estaleiro.

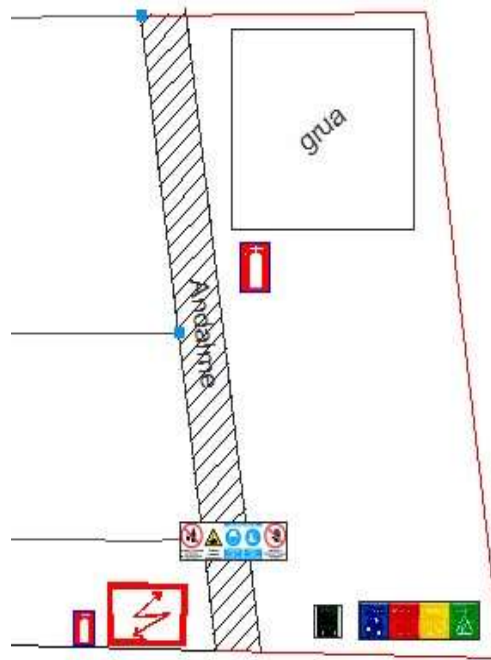


Figura 3.15 – Excerto da planta de estaleiro

Nesta obra tomou-se a decisão de aproveitar o espaço existente no R/C do edifício, para aí criar um escritório para a direção de obra e de técnico de segurança. Esta decisão favoreceu a redução de custos, uma vez que não foi necessário alugar um espaço para o escritório e permitiu libertar área exterior no estaleiro para outras necessidades.

### 3.7 SÍNTESE

Este capítulo descreve todas as tarefas desempenhadas na empresa no decorrer do estágio. As tarefas acompanhadas foram essencialmente de direção de obra, de acompanhamento de obra e de higiene e segurança no trabalho.



## **4 REABILITAÇÃO E ESTUDO TÉRMICO DA OBRA CAMÕES 475**

### **4.1 ENQUADRAMENTO**

#### **4.1.1 Reabilitação de edifícios**

Segundo Aguiar, J., Cabrita, A.M., Appleton, J., a definição de reabilitação traduz-se como sendo *“toda a série de ações empreendidas tendo em vista a recuperação e a beneficiação de um edifício, tornando-o apto para o seu uso atual. O seu objetivo fundamental consiste em resolver as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais, acumuladas ao longo dos anos, procurando ao mesmo tempo uma modernização e uma beneficiação geral do imóvel sobre o qual incide, melhorando o seu desempenho funcional e tornando esses edifícios aptos para o seu completo e atualizado reuso”* (Aguiar, Cabrita, Appleton, 1993).

Geralmente, é possível classificar a reabilitação em três tipos:

1. Reabilitação ligeira: quando o edifício que vai sofrer a intervenção provavelmente é viável;
2. Reabilitação média: quando o edifício que vai sofrer a intervenção é discutível se é ou não viável;
3. Reabilitação profunda: quando provavelmente o edifício que vai sofrer a intervenção não é viável.

Sendo assim, a reabilitação consiste numa forma de intervenção num determinado espaço urbano, com o objetivo de responder à necessidade de preservar os edifícios antigos e os espaços exteriores.

##### **4.1.1.1 Vantagens económicas**

Preservar uma construção existente apresenta distintas vantagens em comparação com demolir na totalidade o edifício existente e reconstruir um novo edifício. São apresentadas de seguida algumas dessas vantagens (Appleton, 2011):

- Redução dos custos de demolição;
- Redução de custos com licenças e taxas;

- Aprovação mais fácil dos projetos;
- Redução de custos de estaleiro;
- Redução de perturbações do tráfego urbano;
- Colocação mais fácil de produtos na construção;
- Redução das quantidades de novos materiais;
- Preservação de valores culturais;
- Proteção ambiental.

Em suma, embora os preços unitários em trabalhos de reabilitação sejam mais elevados, o custo total da intervenção pode ser menor do que a construção de um edifício novo (Appleton, 2011).

#### **4.1.1.2 Edifícios antigos e os seus constituintes**

Os edifícios antigos, em particular os da cidade do Porto, apresentam modelos e materiais de construção muito semelhantes entre si, de seguida, são descritas essas mesmas características (Campeão, 2016).

- O lote do terreno onde o edifício foi construído é relativamente pequeno, de formato irregular e normalmente é mais comprido do que largo.

Nas fachadas o edifício apresenta:

- As paredes exteriores das laterais estão normalmente encostadas a edifícios adjacentes.
- As alvenarias de pedra irregular (granito, característico da região do Porto) são juntas com argamassa e revestimento a cal e areia.
- A fachada principal e de tardoz, em paredes meeiras de ambos os lados em que a alvenaria é, regra geral, pedra de granito.
- O corrente uso de azulejo cerâmico como revestimento da parede exterior, tendo como finalidade a decoração ou servindo essencialmente como “camada de desgaste”, pois este material apresenta grande resistência mecânica e química aos agentes atmosféricos. As argamassas de ligação tinham muito bom desempenho e aderência, suficientemente fortes para garantir uma boa ligação entre o tosco da parede e o azulejo, e suficientemente fracas para minimizar os efeitos de retração durante a secagem.

A estrutura do edifício apresenta:

- A cobertura, geralmente de uma ou duas águas, apresenta como material estrutural a madeira, devido a ser leve, resistente e adaptável às mais distintas formas. O revestimento é feito na generalidade em telha cerâmica ou ardósia.
- O uso em abundância de cantarias de granito, pois permitem dar uma função estrutural ao edifício (usada essencialmente em arcos, contorno de vãos – ombreiras e padieiras, cunhais e molduras) ou como elemento decorativo. O assentamento das cantarias era em regra feito com argamassas de cal e areia, por vezes pregadas ou gateadas com elementos de reforço em ferro ou bronze, embebidos e chumbados.

Na generalidade, os interiores dos edifícios apresentam:

- As instalações existentes nestes edifícios são muito rudimentares. As instalações elétricas, em geral, são limitadas e com duvidosa estética (tubagem no exterior da parede) e com deficientes proteções. As redes de abastecimento e drenagem de águas são bastante simples, uma vez que no geral os edifícios tinham poucos compartimentos de serviço (cozinha e casa de banho). O material frequentemente utilizado para as tubagens no abastecimento e drenagem de águas pluviais era o chumbo, enquanto que para a drenagem de águas residuais era o grés ou ferro fundido.
- Os pavimentos são constituídos por madeira (tábuas longitudinais sobre vigas transversais, afastadas de 0,20 m a 0,40 m e apoiadas nas alvenarias de empena).
- A comunicação entre os pisos é realizada por escadas em madeira, geralmente de um só lanço muito estreito e inclinado, encostado às paredes laterais. Nos lanços de arranque inicial, situados no R/C, as escadas podem ser de pedra.
- As caixilharias são em madeira, em que os dispositivos de oclusão são portadas de madeira maciça, proporcionando segurança essencialmente nos vãos dos pisos térreos.

Apresenta-se na Figura 4.1, uma tabela resumo com as características do edifício de tipo construtivo tradicional e os seus constituintes – materiais estruturais mais usadas.

COMPONENTE/ELEMENTO ESTRUTURAL	ALVENARIA APARELHADA	ALVENARIA IRREGULAR		MADEIRA	ALVENARIA + MADEIRA
		DE PEDRA	DE ELEM. CERÂMICOS		
Cobertura				X	
Pavimento do primeiro andar (arcos e abóbadas)			X		X
Paredes divisórias de tabique				X	
Paredes interiores em frontal					X
Paredes de empena e meeiras		X			
Pavimentos acima do primeiro andar				X	
Paredes de fachada e de tardo					X
Pilastras e paredes até ao primeiro andar	X	X			
Pilares do rés-do-chão	X				
Maçãos de fundação		X			
Estacas e grades de fundação				X	

Figura 4.1 – Características do edifício de tipo construtivo tradicional e os seus constituintes

Fonte: Campeão, 2016

#### 4.1.2 Reabilitação na cidade do Porto

Nos últimos três anos, a reabilitação urbana na cidade do Porto disparou. A cidade, depois de ter chegado a uma situação de degradação no seu centro histórico, atualmente encontra-se completamente em reconstrução.

A Porto Vivo, em 2016 recebeu mais de 1300 requerimentos e em termos de novos processos para reabilitação urbana foram pedidos 308, mais 153 pedidos do que no ano anterior. Estes números são possíveis observar nas Figuras seguintes.



Figura 4.2 – Número de requerimentos pedidos entre o ano 2006 a 2016

Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)



Figura 4.3 – Número de processos pedidos para reabilitação entre o ano 2006 a 2016

Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)

Com o trabalho desenvolvido pelo Porto Vivo, a cidade encontra-se em reabilitação e segundo os alvarás emitidos desde 2008, estima-se que cerca de 60% destina-se a habitação e 23% destina-se a comércio, tal como é possível ver nas Figuras seguintes.



Figura 4.4 – Destino dos edifícios a reabilitar

Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)



Figura 4.5 – Número de alvarás de utilização emitidos entre o ano 2006 a 2016

Fonte: Sociedade de Reabilitação Urbana (SRU)

Segundo um relatório da Sociedade de Reabilitação Urbana, referente ao estado de conservação dos edifícios no centro histórico do Porto (património mundial da humanidade), mostra que o número de parcelas em bom estado de conservação tem vindo a aumentar, permitindo concluir que no ano de 2016, 74% das parcelas existente já se encontravam em bom ou médio estado de conservação.

Com as obras atualmente em curso será possível diminuir a percentagem de edifícios em mau ou péssimo estado de conservação.

Segundo o presidente do Conselho de Administração da Porto Vivo, sociedade participada pela Câmara Municipal do Porto, revelou em 19 de dezembro de 2014 que nesse ano (ano que a Porto Vivo entrou em funcionamento) foi um dos melhores anos de reabilitação urbana na cidade, em particular no centro histórico. *“Os indicadores hoje são muito positivos. 2014 foi o melhor ano de reabilitação urbana no Porto e em particular no centro histórico. Mas naturalmente que nós temos a ambição de facilitar ou promover um crescimento exponencial desta reabilitação urbana”*

(<http://www.porto.pt/noticias/2014-esta-a-bater-todos-os-records-de-reabilitacao-urbana-no-porto>).

Segundo estas informações e em comparação com a realidade que a cidade vive atualmente, é possível demonstrar que a perda da população na baixa do Porto que se fez sentir nos censos de 2011, cerca de 60% da população, nada teve a ver com o número crescente de turistas que hoje em dia visitam a cidade do Porto.

### 4.1.3 Reabilitação energética

Os edifícios antigos, normalmente apresentam um comportamento térmico insatisfatório, uma vez que na altura em que foram construídos não existia regulamentação no âmbito do comportamento térmico do edifício, ou seja, *“se analisarmos à luz da primeira data a partir da qual passou a haver exigências de desempenho térmico, existem cerca de 2 509 705 edifícios construídos antes de 1990, ano da publicação do primeiro RCCTE, correspondendo a 70% do total de edifícios existentes atualmente. De salientar ainda, que construir depois de 1990 e até 2009 (data de início da aplicação do Sistema de Certificação Energética a todos edifícios) também não é garantia de um bom ou razoável desempenho energético. Refira-se que nem todos os projetos nesta fase demonstraram a qualidade construtiva e o desempenho energético coerente com as exigências regulamentares da altura, muito devido ao inexistente controlo dos projetos e das obras”* (DGGE, 2004).

De forma a tornar estes edifícios mais eficientes, a solução pode passar por reabilitar a envolvente opaca e transparente do edifício, recorrer à substituição de equipamentos por outros com melhores rendimentos, menores consumos e sempre que possível, recorrer a energias provenientes de fontes renováveis.

As intervenções a implementar, permitirão minimizar os gastos de energia de aquecimento e/ou de arrefecimento possibilitando reduzir as despesas inerentes à climatização da habitação e ao mesmo tempo melhorar as condições de conforto do edifício.

As principais características do edifício, que podem originar a redução do seu desempenho energético, quer na estação de arrefecimento ou na estação de aquecimento, são as seguintes: (DGGE, 2004)

- Isolamento térmico insuficiente nos elementos opacos da envolvente;
- Presença de humidade (afeta desempenho térmico e durabilidade);
- Baixo desempenho térmico dos vãos envidraçados e portas (perdas de calor por transmissão térmica e por infiltração de ar);
- Falta de dispositivos de proteção solar nos vãos envidraçados, originando por exemplo, sobreaquecimento no interior do edifício;

#### 4.1.3.1 Medidas de reabilitação energética

As possíveis medidas de eficiência energética, que podem ser implementadas na reabilitação da envolvente do edifício já existente, podem consistir em (DGGE, 2004):

- Reforço da proteção térmica, ou seja, o aumento do isolamento térmico, nos elementos da envolvente (paredes exteriores, pavimentos sobre espaços exteriores, cobertura e vãos envidraçados);
- Dotar os vãos envidraçados com proteções solares de forma a controlar os ganhos solares tendo em conta as necessidades de aquecimento e arrefecimento do edifício;
- Controlo das infiltrações, uma das soluções pode consistir na reparação/reabilitação da caixilharia exterior;

As medidas de intervenção que possam ser implementadas têm de ser obrigatoriamente avaliadas segundo o seu custo e funcionalidade, porque algumas das medidas que possam ser equacionadas para um determinado edifício só fazem sentido se esse edifício for alvo de uma intervenção de reabilitação geral.

*“Em termos de hierarquização das medidas de eficiência energética do ponto de vista da análise custo-benefício, as mais favoráveis são, em geral, as que incidem nas coberturas, seguidas das que se referem aos pavimentos sobre espaços exteriores e, finalmente, as respeitantes às paredes exteriores” (DGGE,2004).*

#### 4.1.3.1.1 Paredes Exteriores

O reforço do isolamento térmico das paredes exteriores pode ser aplicado em três posições, dependendo da localização do isolamento térmico, aplicar o isolamento no exterior da parede, no interior ou na caixa de ar.

Quando é possível, em termos arquitetónicos a melhor solução é aplicar o isolamento térmico pelo exterior, uma vez que o isolamento térmico é mais eficiente, não altera as dimensões dos espaços interiores e eventualmente pode existir uma melhoria do aspeto exterior do edifício.

O sistema ETICS, uma das soluções possíveis de se utilizar, consiste na aplicação de isolamento fixado ao pavimento exterior da parede, em que o isolamento pode ser EPS, XPS ou lã de rocha, com sobreposição de reboco reforçado com rede de fibra de vidro e o revestimento final é no geral composto por ligantes sintéticos.

A Tabela 4.1 apresenta as principais vantagens e desvantagens do sistema (FREITAS, GONÇALVES, 2005).

Tabela 4.1 – Vantagens e desvantagens do sistema ETICS

Vantagens	Desvantagens
Melhoria do conforto térmico.	Necessidade de mão de obra especializada.
Diminuição do risco de condensações.	Reação ao fogo elevada.
Aumento da durabilidade das fachadas (proteção contra agentes atmosféricos).	Aplicação dificultada quando há aberturas e pormenores complicados.
Correção das pontes térmicas.	
Isolamento contínuo.	

#### 4.1.3.1.2 Cobertura

As soluções a aplicar nas coberturas, são as medidas mais simples e menos dispendiosas, uma vez que, se for necessária uma intervenção para resolver um problema de impermeabilização, facilmente se pode incluir a aplicação de isolamento térmico.

Como este elemento construtivo é o que está sujeito às maiores amplitudes térmicas, as intervenções a realizar nas coberturas são prioritárias, uma vez que tem benefícios imediatos em termos de diminuição das necessidades energéticas.

#### 4.1.3.1.3 Vãos envidraçados

A reabilitação de vãos envidraçados permite reforçar o isolamento térmico do edifício, reduzir as infiltrações de ar não controladas, a melhorar a ventilação natural, o aumento da captação de ganhos solares no inverno e o reforço da proteção da radiação solar no verão.

Com esta intervenção, as condições de conforto e de qualidade do ar no interior do edifício vão aumentar e vai permitir a redução das necessidades de consumo de energia.

## 4.2 APRESENTAÇÃO DA OBRA EM ESTUDO

Uma das obras acompanhadas no âmbito do estágio curricular foi a reabilitação da obra Camões 475. Este empreendimento encontra-se localizado na baixa da cidade do Porto na Rua de Camões nº 475.

Na Figura 4.6 é possível ver a localização do empreendimento.



Figura 4.6 – Localização do empreendimento

Este condomínio antes da intervenção era constituído por dois edifícios (edifício principal e o edifício secundário), ambos com o propósito de servir para habitação multifamiliar.

O edifício principal estava dividido em quatro pisos (rés do chão, 1º andar, 2º andar e vão do telhado) e o edifício secundário dividido por três pisos (rés do chão, 1º andar e vão do telhado). Com a intervenção implementada não existiu qualquer alteração em relação ao número de pisos existentes nos edifícios mantendo assim inalterável o conceito de um edifício multifamiliar. A Tabela 4.2 apresenta as áreas do condomínio.

Tabela 4.2 – Áreas do condomínio

Área total de construção	1151 m <sup>2</sup>
Área do lote	1067 m <sup>2</sup>
Área implantação do edifício principal	210 m <sup>2</sup>
Área implantação do edifício secundário	188 m <sup>2</sup>
Área dos espaços exteriores	669 m <sup>2</sup>

Esta intervenção pode ser dividida em três fases, que são apresentadas com maior detalhe de seguida:

1. Reabilitação do edifício principal, que dará origem a 7 frações (da fração A até G)
2. Reabilitação do edifício secundário, que dará origem a 9 habitações (da Fração H até Q).
3. Reabilitação do espaço exterior, que originará um espaço verde de acesso às frações e ao estacionamento privativo.

O condomínio no final da intervenção apresentará em conjunto com o edifício principal e o edifício secundário, 16 frações para habitação, sendo estas divididas por 7 frações de tipologia T1 e as restantes 9 frações de tipologia T2.

Cada fração possui um lugar de estacionamento no interior do condomínio, situado no espaço exterior, existente entre o edifício principal e o edifício secundário. Na Figura 4.7 é apresentado a planta completa do empreendimento.



Figura 4.7 – Planta geral da obra Camões 475

#### 4.2.1 Reabilitação do edifício principal

A intervenção no edifício principal, dará origem a 7 frações, quatro são de tipologia T2 e as restantes de tipologia T1.

A reabilitação no interior deste edifício consistiu essencialmente na reorganização e recuperação do espaço, ou seja, recorrendo à demolição de paredes divisórias existentes e à construção de novas divisões em paredes de gesso cartonado.

A intervenção ao nível da estrutura de madeira dos pavimentos de separação entre pisos consistiu na análise dos elementos estruturais (vigas) e em proceder à substituição dos elementos que se encontravam em estado de degradação. A restante intervenção ao nível dos pavimentos consistiu em colocar piso radiante nas habitações do rés do chão e OSB e soalho nos pavimentos dos pisos elevados. Na cobertura procedeu-se à execução de uma nova estrutura em madeira, uma vez que a existente se encontrava deteriorada, substituição das telhas, aplicação de subtelha onduline, roofmate e OSB. A

constituição destes elementos (pavimentos e cobertura) será abordada com maior detalhe no estudo térmico.

As paredes exteriores do edifício foram mantidas, sofrendo apenas alterações ao nível dos revestimentos. A face exterior foi revestida a ETICS nas paredes orientadas a norte e a oeste e na face interior foram todas forradas a placas de gesso cartonado.

Nas redes hidráulicas e elétricas procedeu-se a uma remodelação completa, uma vez que as existentes já se encontravam desatualizadas e em estado avançado de degradação.

Neste edifício existe alguns elementos característicos da região e dos edifícios antigos do Porto, que não podiam ser demolidos ou substituídos e por isso foram reparados. Desses elementos é possível destacar:

1. Tetos trabalhados em gesso – Estes tetos são característicos da arquitetura Burguesa, que eram frequentemente utilizados como elementos decorativos interiores através do seu preenchimento, como também de sancas decorativas, criando efeitos de enorme beleza nos edifícios. Para a recuperação destes tetos, uma vez que estes apresentavam sinais de degradação (fissuras), foi necessário recorrer a mão de obra especializada.



Figura 4.8 – Teto em gesso degradado

2. Azulejos cerâmicos na fachada principal – O edifício apresenta elementos cerâmicos no revestimento da fachada (azulejo vidrado). Este tipo de revestimento começou a ser utilizado nas casas da cidade do Porto a partir do século XIX, material então trazido por emigrantes portugueses que voltaram do Brasil. O azulejo, usado como revestimento, tem como função proteger os edifícios da entrada de humidades e ao mesmo tempo embelezar as fachadas voltadas para a rua.



Figura 4.9 – Fachada do edifício em azulejo

3. Cantarias em Granito – O granito em edifícios antigos era usado não só como elemento decorativo, mas também com função estrutural. Este edifício apresenta cantarias para a execução de soleiras, ombreiras e padieiras nos vãos exteriores. Como estes se encontravam sujos (Figura da esquerda) procedeu-se a sua recuperação. A Figura da direita mostra a cantaria recuperada.



Figura 4.10 – Antes e o depois da intervenção nas cantarias

De seguida é descrito por piso, um resumo das intervenções que foram aplicadas no decorrer da obra, assim como as áreas por divisão de todas as frações depois de realizada a intervenção. No Anexo I apresenta-se as plantas, alçados e cortes do edifício principal após realizada a intervenção.

#### 4.2.1.1 Intervenção no rés do chão

No rés do chão do edifício, estão situadas duas frações (A e B), sendo que a fração A de tipologia T1 e a fração B de tipologia T2. Neste piso foram realizadas as seguintes intervenções:

- Escavação para a construção de quatro pátios, o que obrigou à construção de portas no local onde existiam janelas, permitindo assim aumentar o número de acesso às frações. Ambas as frações ganharam duas novas entradas; a fração A pela sala e pelo quarto e a fração B pela suite e pelo hall. Os outros dois pátios permitem o acesso ao exterior pelo quarto e pela sala da fração B. Na Figura 4.11 é possível ver o antes (imagem da esquerda) e o depois (imagem da direita) da construção do pátio que permite o acesso ao exterior pela sala da fração B.



Figura 4.11 – Construção do pátio na fração B

- Demolição de paredes divisórias existentes para construções de novas divisões mais espaçosas (todas as paredes demolidas estão assinaladas a amarelo na Figura 4.12).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção das casas de banho em ambas as frações (a vermelho na Figura 4.12)
- Execução de parede divisória em gesso cartonado, com duas placas standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada e estrutura de 90 mm com isolamento a lã mineral, para a separação de fogos, do quarto da fração A com o quarto da fração B (a vermelho na Figura 4.12).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm, para a construção do quarto e suite na fração B (a vermelho na Figura 4.12).
- Aplicação de forra colada com uma placa de gesso cartonado standard de 12,5 mm de espessura, em ambas as faces das paredes estruturais existentes no interior do edifício.
- Reconstrução da escada em madeira, que permite o acesso à fração B.

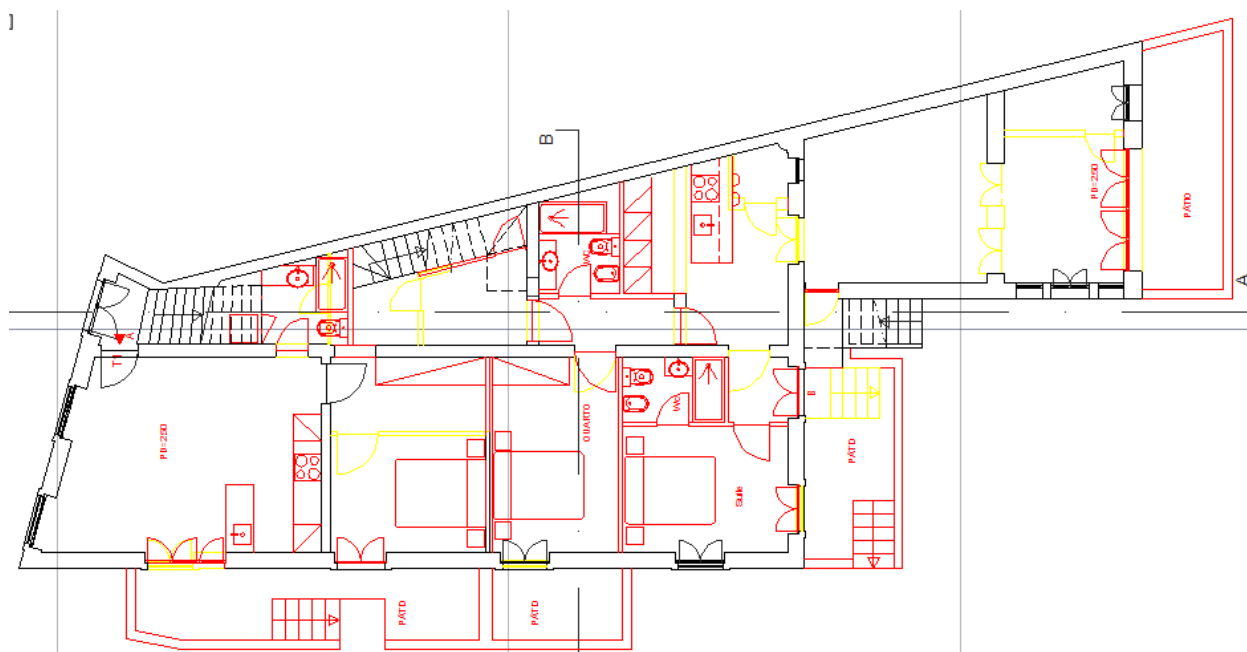


Figura 4.12 – Planta de vermelhos e amarelos do R/C

As áreas das divisões das duas frações existentes neste piso são apresentadas na Tabela seguinte.

Tabela 4.3 – Áreas das frações A e B

Fração A	
Quarto	14,83 m <sup>2</sup>
Sala e cozinha	24,25 m <sup>2</sup>
Casa de banho	3,53 m <sup>2</sup>
Fração B	
Quarto	12,01 m <sup>2</sup>
Casa de banho	4,05 m <sup>2</sup>
Suite	10,16 m <sup>2</sup>
Casa de banho (suite)	3,22 m <sup>2</sup>
Cozinha	10,67 m <sup>2</sup>
Sala	27,92 m <sup>2</sup>
Hall	4,67 m <sup>2</sup>

#### 4.2.1.2 Intervenção no 1º andar

No 1º andar do edifício, estão situadas três frações (C, D e E), sendo que as frações C e D são de tipologia T1 e a fração B é de tipologia T2. Neste piso foram efetuadas as seguintes intervenções:

- Reconstrução dos guarda corpos que dão origem à passagem entre a sala e o pátio da fração C.
- Demolição de paredes divisórias existentes, devido ao seu estado de degradação ou com o intuito de construir novas divisões mais espaçosas (todas as paredes demolidas estão assinaladas a amarelo na Figura 4.14).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90mm, para a construção das casas de banho em todas as frações (a vermelho na Figura 4.14).
- Execução de parede divisória em gesso cartonado, com duas placas standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm com isolamento a lã mineral, para a separação de fogos, quarto da fração C com o quarto da fração D e quarto da fração E, com a comunicação horizontal comum (a vermelho na Figura 4.14).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm, para a construção de divisões secas (quartos e salas), a vermelho na Figura 4.14.
- Aplicação de forra colada com uma placa de gesso cartonado Standard de 12,5mm de espessura, em ambas as faces das paredes estruturais existentes no interior do edifício de separação entre as habitações e a comunicação horizontal comum, como é possível ver na Figura 4.13.



Figura 4.13 – Aplicação de forra em parede existente

- Reconstrução da escada em madeira, que efetua a comunicação entre o primeiro e o segundo andar.

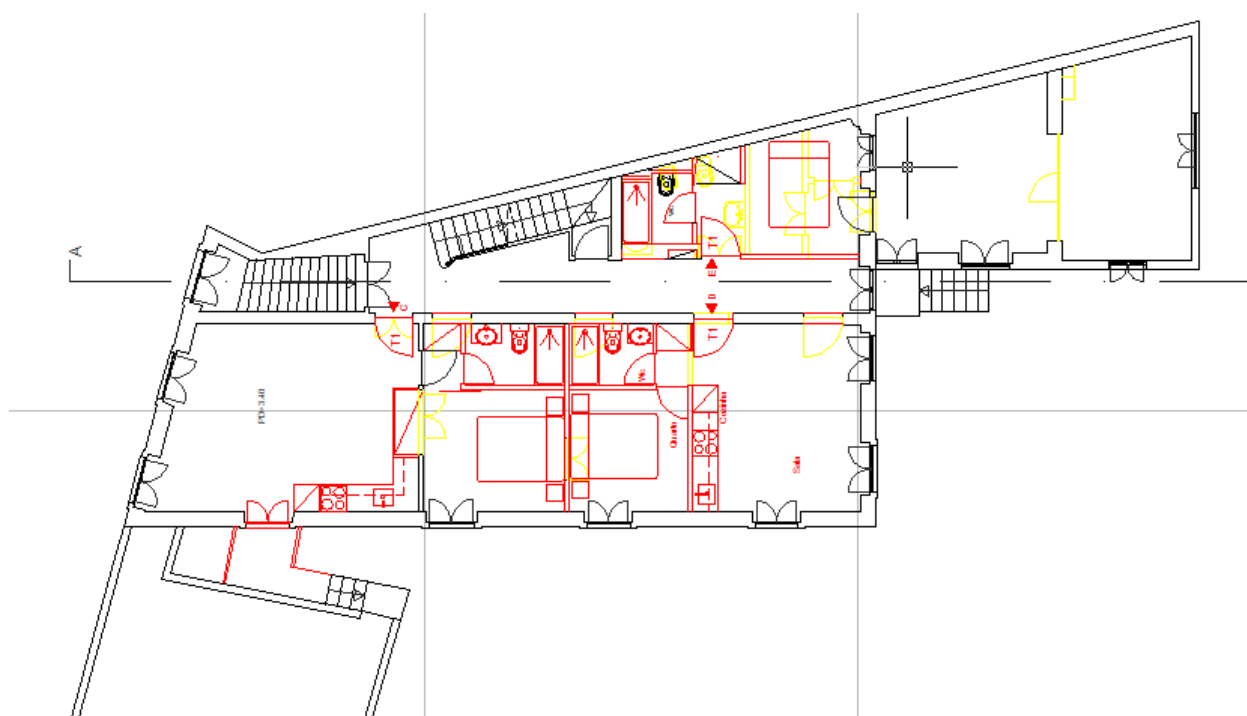


Figura 4.14 – Planta de vermelhos e amarelos do 1º andar

As áreas das divisões das três frações existentes neste piso são apresentadas na Tabela seguinte.

Tabela 4.4 – Áreas das frações C, D e E

Fração C	
Sala e cozinha	23,89 m <sup>2</sup>
Quarto	10,12 m <sup>2</sup>
Casa de banho	3,29 m <sup>2</sup>
Fração D	
Sala e cozinha	18,00 m <sup>2</sup>
Quarto	7,72 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,75 m <sup>2</sup>
Fração E	
Quarto	9,93 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,61 m <sup>2</sup>
Sala e Cozinha	15,67 m <sup>2</sup>

Suite	9,95 m <sup>2</sup>
Casa de banho (suite)	3,52 m <sup>2</sup>

#### 4.2.1.3 Intervenção no 2º andar

No 2º andar do edifício, estão situadas parte das frações F e G, ambas de tipologia T2 duplex. Neste piso foram realizadas as seguintes intervenções:

- Demolição de paredes divisórias existentes e da escada que comunicava com o vão do telhado, com o intuito de construir novas divisões mais espaçosas (todas as paredes demolidas estão assinaladas a amarelo na Figura 4.16).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção das casas de banho em ambas as frações (a vermelho na Figura 4.16).
- Construção de duas escadas em madeira, uma em cada fração, para a comunicação entre o 2º andar e o vão do telhado.
- Execução de parede divisória em gesso cartonado, com duas placas standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm com isolamento a lã mineral para a separação de fogos, quarto da fração G com o quarto da fração F (a vermelho na Figura 4.16).
- Execução de duas paredes divisórias em gesso cartonado, com duas placas standard numa face e duas placas hidrófugas na outra face e estrutura de 90 mm com isolamento a lã mineral, para aproveitamento do espaço vazio existente na comunicação horizontal comum. Ou seja, foi demolida a parede existente que se encontrava a 1 m da caixa de escada e foram construídas estas paredes em gesso cartonado à face da escada, permitindo assim ganhar cerca de 3,4 m<sup>2</sup> de área útil para ambas as frações. Na Figura 4.15 é possível ver a posição da parede existente a demolir (Figura da esquerda) e a construção da nova parede (Figura da direita).



Figura 4.15 – Execução da parede na fração F

- Recuperação e limpeza do elemento superior do guarda corpo exterior (em granito) da fração G, que se encontrava degradado.

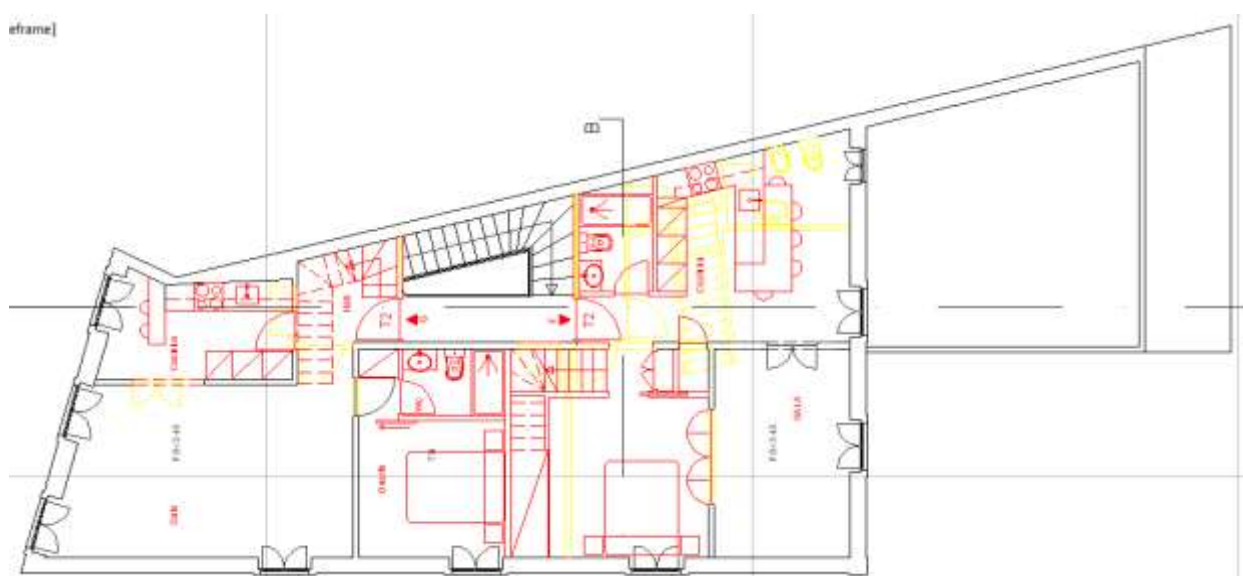


Figura 4.16 – Planta de vermelhos e amarelos do 2º andar

As áreas das divisões das duas frações existentes neste piso são apresentadas na Tabela seguinte.

Tabela 4.5 – Áreas das frações F e G

Fração F	
Sala	22,21 m <sup>2</sup>
Casa de banho	3,00 m <sup>2</sup>
Quarto	9,40 m <sup>2</sup>
Cozinha	8,33 m <sup>2</sup>

Hall	3,20 m <sup>2</sup>
Fração G	
Sala	12,40 m <sup>2</sup>
Casa de banho	3,15 m <sup>2</sup>
Quarto	13,00 m <sup>2</sup>
Cozinha	11,80 m <sup>2</sup>
Hall	6,00 m <sup>2</sup>

#### 4.2.1.4 Intervenção no vão do telhado

Neste piso estão situados os quartos principais das frações F e G de tipologia T2 duplex. Para a reabilitação deste piso foram necessárias as seguintes intervenções:

- Demolição de paredes divisórias existentes, com o intuito de construir novas divisões mais espaçosas (todas as paredes demolidas estão assinaladas a amarelo na Figura 4.17).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção das casas de banho em ambas as frações e da lavandaria (a vermelho na Figura 4.17).
- Execução de parede divisória em gesso cartonado, com duas placas standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada e estrutura de 90 mm com isolamento a lã mineral para a separação de fogos, quarto da fração G com o quarto da fração F (a vermelho na Figura 4.17).
- Abertura de oito janelas tipo velux.

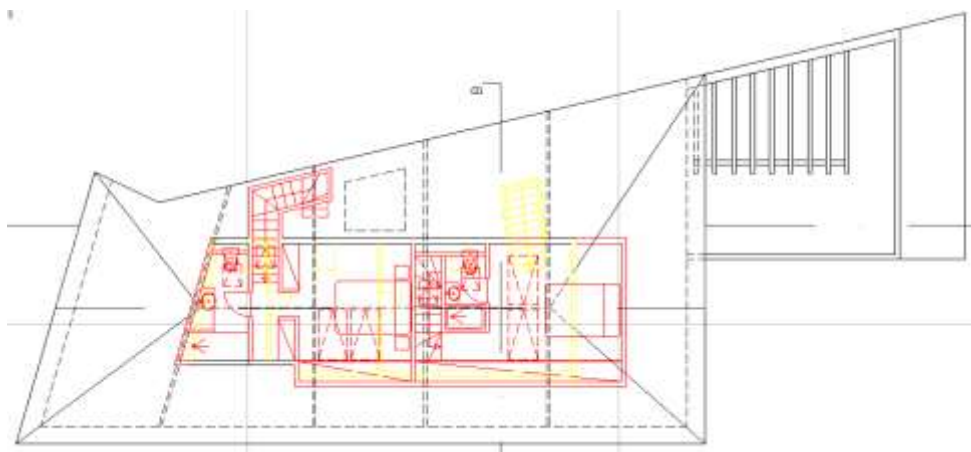


Figura 4.17 – Planta de vermelhos e amarelos do vão do telhado

As áreas das divisões das duas frações existentes neste piso são apresentadas na Tabela 4.6.

Tabela 4.6 – Áreas das frações F e G (vão do telhado)

Fração F	
Quarto	12,34 m <sup>2</sup>
Casa de banho	4,20 m <sup>2</sup>
Lavandaria	1,35 m <sup>2</sup>
Fração G	
Quarto	15,73 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,20 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2 Reabilitação do edifício secundário

A intervenção neste edifício, que irá dar origem a nove frações, consistiu essencialmente na reorganização dos espaços, ou seja, foram efetuadas demolições de algumas paredes existentes de forma a tornar alguns locais mais amplos e a construção de novas paredes divisórias em gesso cartonado, para dar origem a novas divisões no interior das frações. Ainda no âmbito da reorganização dos espaços, em três habitações (frações Q, O e M) foi reaproveitado o vão do telhado para a construção de novas divisões.

As paredes exteriores foram todas mantidas, sofrendo apenas alterações a nível de revestimentos, ou seja, a face exterior da fachada principal foi toda revestida com ETICS com 1 cm de espessura e a face interior foi forrada com placas de gesso cartonado.

Ao nível da intervenção dos pavimentos de separação entre pisos de habitação, em estrutura de madeira, foi efetuada uma análise ao estado dos elementos estruturais existentes e procedeu-se à substituição dos elementos que se encontravam degradados. Na estrutura de separação entre os pisos elevados (pavimento de madeira), foi colocado OSB e soalho, enquanto que no rés do chão foi colocado piso radiante.

Na cobertura procedeu-se à execução de uma nova estrutura em madeira, uma vez que a existente se encontrava deteriorada.

Em todas as frações foram aplicadas redes novas de abastecimento e drenagem de águas, bem como o todo o sistema elétrico, uma vez que as infraestruturas existentes na habitação se encontravam desatualizadas e em estado de degradação.

De seguida, é apresentado de uma forma geral as intervenções realizadas em cada uma das frações, bem como as respetivas áreas por divisão depois de realizadas essas mesmas intervenções.

#### 4.2.2.1 Fração P

A fração P é de tipologia T1, está situada no rés-do-chão e foram realizadas as seguintes intervenções:

- Execução de uma parede divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de uma cozinha e casa de banho. (a vermelho na Figura 4.18).
- Demolição da parede divisória existente para tornar o espaço entre a cozinha e o quarto mais uniforme (a amarelo na Figura 4.18).
- Execução de parte da parede de separação de fogos (entre a fração P e N).

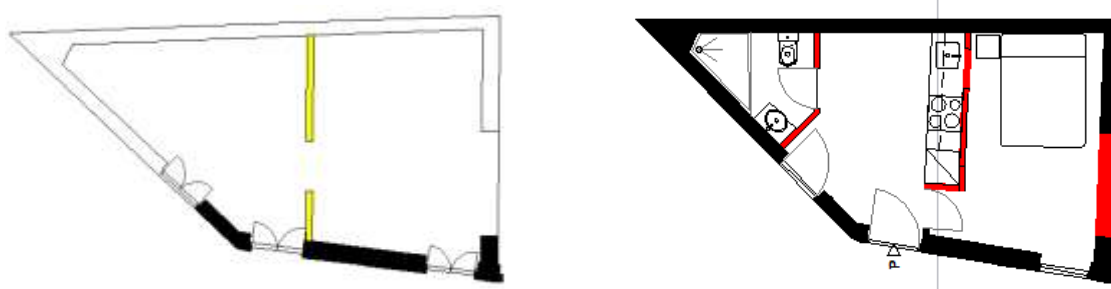


Figura 4.18 – Planta da fração P antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração P estão apresentadas na Tabela 4.7.

Tabela 4.7 – Áreas da fração P

Quarto	9,77 m <sup>2</sup>
Cozinha e Sala	8,50 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,90 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.2 Fração Q

A fração Q é de tipologia T2 e está distribuída por dois pisos (1º andar e vão do telhado) e foram realizadas as seguintes intervenções:

- Execução de uma parede divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de uma cozinha e casa de banho. (a vermelho na Figura 4.19).
- Utilização do vão do telhado para a construção de um quarto.
- Construção de uma escada em madeira para comunicação entre os 2 pisos da habitação.

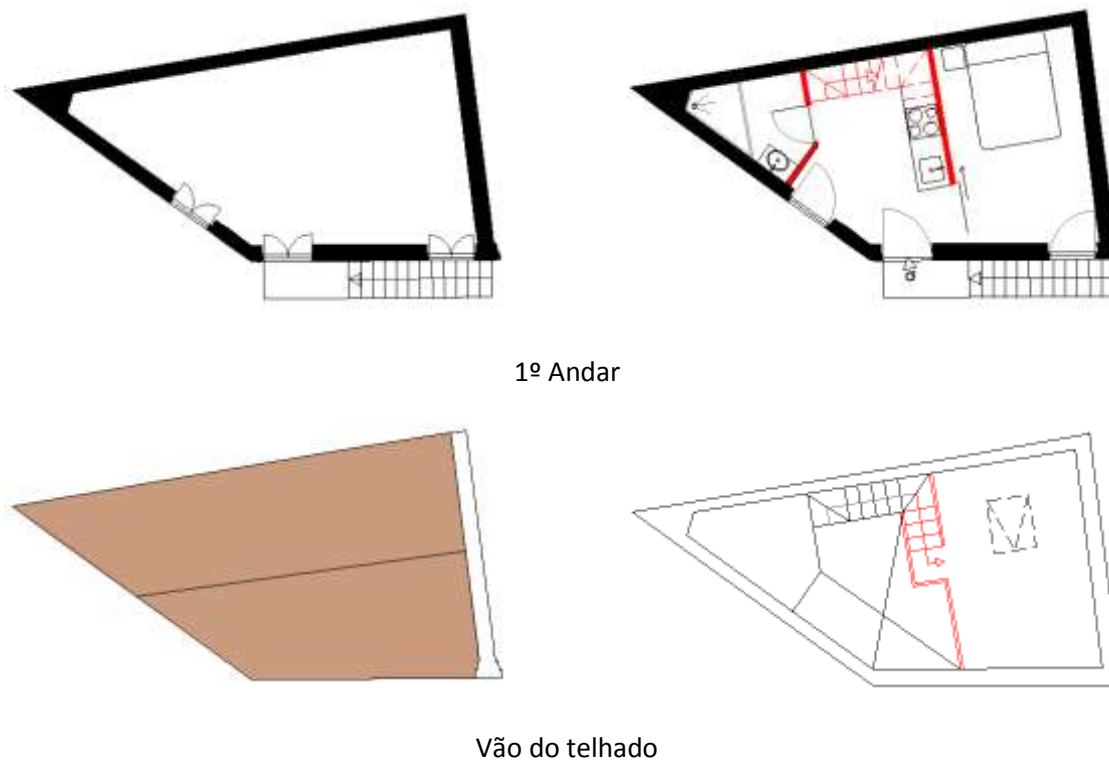


Figura 4.19 – Planta da fração Q antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração Q estão apresentadas na Tabela 4.8.

Tabela 4.8 – Áreas da fração Q

Quarto	10,20 m <sup>2</sup>
Cozinha e Sala	7,90 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,90 m <sup>2</sup>
Quarto 2	9,80 m <sup>2</sup>
Arrumo	10,00 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.3 Fração N

A fração N é de tipologia T1 e está situada no rés-do-chão. Nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Execução de uma parede divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de um quarto e casa de banho (a vermelho na Figura 4.20).
- Demolição da parede divisória existente para tornar a sala e a cozinha num local mais espaçoso (a amarelo na Figura 4.20).

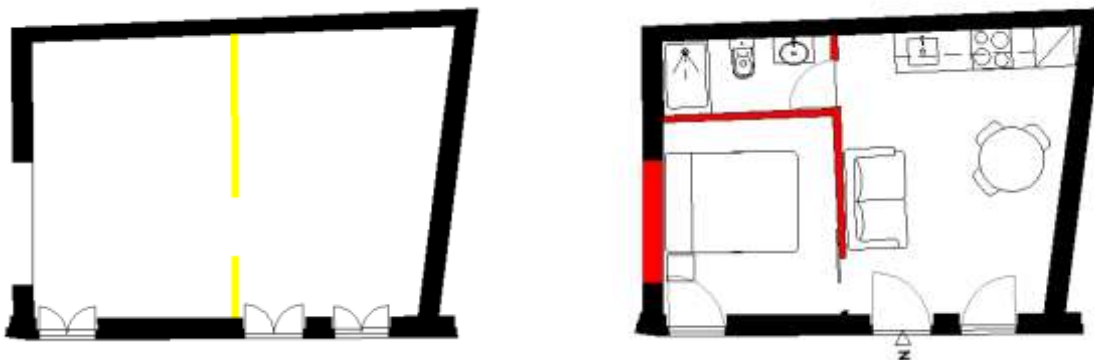


Figura 4.20 – Planta da fração N antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração N estão apresentadas na Tabela 4.9.

Tabela 4.9 – Áreas da fração N

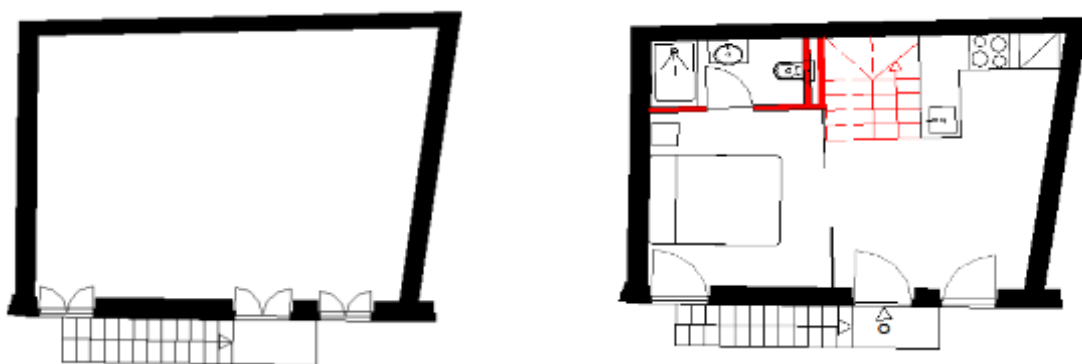
Quarto	7,70 m <sup>2</sup>
Sala e Cozinha	15,80 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,80 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.4 Fração O

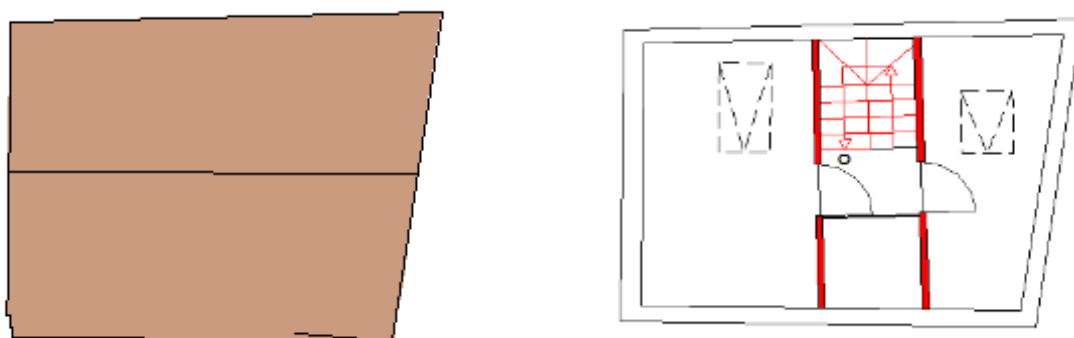
A fração O é de tipologia T2 e está distribuída por 2 pisos (1º andar e vão do telhado), nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Execução de uma parede divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de uma casa de banho (a vermelho na Figura 4.21).
- No 1º andar para separação do quarto e da sala/cozinha, foi utilizado um sistema de portas de correr.
- Construção de uma escada em madeira para comunicação entre os 2 pisos da habitação.
- No vão do telhado foram construídas duas divisões para a habitação, um quarto e um local de arrumos. As paredes divisórias são construídas em placas de gesso cartonado, com placas

standard de ambos lados de 12,5mm de espessura e estrutura de 90mm (a vermelho na Figura 4.21).



1º Andar



Vão do telhado

Figura 4.21 – Planta da fração O antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração O estão apresentadas na Tabela 4.10.

Tabela 4.10 – Áreas da fração O

Cozinha	3,60 m <sup>2</sup>
Sala	8,00 m <sup>2</sup>
Casa de banho	1,40 m <sup>2</sup>
Quarto 1	8,00 m <sup>2</sup>
Arrumo	7,90 m <sup>2</sup>
Quarto 2	10,80 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.5 Fração M

A fração M é de tipologia T2 e está distribuída por 3 pisos. No rés-do-chão existe apenas a caixa de escada que faz o acesso ao interior da fração, no 1º andar estão situadas as divisões sociais (sala e cozinha) e no vão do telhado estão situados os quartos. Nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Execução de trabalhos de regularização e limpeza na escada existente, que estabelece a comunicação entre o 1º andar e o exterior da habitação.
- Demolição das paredes divisórias existentes no 1º andar para tornar a sala mais espaçosa (a amarelo na Figura 4.22)
- Construção de escadas em madeira que faz a comunicação entre o 1º andar e o vão do telhado.
- Execução de paredes divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90mm, para a construção de duas casas de banho e um quarto (a vermelho na Figura 4.22).



Figura 4.22 – Planta da fração M antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração M estão apresentadas na Tabela 4.11.

Tabela 4.11 – Áreas da fração M

Cozinha	10,50 m <sup>2</sup>
WC 1	1,20 m <sup>2</sup>
Sala	17,40 m <sup>2</sup>
Quarto 1	14,30 m <sup>2</sup>
WC 2	2,90 m <sup>2</sup>
Quarto 2	10,10 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.6 Fração L

A fração L está situada no rés-do-chão e é de tipologia T1. Nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Foi possível aproveitar a parede divisória existente de separação entre o quarto e a sala, fazendo apenas duas aberturas para as portas. Esta parede foi revestida em ambos os lados por placas de gesso cartonado.
- Demolição de parte da parede de separação de fogos, para tornar possível a construção de uma cozinha (a amarelo na Figura 4.23).
- Demolição das paredes divisórias existentes para tornar a sala num local mais espaçoso.
- Execução de paredes divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90mm, para a construção de uma casa de banho (a vermelho na Figura 4.23).

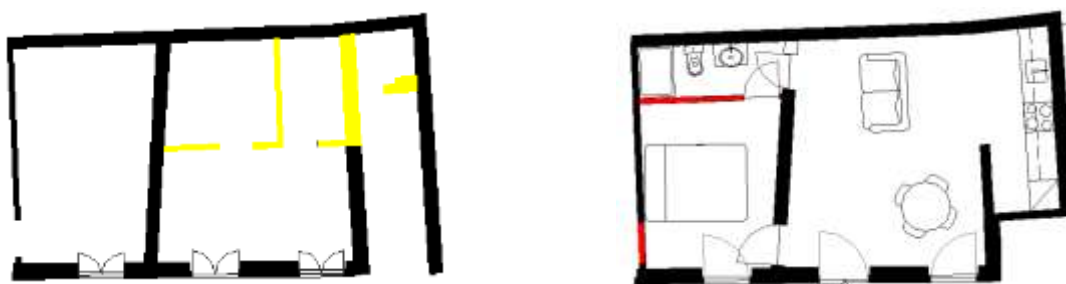


Figura 4.23 – Planta da fração M antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração L estão apresentadas na Tabela 4.12.

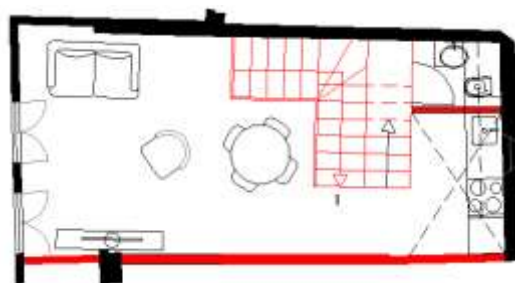
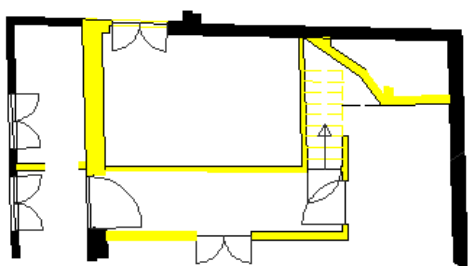
Tabela 4.12 – Áreas da fração L

Cozinha e sala	22,00 m <sup>2</sup>
Quarto	8,60 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,90 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.7 Fração I

A fração I é de tipologia T2 e está distribuída por 3 pisos. No rés do chão existe apenas a caixa de escadas que faz o acesso ao interior da fração, o 1º andar está destinado às divisões sociais (sala e cozinha) e no 2º andar (uma vez que a casa é mais alta não é necessário aproveitar o vão do telhado) encontram-se os quartos. Nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Construção de escada em betão armado, que faz a comunicação entre o rés do chão e o 1º andar da fração.
- Demolição de todas as paredes divisórias e escadas existentes no interior da fração para a construção de novas divisões (a amarelo na Figura 4.24).
- Construção de uma escada em madeira, para proporcionar a comunicação entre o 1º e o 2º andar da fração.
- Execução de paredes divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de novas divisões (a vermelho na Figura 4.24).
- Execução de uma parede divisória em gesso cartonado, com duas placas standard em ambas as faces de 12,5mm de espessura cada e estrutura de 90mm, para a separação de fogos (a vermelho na Figura 4.24).



1º Andar

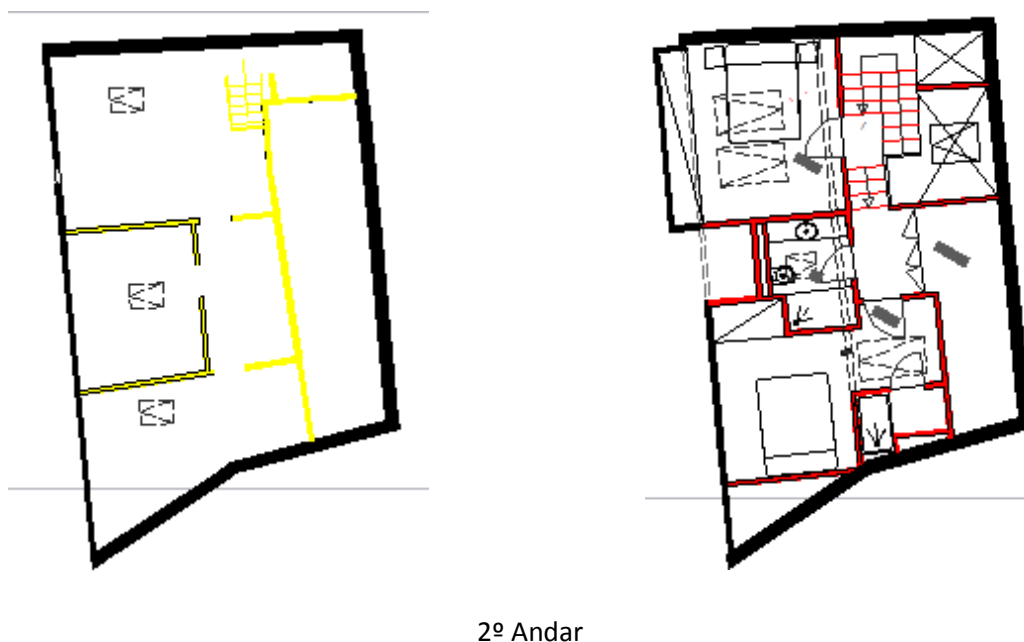


Figura 4.24 – Planta da fração I antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração I estão apresentadas na Tabela 4.13.

Tabela 4.13 – Áreas da fração I

Quarto 1	13,20 m <sup>2</sup>
Casa de banho 1	3,60 m <sup>2</sup>
Quarto 2	12,20 m <sup>2</sup>
Casa de banho (apoio quarto 2)	1,90 m <sup>2</sup>
Arrumos	7,10 m <sup>2</sup>
Cozinha	3,60 m <sup>2</sup>
Sala	18,20 m <sup>2</sup>
Casa de banho	1,60 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.8 Fração J

A fração J está situada no rés do chão e é de tipologia T2. Nesta habitação foram realizadas as seguintes intervenções:

- Demolição de todas as paredes divisórias existentes devido ao seu mau estado de conservação (a amarelo na Figura 4.25).

- Execução de paredes divisória em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de uma casa de banho (a vermelho na Figura 4.25).
- Execução de paredes divisória em gesso cartonado, com uma placa standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm, para a construção dos quartos e da sala (a vermelho na Figura 4.25).



Figura 4.25 – Planta da fração J antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração J estão apresentadas na Tabela 4.14.

Tabela 4.14 – Áreas da fração J

Quarto	7,60 m <sup>2</sup>
Casa de banho	3,00 m <sup>2</sup>
Sala e cozinha	22,00 m <sup>2</sup>
Quarto 2	9,30 m <sup>2</sup>
Casa de banho (apoio ao quarto 2)	2,80 m <sup>2</sup>

#### 4.2.2.9 Fração H

A fração H é de tipologia T1 e está situada no 1º andar, a escada que permite o acesso à fração fica no exterior. As intervenções a realizadas nesta habitação foram as seguintes:

- Foi possível aproveitar a escada exterior de acesso à habitação, realizando apenas trabalhos de regularização e limpeza.
- Demolição de todas as paredes divisórias interiores, devido ao seu mau estado de conservação (a amarelo na Figura 4.26).
- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard numa face e uma placa hidrófuga na outra face de 12,5 mm de espessura e estrutura de 90 mm, para a construção de uma casa de banho (a vermelho na Figura 4.26).

- Execução de paredes divisórias em gesso cartonado, com uma placa standard em ambas as faces de 12,5 mm de espessura cada, e estrutura de 90 mm, para a construção do quarto (a vermelho na Figura 4.26).

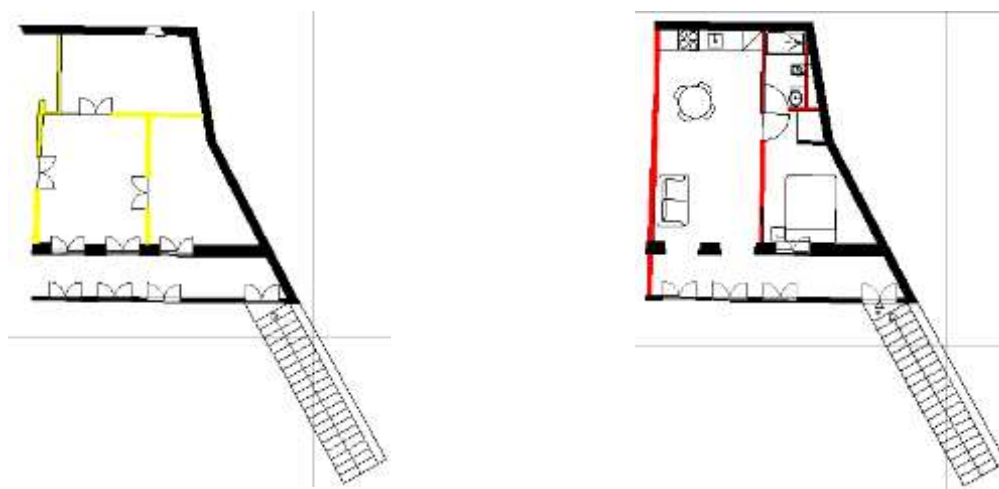


Figura 4.26 – Planta da fração H antes (esquerda) e depois (direita) da intervenção

As áreas das divisões que constituem a fração H estão apresentadas na Tabela 4.15.

Tabela 4.15 – Áreas da fração H

Quarto	9,60 m <sup>2</sup>
Casa de banho	2,80 m <sup>2</sup>
Sala e Cozinha	20,00 m <sup>2</sup>
Hall	9,20 m <sup>2</sup>

### 4.2.3 Reabilitação do espaço exterior

A terceira e última fase de intervenção no condomínio Camões 475 consiste, como já referido anteriormente, a reabilitação do espaço exterior existente entre o edifício principal e as casinhas.

Este espaço tem uma área de 669,10 m<sup>2</sup> e à semelhança do que aconteceu no interior dos edifícios, encontrava-se em estado de degradação, tal como é possível observar na Figura 4.27.



Figura 4.27 – Vista aérea do espaço exterior do condomínio

Devido ao estado em que se encontrava este espaço, à densa arborização existente e o pavimento irregular, em algumas zonas, foi impossível a entrada de viaturas que eram necessárias no apoio às intervenções a efetuar no interior dos edifícios (como por exemplo, entrada e saída de camiões para carregamento dos resíduos resultantes da demolição).

Sendo assim, o primeiro trabalho realizado neste condomínio foi a limpeza e desmatagem do espaço exterior. Terminado este trabalho e sendo possível aceder ao espaço com viaturas procedeu-se à intervenção no edifício principal e secundário.

O principal objetivo da intervenção neste espaço exterior foi de permitir aos moradores do edifício secundário terem acesso às suas habitações e todos as frações terem disponível um lugar de estacionamento para as suas viaturas.

A planta da organização do espaço exterior a implementar é apresentada na Figura 4.28.



Figura 4.28 – Planta dos arranjos exteriores

O espaço exterior foi organizado da seguinte forma: a entrada do condomínio foi revestida com o material cubo 11x11 (a cor cinza na Figura 4.28) prolongando esse material até a zona exclusiva para estacionamento de algumas frações.

Aproximadamente a meio do espaço exterior e em certos locais estratégicos, para permitir o acesso pedonal às habitações, foram construídos passadiços em terra way, como é possível ver na Figura 4.28 a cor castanha.

Os restantes locais de estacionamento, destinados as frações F, L, M, N, O, Q, G, P, E, B, foram revestidos a relva, assinalado a verde escuro na Figura 4.28. O acesso a estes locais é feito através de um espaço onde vai ser aplicado grelha de enrelvamento em polipropileno, na Figura 4.28 representado a verde claro.

Na lateral do edifício principal, foi construída uma pequena zona ajardinada de uso comum a todas as frações assinalado a amarelo na Figura 4.28.

Em frente ao edifício secundário foi construído na totalidade da sua extensão um passeio no material micro cubo (a cinzento escuro na Figura 4.28). Este passeio encontra-se situado a uma cota mais elevada do restante pavimento exterior, com o intuito separar a zona de estacionamento automóvel da zona de passagem pedonal. Esta separação entre as duas zonas é visível na Figura 4.29.



Figura 4.29 – Acesso pedonal do edifício secundário

Na Tabela 4.16 é apresentado as áreas de cada uma das zonas constituintes deste espaço exterior.

Tabela 4.16 – Áreas do espaço exterior

Zona de acesso ao edificio e estacionamento (cubo 11x11)	263,70 m <sup>2</sup>
Passadiços pedonais (terra way)	38,10 m <sup>2</sup>
Passagem pedonal (micro cubo)	36,00 m <sup>2</sup>

Zona de estacionamento (relva)	226,60 m <sup>2</sup>
Acesso ao estacionamento (grelha de enrelvamento)	80,20 m <sup>2</sup>
Zona ajardinada comum	24,50 m <sup>2</sup>

### 4.3 ESTUDO TÉRMICO DO EDIFÍCIO PRINCIPAL

#### 4.3.1 Localização

O estudo térmico consiste em analisar o desempenho energético de cada fração que compõe o edifício principal da obra apresentada tendo por base o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), assim como apresentar soluções que permitam melhorar o desempenho energético de cada fração.

O edifício em estudo está localizado no interior da zona urbana do Porto, na região climática NUTS III do Grande Porto, I1 – V2, na “Região A” a mais de 5km do mar e a uma altitude de 118 m ao nível do rés do chão do edifício acima da cota do mar. Todos os andares serão destinados à área habitacional, albergando um total de 7 frações.

O edifício é dotado de fachadas com orientação a Norte, a Este e Oeste, ficando o alçado principal orientado a Este, virado para a Rua da Camões. A parede Sul é meeira com um edifício adjacente. Na Figura 4.30 é apresentado a orientação das fachadas do edifício.



Figura 4.30 – Orientação das fachadas do edifício

### 4.3.2 Parâmetros climáticos

O edifício situa-se no Porto, a uma altura média de 118m, ao nível do rés do chão do edifício acima da cota do mar. De acordo com o Despacho n.º 15793-F / 2013, alterado pela Declaração de retificação n.º 130 / 2014, nos termos do DL n.º 118 / 2013 de 20 de agosto, deve ser definida a zona climática para as estações de aquecimento e arrefecimento.

Todos os cálculos para determinar as zonas climáticas foram realizados de acordo com a regulamentação em vigor a cima mencionada e todas as fórmulas e critérios utilizados podem ser consultados no Anexo II.

Aplicando as expressões e os critérios regulamentares foram determinados os parâmetros apresentados na Tabela 4.17 para a estação de aquecimento e arrefecimento.

Tabela 4.17 – Parâmetros climáticos e zonas climáticas

Estação	Fração	Z (m)	GD (°C. Dias)	M ou Lv (meses)	$\Theta_{ext,v}$ (°C)	Zona Climática
Aquecimento	A e B	118	1288	6,25	-	I1
Aquecimento	C, D e E	121	1293	6,25	-	I1
Aquecimento	F e G	125	1300	6,26	-	I1
Arrefecimento	A e B	118	-	4	20,9	V2
Arrefecimento	C, D e E	121	-	4	20,9	V2
Arrefecimento	F e G	125	-	4	20,9	V2

### 4.3.3 Inércia térmica

Com os elementos construtivos, constituintes do edifício, foi calculado para todas as frações a respetiva inércia térmica, utilizando as folhas de cálculo do ITEcons apresentadas no Anexo III. Os resultados obtidos para as frações em questão estão apresentados na Tabela 4.18.

Tabela 4.18 – Resultados obtidos para a Inércia térmica

Fração	$I_t$ (kg/m <sup>2</sup> )	
A	393,93	Média
B	382,25	Média
C	377,28	Média

D	394,06	Média
E	403,71	Forte
F	251,64	Média
G	268,23	Média

#### 4.3.4 Ventilação

Em todas as frações existentes no edifício principal, até a data de acompanhamento de obra estavam colocadas apenas as instalações (tubagens) para a aplicação de ventilação mecânica, não estando definido o modelo a aplicar, sendo assim para o estudo da ventilação, apenas foi considerado que esta se realizava pela permeabilidade ao ar da envolvente do edifício através dos vãos envidraçados, que apresentam uma classe de permeabilidade de 4.

Todas as frações existentes nestas condições, apresentam uma taxa de renovação de ar insuficientes à luz do regulamento, ou seja, é necessário a aplicação de um sistema de ventilação mecânico proposto de seguida como medida de melhoria.

No caso de as frações apresentarem problemas de ventilação, para efeitos de cálculo da classificação energética, as folhas do ITEcons, assumem o valor mínimo da taxa de renovação de ar de 0,4 h-1.

Na Tabela 4.19 apresenta-se os valores das renovações de ar (RPH) estimados nas condições acima descritas, ou seja, com a ventilação realizada apenas pela permeabilidade dos vãos envidraçados.

Tabela 4.19 – RPH estimado

Fração	RPH (h-1)
A	0,01
B	0,01
C	0,01
D	0,01
E	0,00
F	0,01
G	0,00

No Anexo IV apresenta-se as folhas de cálculo de ventilação de todas as frações.

### 4.3.5 Soluções construtivas aplicadas em obra

#### 4.3.5.1 Elementos opacos da envolvente

No que diz respeito aos elementos opacos da envolvente, para saber a composição de todas as soluções construtivas, foi realizado um levantamento em obra para avaliar com alguma precisão a dimensão dos elementos, como por exemplo a espessura da pedra.

Na generalidade, as paredes exteriores da fachada do edifício são construídas em pedra de granito, revestidos pelo interior com placas de gesso cartonado e pelo exterior com o sistema ETICS ou com azulejos cerâmicos.

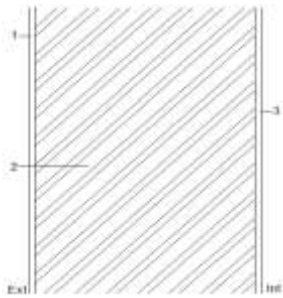
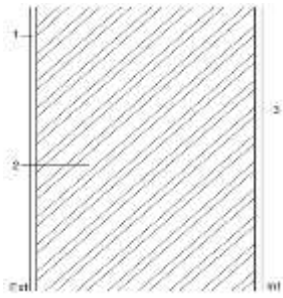
As paredes de separação da habitação para as zonas de comunicação horizontal comum são constituídas em pedra de granito revestidas em ambas as faces por placas de gesso cartonado.

A separação entre pisos é realizada em pavimento com estrutura de madeira.

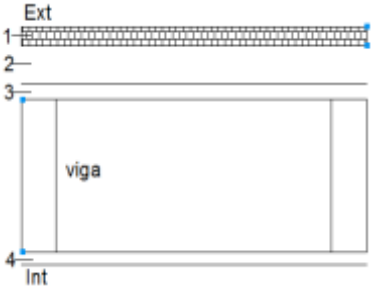
A cobertura é toda em estrutura de madeira, revestida por telha e subtelha onduline e com um teto falso em gesso cartonado, entre estes elementos é aplicado um isolamento em roofmate.

A Tabela 4.20 apresenta os coeficientes de transmissão térmica das soluções construtivas identificadas. O cálculo dos coeficientes de transmissão térmica foi realizado tendo em conta a condutibilidade térmica de cada material definido pelo ITE50 utilizando as expressões definidas no Despacho (extrato) nº 15793-K / 2013 e que podem ser consultadas no Anexo V.

Tabela 4.20 – Coeficientes de transmissão térmica (U)

	<p>Parede da fachada Norte e Oeste</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. ETICS (e = 1 cm)</li> <li>2. Parede de pedra (e = 38 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,60 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
	<p>Parede da fachada Este</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Azulejo cerâmico (e ≈ 1 cm)</li> <li>2. Parede de pedra (e = 38 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 2,75 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>

	<p>Parede de separação entre habitação e CHC</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> <li>2. Parede de pedra (e = 28 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 2,17 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
	<p>Parede de separação entre habitação e CHC</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 + 1.25 cm)</li> <li>2. Lã mineral (e = 4 + 4 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 + 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 0,41 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
	<p>Parede de separação entre habitação e lavandaria</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> <li>2. Lã mineral (e = 4 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 0,74 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
	<p>Parede de separação entre habitação e o edifício adjacente</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> <li>2. Parede de pedra (e = 38 cm)</li> </ol> <p><b>U = 2,81 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
	<p>Pavimento entre piso de habitação e CHC</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Soalho (e = 2 cm)</li> <li>2. OSB (e = 2,2 cm)</li> <li>3. Placa de gesso cartonado (e = 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>U = 1,49 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>

	<p>Cobertura</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Telha e Subtelha Onduline</li> <li>2. Roofmate (e = 4 cm)</li> <li>3. OSB (e = 1.6 cm)</li> <li>4. Placa de gesso cartonado (e= 1.25 cm)</li> </ol> <p><b>Uasc = 0,69 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p> <p><b>Udesc = 0,66 W/(m<sup>2</sup> °C)</b></p>
---	---

#### 4.3.5.2 Envidraçados verticais

Os vãos envidraçados exteriores verticais localizados nas fachadas do edifício, são constituídos por caixilharia de madeira, por janelas ou portas de duas folhas com bandeira, em madeira maciça, tipo Gercima, com quadrícula e com classe 4 relativamente à permeabilidade de acordo com a EN12207.

O vidro será duplo da marca “Saint Gobain Glass Planilux”, composto por um vidro de 6mm, caixa de ar com 14mm e um vidro de 5mm incolor.

Estes vãos envidraçados no caso das portas, serão protegidos interiormente por uma cortina opaca de cor clara e por uma portada de cor clara, no caso das janelas.

A Tabela 4.21 apresenta os valores dos fatores solares e o coeficiente de transmissão térmica (Uw) de acordo com a norma EN10077.

Tabela 4.21 – Fatores solares e Uw dos envidraçados verticais

$g_{\perp,vi}$	0,75
$g_{Tvc}$ (cortina)	0,37
$g_{Tvc}$ (portada)	0,35
Uw	2,4 W/m <sup>2</sup> k

O cálculo dos fatores solares dos vãos envidraçados para a estação de arrefecimento e aquecimento encontram-se descritos no Anexo VI.

#### 4.3.5.3 Envidraçados horizontais

Os vãos envidraçados horizontais do edifício serão constituídos por caixilharia de madeira, sistema VELUX GPL 3076 CK04, com janela projetante, fabricada com pinho natural de alta qualidade, com acabamento envernizado e com classe 4 relativamente à permeabilidade ao ar. O vidro será duplo, com

proteção solar, constituído por painel interior de vidro duplo e laminado mais um painel exterior endurecido com revestimento, resultando uma maior redução sonora.

Estes vãos envidraçados serão protegidos, interiormente, por uma cortina tapa luz integrada (opaca), de cor clara.

A Tabela 4.22 apresenta os valores dos fatores solares e o coeficiente de transmissão térmica (Uw).

Tabela 4.22 – Fatores solares e Uw dos envidraçados horizontais

$g_{\perp,vi}$	0,30
$g_{Tvc}$ (cortina)	0,148
Uw	1,2 W/m <sup>2</sup> k

O cálculo dos fatores solares dos vãos envidraçados para a estação de arrefecimento e aquecimento encontram-se descritos no Anexo VI.

#### 4.3.6 Sistema de produção de águas quentes sanitárias (AQS)

Em cada fração, para a produção de Águas Quentes Sanitárias, foi prevista a instalação horizontal, no arrumo de cada fração, de um termoacumulador elétrico mural da marca BAXI, Série 5 e modelo H510, com uma capacidade de 100 litros. O equipamento é fabricado em aço esmaltado e é revestido com espuma rígida de poliuretano injetado, livre de CFC e sem HCFC. O sistema elétrico apresenta uma potência de 1,5 KW. Este aparelho apresenta uma altura total de 1019mm e um diâmetro de 433mm.

A energia útil necessária para a preparação de AQS, durante um ano será calculada de acordo com as expressões apresentadas no Anexo VII. Os resultados obtidos encontram-se registados nas Tabelas seguintes.

Tabela 4.23 – Resultados obtidos para o consumo médio diário de referencia ( $M_{AQS}$ )

Fração	$M_{AQS}$ (litros)
A	80
B	120
C	80
D	80
E	120

F	120
G	120

Os resultados obtidos para as necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS ( $Q_a$ ), estão apresentadas na Tabela 4.24.

Tabela 4.24 – Resultados obtidos para  $Q_a$

Fração	$Q_a$ (KWh/m <sup>2</sup> .Ano)
A	27,90
B	24,52
C	31,87
D	41,78
E	42,78
F	27,85
G	26,68

#### 4.3.7 Verificação do cumprimento dos limites das necessidades energéticas

##### 4.3.7.1 Necessidades nominais globais de energia primária

As necessidades nominais anuais globais ( $N_{tc}$ ) de cada uma das frações autónomas de um edifício não pode exceder um valor máximo admissível de energia primária ( $N_t$ ). O valor de  $N_{tc}$  é determinado com base nos valores reais de aquecimento ( $N_{ic}$ ), arrefecimento ( $N_{vc}$ ), produção de AQS ( $Q_a/A_p$ ) e ventilação mecânica ( $W_{vm,i}/A_p$ ), deduzidas de eventuais contribuições de fontes de energia renovável ( $E_{ren.p}/A_p$ ).

##### 4.3.7.2 Cálculo das necessidades nominais de aquecimento

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício ( $N_{ic}$ ) está relacionado com: transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento ( $Q_{TR,i}$ ), a transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento ( $Q_{VE,i}$ ), os ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes ( $Q_{GU,i}$ ) e área interior útil de pavimento do edifício medida pelo

interior. Os resultados obtidos encontram-se registados nas Tabelas seguintes. O valor de  $N_{IC}$ , será calculado de acordo com a expressão apresentada no Anexo VIII.

A Tabela 4.25 apresenta os resultados obtidos para o  $Q_{TR,I}$  e o  $Q_{TR,I}$  de referência.

Tabela 4.25 – Resultados obtidos para o  $Q_{TR,I}$

Fração	$Q_{TR,I}$ (KWh/ano)	$Q_{TR,I, REF}$ (KWh/ano)
A	3921,18	2702,62
B	6730,61	4692,52
C	4460,56	2096,54
D	3100,03	1638,22
E	5412,59	2441,75
F	6031,65	3162,96
G	5245,46	2874,95

A Tabela 4.26 apresenta os resultados obtidos para o  $Q_{VE,I}$  e o  $Q_{VE,I}$  de referência.

Tabela 4.26 – Resultados obtidos para o  $Q_{VE,I}$

Fração	$Q_{VE,I}$ (KWh/ano)	$Q_{VE,I, REF}$ (KWh/ano)
A	430,05	430,05
B	733,75	733,75
C	535,14	535,14
D	408,17	408,17
E	598,17	598,17
F	884,42	884,42
G	925,55	925,55

A Tabela 4.27 apresenta os resultados obtidos para o  $Q_{GU,I}$  e o  $Q_{GU,I}$  de referência.

Tabela 4.27 – Resultados obtidos para o  $Q_{GU,I}$

Fração	$Q_{GU,I}$ (KWh/ano)	$Q_{GU,I, REF}$ (KWh/ano)
A	1493,33	914,81

B	2677,29	1560,82
C	1448,19	801,51
D	1041,44	611,34
E	1207,09	895,70
F	2319,94	1377,33
G	2053,81	1438,01

A Tabela 4.28 apresenta os resultados obtidos para o  $N_{IC}$  e o  $N_I$  de referência.

Tabela 4.28 – Resultados obtidos para o  $N_{IC}$

Fração	$N_{IC}$ (KWh/m <sup>2</sup> .Ano)	$N_I$ (KWh/m <sup>2</sup> .Ano)	$N_{IC}/N_I$	Portaria nº349-B/2013
A	67,07	52,05	1,29	Não verifica
B	65,85	53,17	1,24	Verifica
C	95,11	49,07	1,94	Não verifica
D	86,71	50,44	1,72	Não verifica
E	115,25	51,44	2,24	Não verifica
F	71,80	41,71	1,72	Não verifica
G	61,61	35,35	1,74	Não verifica

Segundo a portaria nº349-B/2013 – requisitos, os edifícios habitacionais existentes sujeitos a grandes intervenções construídos entre 1960 e 1990 devem cumprir a seguinte condição,  $N_{IC}/N_I < 1,25$ , ou seja, neste caso apenas a fração B verifica esta condição.

#### 4.3.7.3 Cálculo das necessidades nominais de arrefecimento

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento do Edifício,  $N_{VC}$ , está relacionado com: o fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento ( $\eta_v$ ), os ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento ( $Q_{g,v}$ ) e a área interior útil de pavimento do edifício, medida pelo interior. Os resultados obtidos encontram-se registados nas Tabelas seguintes. O valor de  $N_{VC}$ , será calculado de acordo com a expressão apresentada no Anexo IX.

A Tabela 4.29 apresenta o valor de  $\eta_v$  e de  $\eta_v$  de referência.

Tabela 4.29 – Resultados obtidos para o  $\eta_v$ 

Fração	$\eta_v$	$\eta_{vREF}$
A	0,81	0,83
B	0,68	0,83
C	0,85	0,83
D	0,84	0,83
E	0,93	0,83
F	0,75	0,83
G	0,75	0,83

A Tabela 4.30 apresenta os resultados obtidos para o  $Q_{G,V}$  e o  $Q_{G,V}$  de referência.

Tabela 4.30 – Resultados obtidos para o  $Q_{G,V}$ 

Fração	$Q_{G,V}$ (KWh/ano)	$Q_{G,V, REF}$ (KWh/ano)
A	1298,86	2294,63
B	2660,36	3915,04
C	1364,67	2008,68
D	977,75	1532,09
E	1017,36	2244,55
F	2268,86	3447,07
G	1955,72	3598,93

A Tabela 4.31 apresenta os resultados obtidos para o  $N_{vc}$  e o  $N_v$  de referência.

Tabela 4.31 – Resultados obtidos para o  $N_{vc}$ 

Fração	$N_{vc}$ (KWh/m <sup>2</sup> .Ano)	$N_v$ (KWh/m <sup>2</sup> .Ano)	$N_{vc}/N_v$	Portaria nº349-B/2013
A	5,88	9,13	0,64	Verifica
B	11,61	9,13	1,27	Não verifica
C	5,58	9,13	0,61	Verifica
D	5,39	9,13	0,59	Verifica

E	1,76	9,13	0,19	Verifica
F	8,93	9,13	0,98	Verifica
G	7,25	9,13	0,79	Verifica

Segundo a portaria nº349-B/2013 – requisitos, os edifícios habitacionais existentes sujeitos a grandes intervenções construídos entre 1960 e 1990 devem cumprir a seguinte condição,  $N_{VC}/N_V < 1,25$ , ou seja, neste caso apenas a fração B não verifica esta condição.

#### 4.3.7.4 Cálculo das necessidades de energia primária ( $N_{TC}$ )

O valor das necessidades nominais globais de energia primária,  $N_{TC}$ , está relacionado, entre outros, com o valor das necessidades nominais de aquecimento, o valor das necessidades nominais de arrefecimento, a produção de AQS, a ventilação mecânica e pela contribuição de fontes de energia renovável. No edifício, uma vez que não existe a aplicação de energia produzida através de fontes renováveis, nem energia elétrica para o funcionamento de ventiladores, os parâmetros  $W_{vm,i}$  e  $E_{ren,p}$  são nulos (=0) em todas as frações.

O valor de  $N_{TC}$ , será calculado de acordo com a expressão apresentada no Anexo X. Os resultados obtidos encontram-se registados na Tabela seguinte.

Tabela 4.32 – Resultados obtidos para o  $N_{TC}$

Fração	$N_{TC}$ (KWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .Ano)	$N_T$ (KWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .Ano)
A	245,98	211,15
B	238,83	205,07
C	321,63	214,14
D	326,71	243,66
E	400,70	248,79
F	260,25	185,19
G	230,27	166,19

### 4.3.8 Determinação da classe energética

A classe energética de edifícios de habitação, é determinada através do rácio entre o valor das necessidades nominais anuais de energia primária e o valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária, como é possível verificar na seguinte expressão:

$$R_{Nt} = \frac{N_{TC}}{N_T}$$

Em que:

$N_{TC}$  - valor das necessidades nominais anuais de energia primária;

$N_T$  - valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária.

A escala da classificação energética das frações constituintes do edifício é composta por oito classes, em que cada classe é determinada através de um intervalo de valores de  $R_{Nt}$ , como é possível ver na Figura 4.31.

A escala de classificação energética varia de F até A+, sendo que, a classificação energética F é a menos favorável e a classe A+ é a mais favorável.

Classe Energética	Valor de $R_{Nt}$
A +	$R_{Nt} \leq 0,25$
A	$0,26 \leq R_{Nt} \leq 0,50$
B	$0,51 \leq R_{Nt} \leq 0,75$
B -	$0,76 \leq R_{Nt} \leq 1,00$
C	$1,01 \leq R_{Nt} \leq 1,50$
D	$1,51 \leq R_{Nt} \leq 2,00$
E	$2,01 \leq R_{Nt} \leq 2,50$
F	$R_{Nt} \geq 2,51$

Figura 4.31 – Intervalos de valor de  $R_{Nt}$  para a determinação da classe energética em habitação

Os resultados obtidos do estudo energético com as soluções definidas em projeto e aplicadas em obra, das frações constituintes do edifício principal, obtidos através das folhas de cálculo do ITEcons, estão apresentados na Tabela 4.33. No Anexo XI apresenta-se todas as folhas de cálculo utilizadas para o estudo térmico.

Tabela 4.33 – Classe energética das frações

Fração	Valor de $R_{Nt}$	Classe Energética
A	1,17	C

B	1,17	C
C	1,50	C
D	1,34	C
E	1,61	D
F	1,41	C
G	1,39	C

## 4.4 MEDIDAS DE MELHORIA

### 4.4.1 Ventilação

Em todas as frações do edifício, até a data de acompanhamento de obra existiam problemas de ventilação, ou seja, o valor de RPH estimado em condições nominais é inferior ao requisito mínimo de ventilação imposto pelo REH, de 0,4 h<sup>-1</sup>, e que a folha de cálculo do ITEcons assume automaticamente, no caso do valor resultante do cálculo da ventilação do edifício seja inferior aos 0,4 h<sup>-1</sup>.

Para resolver este problema comum a todas as frações do edifício, foram estudadas duas hipóteses, que são apresentadas de seguida.

#### 4.4.1.1 Ventilação Natural

Esta hipótese consiste em construir aberturas de admissão de ar na envolvente, fixas ou reguláveis manualmente, juntamente com a aplicação de uma conduta de ventilação natural (com exaustor ventax) em cada WC e cozinha da fração, admitindo uma conduta com baixa perda de carga a aplicar na cobertura inclinada de 10° a 30°.

Com a conjugação destes dois fatores (aberturas de admissão de ar na fachada e condutas de ventilação natural) para obter um RPH = 0,4 h<sup>-1</sup>, mínimo exigido regularmente, é necessário aplicar as seguintes dimensões e quantidades:

Tabela 4.34 – Resultados obtidos para melhoria da ventilação

Fração	Área livre para abertura de admissão de ar (cm <sup>2</sup> )	Número de condutas de ventilação natural
A	48	2
B	80	3

C	62	2
D	47	2
E	72	3
F	106	3
G	114	3

#### 4.4.1.2 Ventilação mecânica

No caso de existir a impossibilidade de executar as medidas de ventilação natural, como por exemplo, a área livre para abertura de admissão de ar ser muito elevada, é possível recorrer a meios de ventilação mecânicos.

A hipótese da ventilação mecânica consiste em forçar a ventilação através de bocas de extração de ar contínuas, localizadas nas instalações sanitárias de cada uma das frações.

As bocas de extração de ar encontram-se interligadas a ventiladores centrífugos colocados na cobertura.

Estes ventiladores utilizados para o estudo, são o modelo SIRIUS 600 da marca FranceAIR, com uma potência total de 124W. O caudal de extração de cada instalação sanitária é de 75 m<sup>3</sup>/h. Com a aplicação deste sistema os problemas de ventilação ficam resolvidos.

Este sistema implica custos mensais na fatura da eletricidade.

#### 4.4.2 Envolvente do edifício

O intuito deste estudo térmico, passa por definir soluções viáveis e possíveis de aplicar em obra, tendo em conta que se trata de uma reabilitação de um edifício, assim como estimar o incremento de custos associados a essas mesmas soluções.

O principal objetivo é conseguir melhorar a classe energética de algumas frações, melhorando apenas o coeficiente de transmissão térmica das paredes da fachada Norte e Oeste (aumentando o isolamento térmico) e melhorando as características dos vãos envidraçados exteriores verticais.

No sentido de preservar os traços característicos dos edifícios antigos do Porto, a fachada Este do edifício, voltada para a Rua de Camões, revestida a azulejo, não foi alvo de alteração no processo de melhoria, assim como, não foi alterado o material da caixilharia (madeira) nos vãos envidraçados exteriores.

Para este estudo térmico foram propostas sete medidas de melhoria, que são apresentadas de seguida, assim como os resultados obtidos e custos associados caso se pretenda executar essa medida.

#### 4.4.2.1 Proposta de melhoria 1

A proposta de melhoria 1, consiste em aumentar a espessura do ETICS de 1 cm para 4 cm, nas paredes da fachada Norte e Oeste do edifício.

Em obra está aplicado o sistema ETICS com 1 cm de espessura, o que juntamente com os outros constituintes da parede permite obter um coeficiente de transmissão térmica (U) de 1,60 W/(m<sup>2</sup> °C); com esta medida de melhoria (ETICS com 4 cm) permite a parede obter um U = 0,70 W/(m<sup>2</sup> °C), ou seja, permite uma melhoria de aproximadamente 56%.

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.35 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 1

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 1		Melhoria percentual (%)
	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	
A	1,17	C	1,05	C	10%
B	1,17	C	1,03	C	12%
C	1,50	C	1,27	C	15%
D	1,34	C	1,04	C	22%
E	1,61	D	1,36	C	16%
F	1,41	C	1,24	C	12%
G	1,39	C	1,09	C	22%

Estes resultados permitem concluir que à exceção da fração E, que melhorou a sua classe energética de D para C, todas as outras frações não sofreram qualquer alteração ao nível da classe energética.

Com a aplicação desta medida, as frações D e G mesmo não melhorando a sua classe energética, registaram uma melhoria no seu comportamento térmico cerca de 22%.

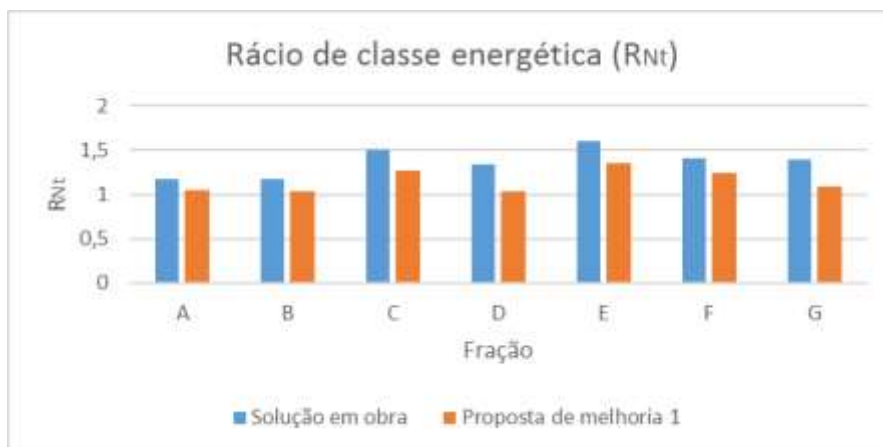


Figura 4.32 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 1

Caso se pretenda executar esta medida de melhoria, a diferença de custos de aplicação de ETICS com 1cm de espessura para a aplicação de ETICS com 4 cm, é aproximadamente 4 €/m<sup>2</sup>. Uma vez que a área de aplicação de ETICS é aproximadamente 330 m<sup>2</sup>, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento (ETICS 1 cm) é aproximadamente 1320€.

#### 4.4.2.2 Proposta de melhoria 2

A proposta de melhoria 2, consiste em aumentar a espessura do ETICS de 1 cm para 6 cm, nas paredes da fachada Norte e Oeste do edifício.

Em obra está aplicado o sistema ETICS com 1 cm de espessura, o que juntamente com os outros constituintes da parede permite obter um coeficiente de transmissão térmica (U) de 1,60 W/(m<sup>2</sup> °C); com esta medida de melhoria (ETICS com 6 cm) permite a parede obter um U = 0,51 W/(m<sup>2</sup> °C), ou seja, permite uma melhoria de aproximadamente 68%.

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.36 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 2

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 2		Melhoria percentual (%)
	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	
A	1,17	C	1,02	C	13%
B	1,17	C	1,01	C	14%
C	1,50	C	1,21	C	19%
D	1,34	C	0,97	B-	28%

E	1,61	D	1,32	C	18%
F	1,41	C	1,20	C	15%
G	1,39	C	1,03	C	26%

Estes resultados permitem concluir que à exceção da fração D e E, que melhoram as suas classes energéticas de C para B- e de D para C respetivamente, todas as outras frações não sofreram qualquer alteração ao nível da classe energética.

Com a aplicação desta medida de melhoria, a fração que mais benefício obteve foi a D, melhorando o seu comportamento térmico em aproximadamente 28%, o que permitiu a melhoria de classe já referida. De salientar a melhoria registada pela fração G, que mesmo não melhorando a sua classe energética, registou uma melhoria de 26%.

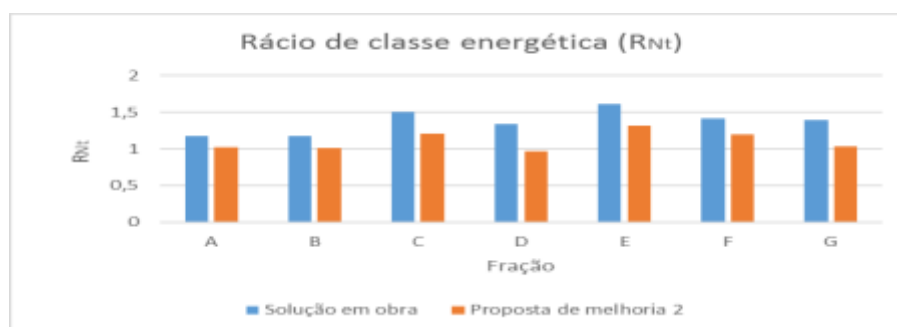


Figura 4.33 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 2

Caso se pretenda aplicar esta medida de melhoria, a diferença de custos de aplicação de ETICS com 1cm de espessura para a aplicação de ETICS com 6 cm, é aproximadamente 7 €/m<sup>2</sup>. Uma vez que a área de aplicação de ETICS é aproximadamente 330 m<sup>2</sup>, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento (ETICS 1 cm) é aproximadamente 2310€.

#### 4.4.2.3 Proposta de melhoria 3

Esta proposta de melhoria, consiste em melhorar as características térmicas dos vãos envidraçados exteriores verticais.

Em obra está aplicado o sistema descrito anteriormente, ou seja, caixilharia de madeira com vidro duplo (6+14+5), permitindo assim obter um coeficiente de transmissão térmica (U<sub>w</sub>) de 2,4 W/(m<sup>2</sup> K) e um fator solar de  $g_{\perp,vi} = 0,75$ ; para esta medida de melhoria vai-se implementar um sistema de caixilharia de madeira, mais eficiente, com um vidro do tipo Saint-Gobain Glass Planistar Sun 6/16Argon/44.1

Silence, com um coeficiente de transmissão térmica de  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ k})$  e um fator solar de  $g_{\perp,vi} = 0,57$ . Os dispositivos de proteção solar (cortina e portada de cor clara) mantem-se inalteráveis.

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.37 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 3

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 3		Melhoria percentual (%)
	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	
A	1,17	C	1,12	C	4%
B	1,17	C	1,13	C	3%
C	1,50	C	1,48	C	1%
D	1,34	C	1,32	C	1%
E	1,61	D	1,60	D	1%
F	1,41	C	1,38	C	2%
G	1,39	C	1,36	C	2%

Estes resultados permitem concluir que nenhuma das frações melhorou a sua classe energética.

Com a aplicação desta medida de melhoria, é possível concluir que traz poucos benefícios no que diz respeito ao comportamento térmico das frações uma vez que, o máximo da melhoria percentual que se consegue obter é de 4% na fração A.

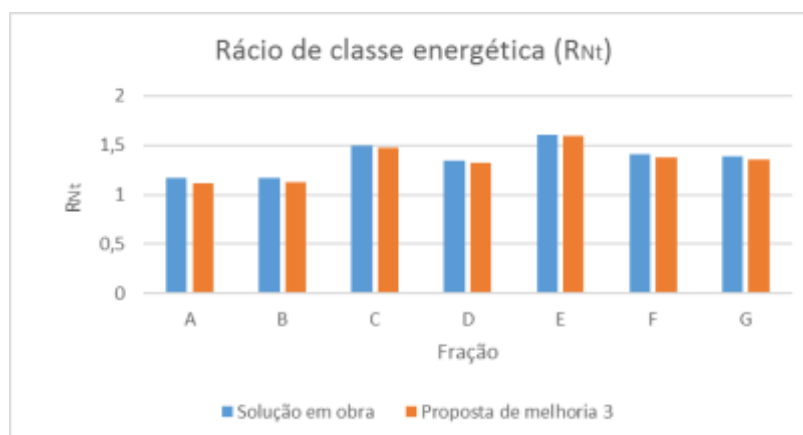


Figura 4.34 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 3

Caso se pretenda implementar esta medida de melhoria, a diferença de custos de aplicação do sistema definido em projeto e aplicado em obra, para o sistema usado no estudo da medida de melhoria, é de aproximadamente 185€ por vão. Uma vez que o edifício contém 17 vãos envidraçados, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento é aproximadamente 6105€.

#### 4.4.2.4 Proposta de melhoria 4

A proposta de melhoria 4, consiste na junção de duas propostas já estudadas anteriormente, e são elas a proposta de melhoria 1 e 3.

Esta proposta de melhoria consiste em:

- aumentar o sistema ETICS com 1 cm de espessura (aplicado em obra) para 4 cm de espessura, o que permite uma melhoria do coeficiente de transmissão térmica em aproximadamente 56%, ou seja, melhorar um  $U = 1,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  para um  $U = 0,70 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .
- implementar um sistema de caixilharia de madeira mais eficiente, com um vidro do tipo Saint-Gobain Glass Planistar Sun 6/16Argon/44.1 Silence, com um coeficiente de transmissão térmica de  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  e um fator solar de  $g_{\perp,vi} = 0,57$ , mantendo os dispositivos de proteção solar (cortina e portada de cor clara).

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.38 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 4

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 4		Melhoria percentual (%)
	$R_{Nt}$	Classe energética	$R_{Nt}$	Classe energética	
A	1,17	C	1,02	C	13%
B	1,17	C	0,99	B-	15%
C	1,50	C	1,23	C	18%
D	1,34	C	1,01	C	25%
E	1,61	D	1,35	C	16%
F	1,41	C	1,21	C	14%
G	1,39	C	1,07	C	23%

Estes resultados permitem concluir que à exceção das frações B e E, que melhoram as suas classes energéticas de C para B- e de D para C respetivamente, todas as outras frações não sofreram qualquer alteração ao nível da classe energética.

Com a aplicação desta medida, a fração D mesmo não melhorando a sua classe energética, registou uma melhoria no seu comportamento térmico de cerca de 25%.

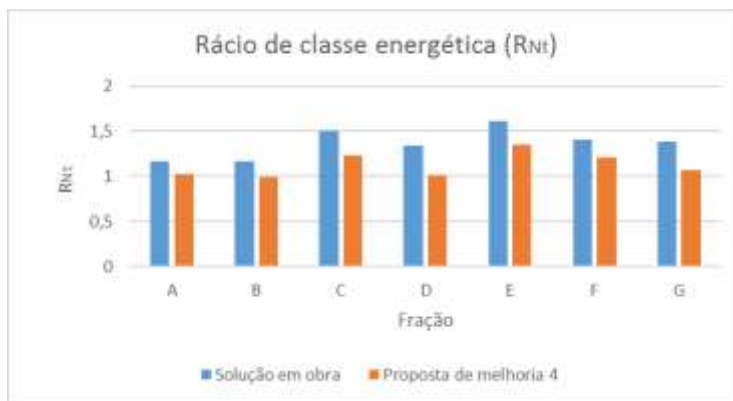


Figura 4.35 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 4

Caso se pretenda executar esta medida de melhoria, a diferença de custos de aplicação de ETICS com 1cm de espessura para a aplicação de ETICS com 4 cm, é aproximadamente 4 €/m<sup>2</sup>. Uma vez que a área de aplicação de ETICS é aproximadamente 330 m<sup>2</sup>, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento (ETICS 1 cm) é aproximadamente 1320€. Em relação aos vãos envidraçados a diferença de custos de aplicação do sistema definido em projeto, para o sistema usado no estudo da medida de melhoria, é de aproximadamente 185€ por vão. Uma vez que o edifício contém 17 vãos envidraçados, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento é aproximadamente 6105€.

Sendo assim, caso se pretenda aplicar esta medida de melhoria, acresce ao valor de orçamento inicial, cerca de 7425€.

#### 4.4.2.5 Proposta de melhoria 5

A proposta de melhoria 5, consiste na junção de duas propostas já estudadas anteriormente, e são elas a proposta de melhoria 2 e 3.

Esta proposta de melhoria consiste em:

- aumentar o sistema ETICS com 1 cm de espessura (aplicado em obra) para 6 cm de espessura, o que permite uma melhoria do coeficiente de transmissão térmica em aproximadamente 68%, ou seja, melhorar um  $U=1,60 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$  para um  $U= 0,51 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ } ^\circ\text{C})$ .
- implementar um sistema de caixilharia de madeira mais eficiente, com um vidro do tipo Saint-Gobain Glass Planistar Sun 6/16Argon/44.1 Silence, com um coeficiente de transmissão térmica

de  $1,5 \text{ W}/(\text{m}^2 \text{ K})$  e um fator solar de  $g_{\perp,vi} = 0,57$ , mantendo os dispositivos de proteção solar (cortina e portada de cor clara).

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.39 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 5

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 5		Melhoria percentual (%)
	$R_{Nt}$	Classe energética	$R_{Nt}$	Classe energética	
A	1,17	C	0,99	B-	15%
B	1,17	C	0,97	B-	17%
C	1,50	C	1,18	C	21%
D	1,34	C	0,94	B-	30%
E	1,61	D	1,30	C	19%
F	1,41	C	1,17	C	17%
G	1,39	C	1,01	C	27%

Com a aplicação desta medida de melhoria, quatro das sete frações existentes no edifício principal, melhoram a sua classe energética. As frações A, B e D melhoram a sua classe energética de C para B- e a fração E melhora da classe D para C.

A melhoria percentual mais significativa ocorre na fração D com cerca de 30%, o que permitiu com que a fração, como já referido, melhorasse a sua classe energética.

De salientar a fração G, que mesmo não conseguindo melhorar a sua classe energética registou uma melhoria no seu comportamento térmico de cerca de 27%.

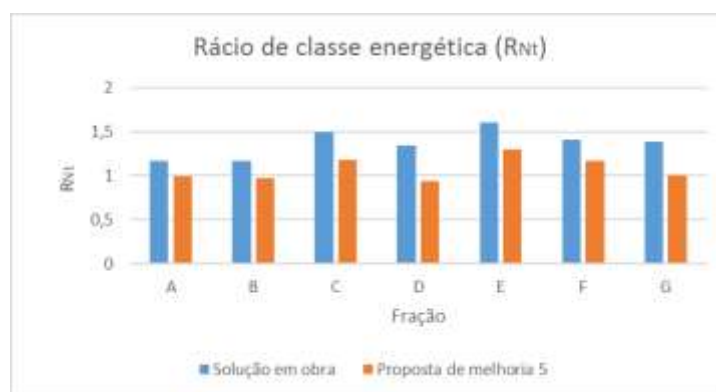


Figura 4.36 – Gráfico comparativo do  $R_{Nt}$  para a proposta de melhoria 5

Caso se pretenda executar esta medida de melhoria, a diferença de custos de aplicação de ETICS com 1cm de espessura para a aplicação de ETICS com 6 cm, é aproximadamente 7 €/m<sup>2</sup>. Uma vez que a área de aplicação de ETICS é aproximadamente 330 m<sup>2</sup>, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento (ETICS 1 cm) é aproximadamente 2310€. Em relação aos vãos envidraçados a diferença de custos de aplicação do sistema definido em projeto, para o sistema usado no estudo da medida de melhoria, é de aproximadamente 185€ por vão. Uma vez que o edifício contém 17 vãos envidraçados, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento é aproximadamente de 6105€.

Sendo assim, caso se pretenda aplicar esta medida de melhoria, acresce ao valor de orçamento inicial, cerca de 8415€.

#### 4.4.2.6 Proposta de melhoria 6

A proposta de melhoria 6, consiste em aumentar a espessura do isolamento presente na cobertura de 4 cm para 6 cm.

Em obra está aplicado o isolamento roofmate de 4 cm de espessura, o que juntamente com os outros constituintes da cobertura permite obter um coeficiente de transmissão térmica ascendente e descendente (Uasc e Udesc) de 0,69 W/(m<sup>2</sup> °C) e de 0,66 W/(m<sup>2</sup> °C) respetivamente; com esta medida de melhoria (roofmate com 6 cm) permite a cobertura obter um Uasc = 0,49 W/(m<sup>2</sup> °C) e um Udesc = 0,48 W/(m<sup>2</sup> °C), ou seja, permite uma melhoria de aproximadamente 29% e 27%, respetivamente.

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.40 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 6

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 6		Melhoria percentual (%)
	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	
F	1,41	C	1,38	C	2%
G	1,39	C	1,36	C	2%

Estes resultados permitem concluir que as frações F e G, as únicas afetadas pela cobertura, melhoram o seu desempenho térmico em cerca de 2%, embora as suas classes energéticas se mantenham inalteráveis.

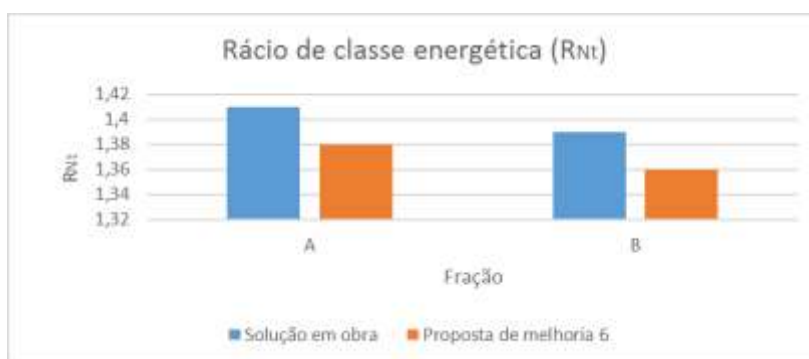


Figura 4.37 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 6

Caso se pretenda aplicar esta medida de melhoria, a diferença de custos do material roofmate com 4 cm de espessura para o mesmo material com 6 cm, é aproximadamente 3 €/m<sup>2</sup>. Uma vez que a área de aplicação é aproximadamente 150 m<sup>2</sup>, a diferença de custo para o valor previsto em orçamento é aproximadamente 450€.

#### 4.4.2.7 Proposta de melhoria 7

A proposta de melhoria 7, consiste na junção de duas propostas já estudadas anteriormente, e são elas a proposta de melhoria 5 e 6.

Esta proposta de melhoria consiste em:

- aumentar o sistema ETICS com 1 cm de espessura (aplicado em obra) para 6 cm de espessura;
- implementar um sistema de caixilharia de madeira mais eficiente, com um vidro do tipo Saint-Gobain Glass Planistar Sun 6/16Argon/44.1 Silence;
- Aumentar a espessura de isolamento na cobertura de 4 cm para 6 cm.

Com a aplicação desta medida de melhoria é possível obter os seguintes resultados:

Tabela 4.41 – Resultados obtidos com a proposta de melhoria 7

Fração	Solução em obra		Proposta de melhoria 7		Melhoria percentual (%)
	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	R <sub>Nt</sub>	Classe energética	
A	1,17	C	0,99	B-	15%
B	1,17	C	0,97	B-	17%
C	1,50	C	1,18	C	21%
D	1,34	C	0,94	B-	30%

E	1,61	D	1,30	C	19%
F	1,41	C	1,15	C	18%
G	1,39	C	0,98	B-	29%

Com a aplicação desta medida de melhoria, em comparação com a medida de melhoria 5, apenas as frações F e G (as únicas afetadas pela cobertura) sofrem alterações. Com a aplicação desta medida de melhoria, as frações A, B, D e G melhoram a sua classe energética de C para B- e a fração E melhora da classe D para C.

A fração G que está afetada pela cobertura, com o aumento do isolamento, melhora a sua classe energética de C para B-, ao contrario do que acontecia com a medida de melhoria 5 que não contemplava o aumento do isolamento.

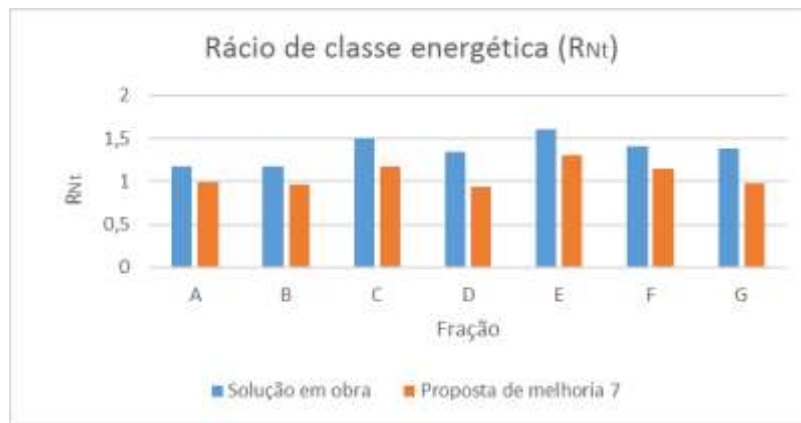


Figura 4.38 – Gráfico comparativo do R<sub>Nt</sub> para a proposta de melhoria 7

Caso se pretenda aplicar esta medida de melhoria, acresce ao valor de orçamento inicial, cerca de 8865€. Este valor resulta do somatório do custo de aplicação da medida de melhoria 5 (aumento do isolamento ETICS para 6 cm e aplicação de uma caixilharia mais eficiente) e do custo de aplicação da medida de melhoria 6 (aumento do isolamento na cobertura).

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

### 5.1 CONCLUSÃO

O presente relatório é o culminar de um semestre que envolveu trabalho e estudo, assim como as circunstâncias em que este se desenvolveu.

O estágio curricular foi realizado na empresa Construções Vila Maior, com o acompanhamento de algumas das obras de reabilitação em curso na empresa, no qual foi desenvolvido um estudo pertinente, estudo térmico de um edifício com sete frações, no ramo de construções de engenharia civil.

As funções desempenhadas no decorrer do estágio, foram essencialmente de medição e orçamentação, acompanhamento de obra e de adjunto do diretor de obra.

Com todo o trabalho desenvolvido no decorrer do estágio, foi possível por em prática alguns conhecimentos obtidos no decorrer da formação académica, obter experiência profissional, aprender a trabalhar em equipa e respeitar as hierarquias existentes na empresa.

As tarefas de planeamento de obra, alertaram para a dificuldade de por vezes trabalhar com subempreiteiros, ou seja, a necessidade que todos os subempreiteiros existentes na obra cumpram com os prazos previstos. As tarefas de medição e orçamentação, alertaram para o desenvolvimento da análise e complexidade da obra, assim como entrar em contacto com empresas (pessoas) muito experientes no meio para solicitar pedidos de cotação.

As conclusões mais importantes retiradas no decorrer do estágio, são mencionadas de seguida:

- Orçamentos com pouca margem de erro obrigam a controlo de custos e prazos muito mais rigorosos, para que a empresa não tenha prejuízos na realização de uma determinada tarefa ou obra. Este processo normalmente exige muito tempo ao técnico responsável pela obra, limitando por vezes a sua disponibilidade para questões mais técnicas.
- As indefinições por parte dos donos de obra e projetista em certos trabalhos dão origem a trabalhos extras (mais ou menos valias) a aplicar ao orçamento inicial, o que normalmente atrasa os prazos de execução em obra, uma vez que sempre que existe um trabalho extra, o técnico responsável pela obra apresenta um orçamento para a execução desse mesmo trabalho

e espera a aprovação desse orçamento por parte do dono de obra, todo este processo por vezes demora algum tempo atrasando o desenvolvimento da obra.

- As questões de segurança são bastante importantes e é essencial alertar os trabalhadores para o facto de usarem permanentemente os equipamentos de proteção individual.

O desenvolvimento do tema descrito neste relatório, focou-se no estudo térmico das sete frações existentes no edifício principal, com uma área de implantação de 210 m<sup>2</sup>, a reabilitar na obra Camões 475, assim como apresentar medidas de melhoria e os respetivos custos associados. Do estudo térmico realizado foi possível retirar as seguintes conclusões:

- A generalidade das frações, com exceção de apenas uma, com as soluções aplicadas em obra, apresenta uma classe energética C (mínimo exigido para edifícios que sofreram grandes intervenções).
- O aumento da espessura do ETICS para 4cm, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 1, faz com que a fração E melhore a sua classe energética. Com a aplicação desta proposta de melhoria as frações D e G melhoram o seu comportamento térmico em cerca de 22%. Esta proposta, tem um incremento de custo face ao orçamento de 1320€.
- O aumento da espessura do ETICS para 6cm, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 2, faz com que as frações D e E melhorem a sua classe energética. Com a aplicação desta proposta de melhoria a fração D melhora o seu comportamento térmico em cerca de 28%. Esta proposta, tem um incremento de custo face ao orçamento de 2310€.
- A substituição dos vãos envidraçados verticais, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 3 é possível concluir que aplicação desta medida implica poucos benefícios térmicos (melhoria em cerca de 4% na fração A). O incremento do custo face ao orçamento é de 6105€.
- O aumento da espessura do ETICS para 4cm e substituição dos vãos envidraçados verticais, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 4, faz com que as frações B e E melhorem as suas classes energéticas. Com a aplicação desta proposta de melhoria a fração D melhora o seu comportamento térmico em 25%. O incremento de custo associado a esta medida face ao orçamento é de 7425€.
- O aumento da espessura do ETICS para 6cm e substituição dos vãos envidraçados verticais, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 5, faz com que quatro frações melhorem a sua classe energética, sendo que a melhoria percentual mais significativa ocorre na fração D,

melhorando 30%, o incremento de custo associado a esta medida face ao orçamento é de 8415€.

- O aumento da espessura de isolamento na cobertura para 6 cm, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 6, faz com que as frações F e G as únicas afetadas pela cobertura melhorem o seu desempenho térmico em 2%, o incremento de custo associado a esta medida face ao orçamento é de 450€.
- O aumento da espessura do ETICS para 6cm e substituição dos vãos envidraçados verticais e o aumento da espessura de isolamento na cobertura, ou seja, a aplicação da proposta de melhoria 7, faz com que cinco frações melhorem a sua classe energética, o incremento de custo associado a esta medida face ao orçamento é de 8865€.
- Com a implementação de alguns conjuntos de soluções estudados a melhor classe energética que se consegue atingir nesta obra de reabilitação é a classe B-.

## 5.2 DESENVOLVIMENTO FUTURO

O presente relatório, que aborda um estudo térmico aplicado a todas as frações existentes no edifício principal do condomínio Camões 475, possui varias opções para continuar a ser desenvolvido.

Tendo em conta a obra em questão, apresentada ao longo do presente documento, são sugeridas as seguintes ações para a sua continuidade:

- Estudo energético de todas as frações que constituem o edifício secundário, uma vez que que foi estudado apenas o edifício principal
- Estudo referente a eficiência hídrica de todas as habitações presentes no condomínio (melhorar os equipamentos instalados para melhorar a poupança de água)
- Aplicação de ferramentas de avaliação da sustentabilidade do edifício, como por exemplo, o SBTool ou o LiderA

Tendo em conta, que o tema abordado no relatório possui uma grande margem de evolução (aplicação de novos materiais e novas tecnologias), seria interessante continuar a desenvolver o trabalho aqui apresentado, uma vez que a temática do desenvolvimento sustentável e do desempenho energético é um dos assuntos que atualmente merece maior destaque na construção, por isso, é essencial desenvolver o que aqui foi estudado para a evolução do ramo e para a preservação do meio ambiente.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, J., Cabrita, A.M., Appleton, J. Anexo I – conceitos fundamentais. In Guião de Apoio à reabilitação de edifícios habitacionais, p. A.I-2, Laboratório Nacional de Engenharia Civil, Lisboa, 1993.

Appleton, João. (2011). A Sustentabilidade nos Projetos de Reabilitação de Edifícios. Encontro Nacional de Engenharia Civil.

Campeão, José Carlos. (2016). Apontamentos de conservação e reabilitação de edifícios (aulas teóricas). Instituto Superior de Engenharia do Porto – Departamento de Engenharia Civil - <https://moodle.isep.ipp.pt/mod/folder/view.php?id=46515>

Direção Geral de Geologia e Energia (2004) – Reabilitação Energética da Envolvente de Edifícios Residenciais; DGGE/ IP-3E; Lisboa;

FREITAS, Vasco Peixoto, GONÇALVES, (2005) P., Reboco delgado armado sobre poliestireno expandido – ETICS, FEUP, Formação contínua. Porto.

Freitas Maia, José Agostinho, (2015), Proposta de Intervenção em Edifícios Antigos Rua de Cedofeita, nº433 e Rua Ferreira Borges, nº 82 Porto. Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Engenharia Civil. Universidade Fernando Pessoa

Ganhão, A., 2011, Construção Sustentável – Propostas de melhoria da eficiência energética em edifícios de habitação. Dissertação de Mestrado. Universidade Nova de Lisboa

Gomes, H., 2014, Reabilitação energética de edifícios. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto

Gomes, A., 2015, Estudo dos princípios da eficiência energética de um edifício. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto

Pacheco, P., 2016, Beneficiação geral e ampliação da escola Mestre Querubim Lapa – Acompanhamento da obra e estudo da eficiência energética e hídrica. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Instituto Superior de Engenharia do Porto

Silva, D., 2014, Reabilitação energética de edifícios face a nova regulamentação. Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

**Sites consultados:**

Construções vila Maior – 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.cvmnet.com/vilamaior-2/>>.

Agência para a energia – 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.adene.pt/>>.

Portal de Notícias – 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.porto.pt/noticias/reabilitacao-urbana-no-porto-disparou-em-tres-anos>>

Portal de Notícias – 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.porto.pt/noticias/2014-esta-a-bater-todos-os-records-de-reabilitacao-urbana-no-porto>>

Plataforma para a eficiência energética de edifícios – 2017. Disponível em WWW:<URL:<http://www.itecons.uc.pt/p3e/>>

**Legislação:**

Decreto-Lei nº 28/2016, de 23 de Junho, capítulo III, Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH)

Despacho nº 15793-E/2013, Regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções

Despacho nº 15793-F/2013, Parâmetros para o zonamento climático

Despacho nº 15793-K/2013, Parâmetros térmicos

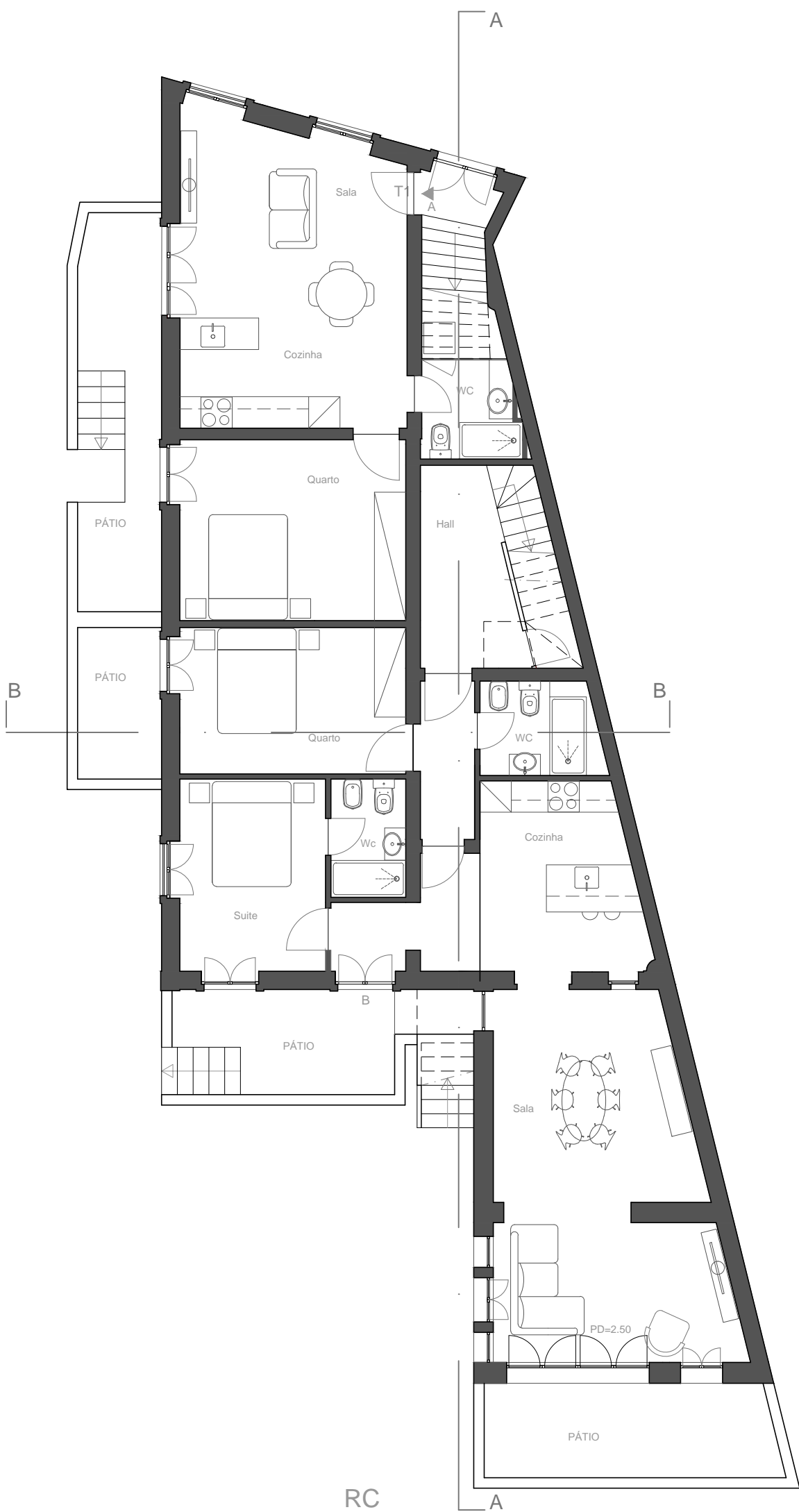
Portaria n.º 349-B/2013, requisitos

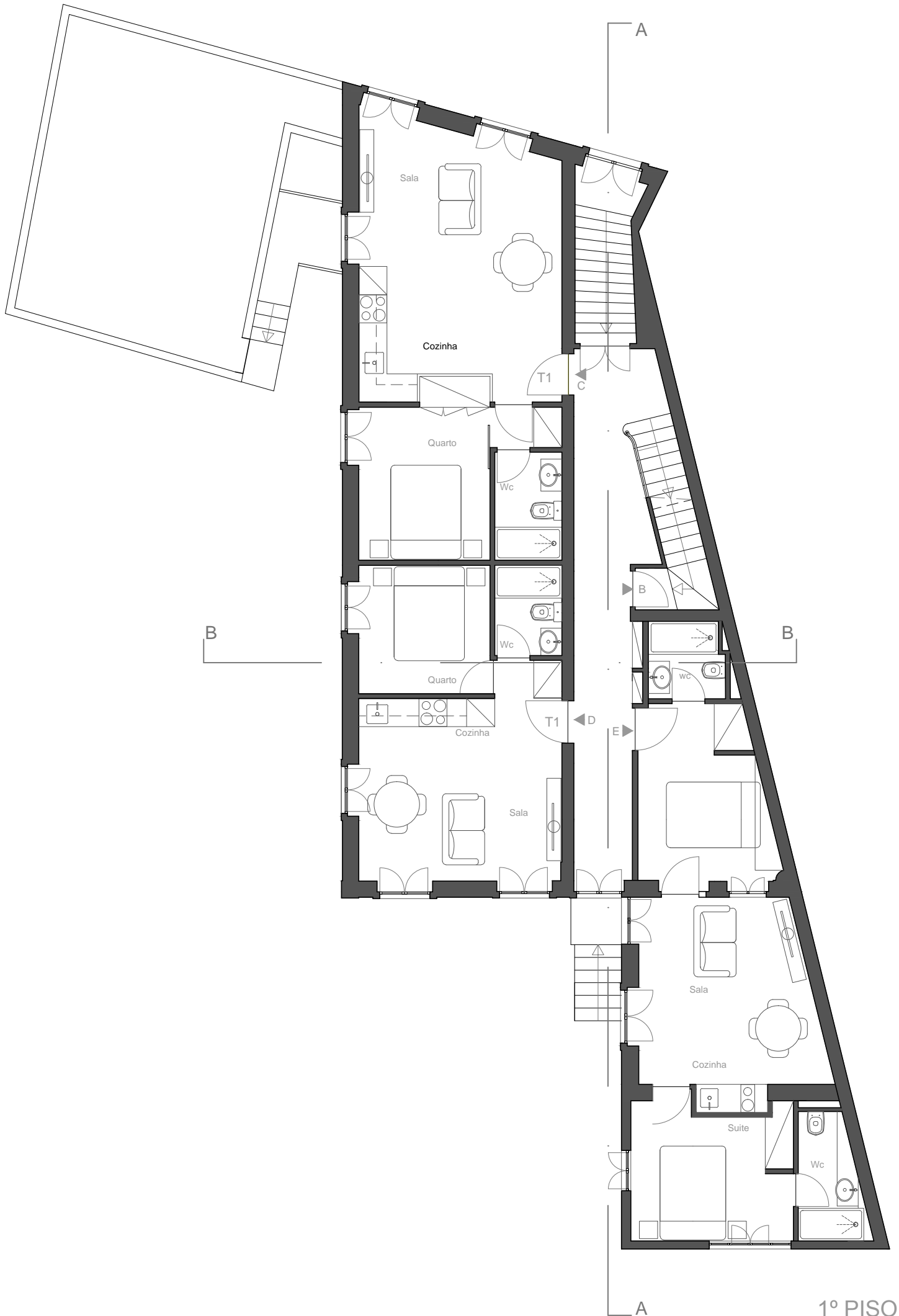
## **ANEXOS**



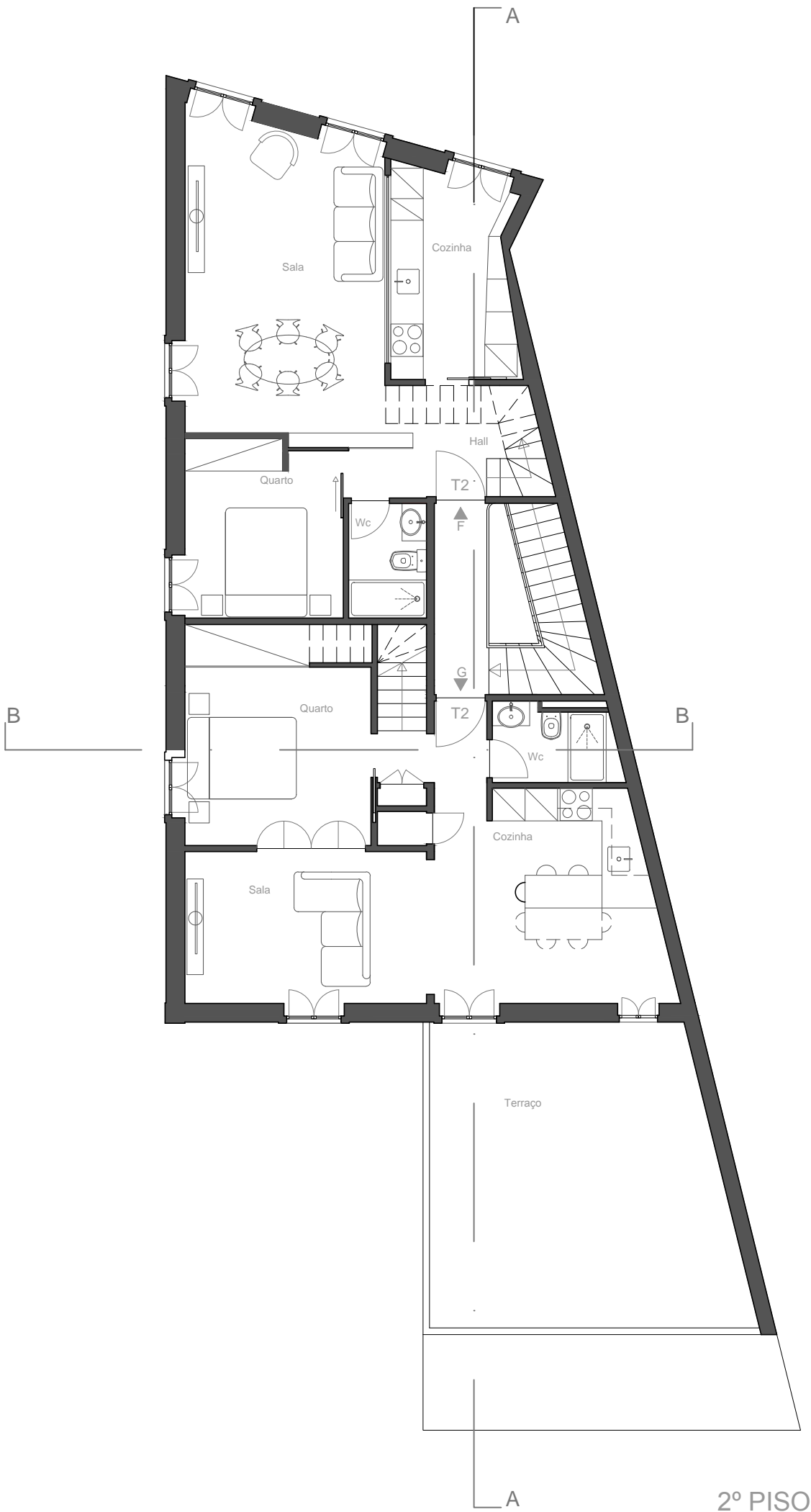
**ANEXO I – PLANTAS, CORTES E ALÇADOS DO EDIFÍCIO PRINCIPAL APOS INTERVENÇÃO (ESCALA  
1:100)**



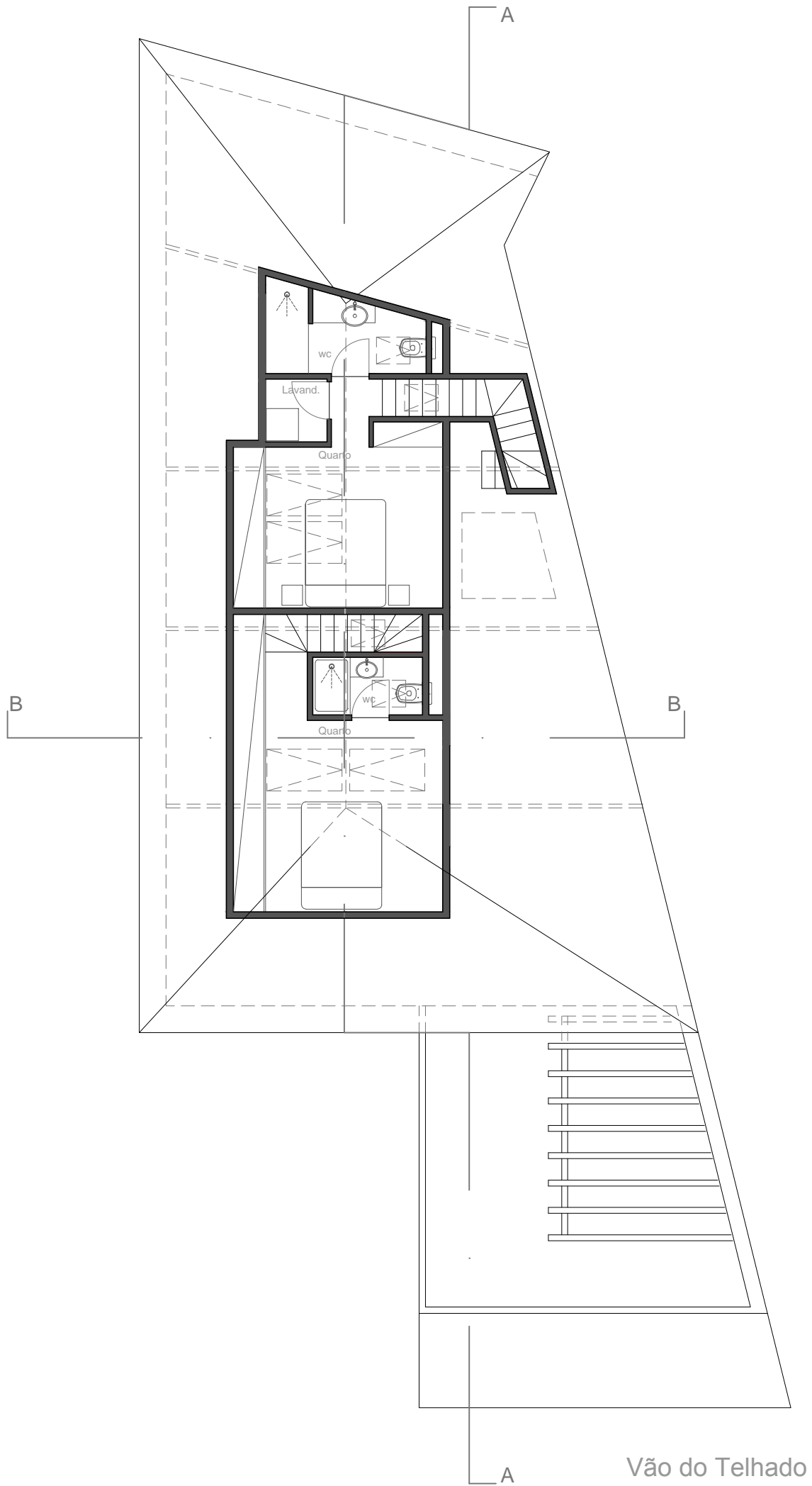




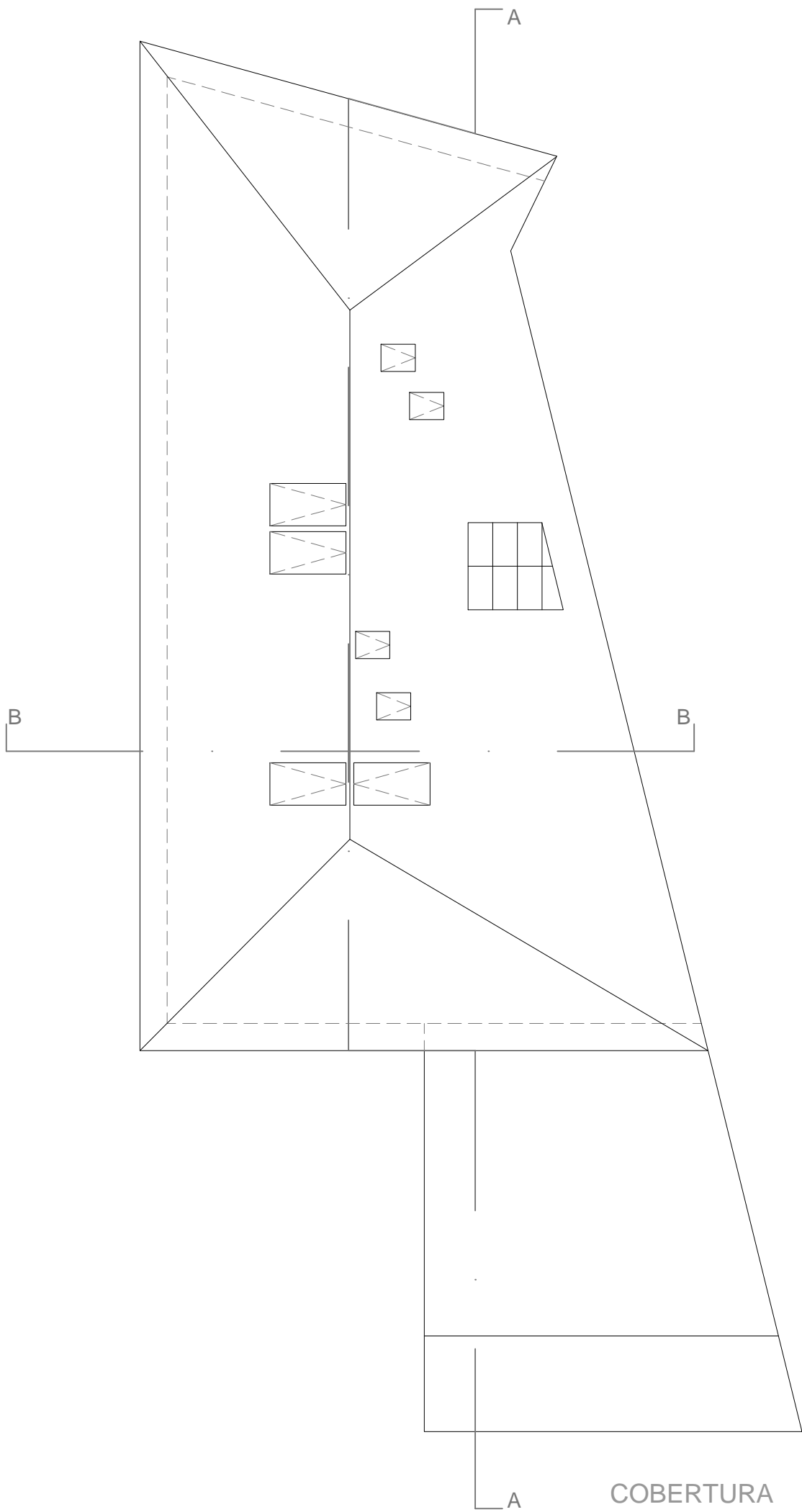
1º PISO



2º PISO



Vão do Telhado



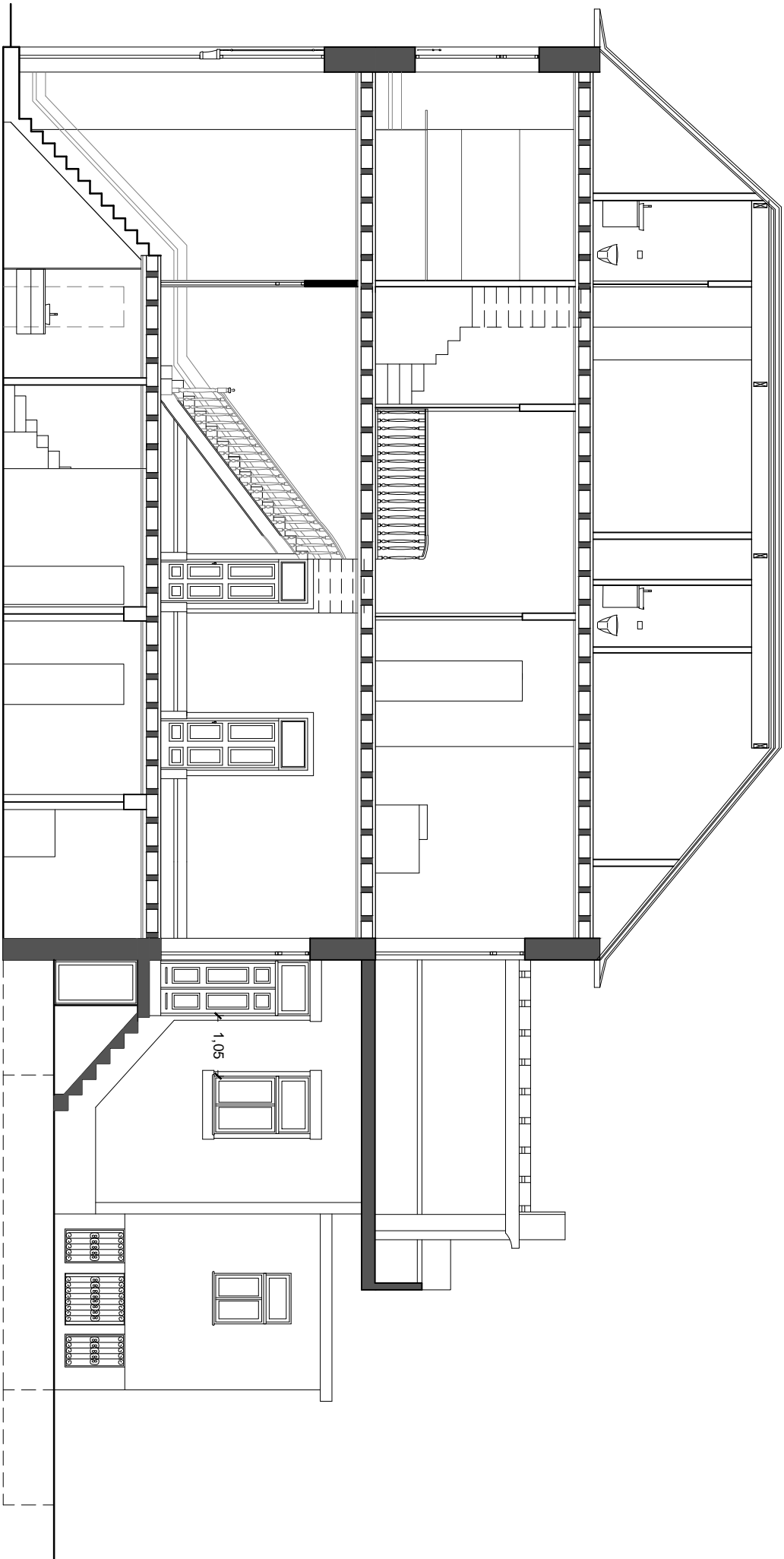
A

B

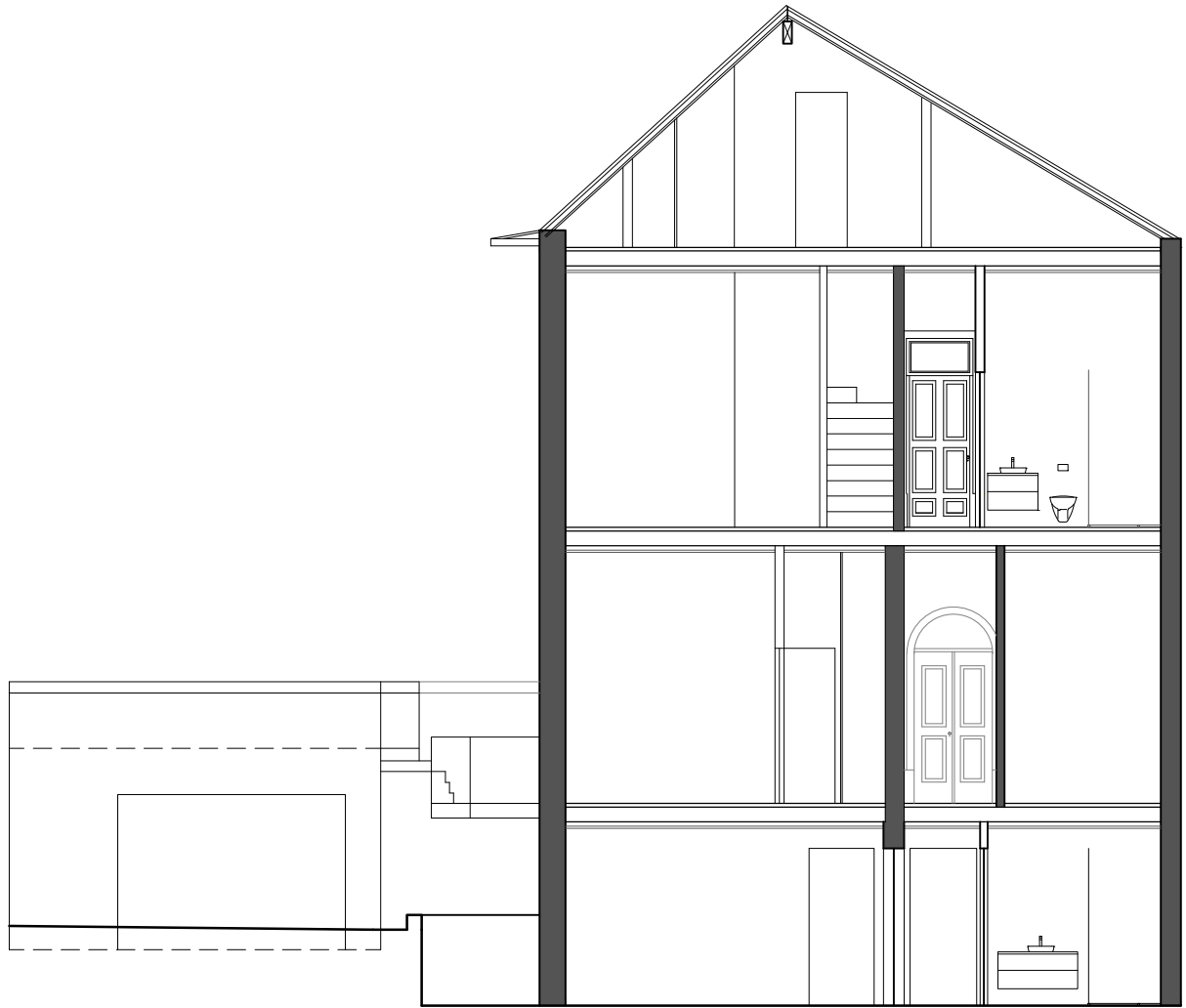
B

A

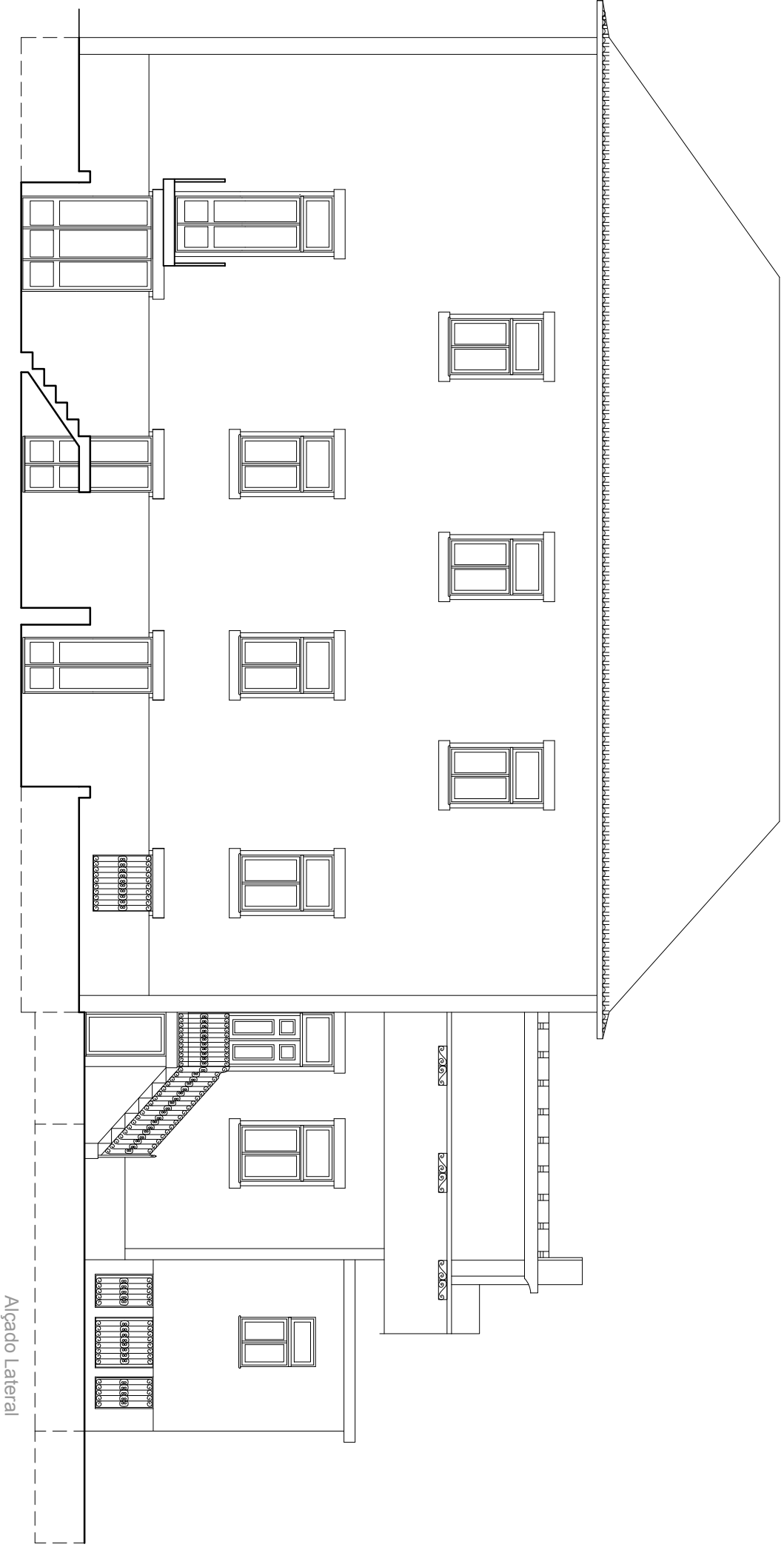
COBERTURA



Corte A



Corte B



Algado Lateral



Alçado Principal



Alçado Posterior

## ANEXO II – CÁLCULO DE PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Todos os cálculos para determinar as zonas climáticas foram realizados de acordo com o Despacho nº 15793-F / 2013, alterado pela Declaração de retificação nº 130 / 2014, nos termos do DL nº 118 / 2013 de 20 de agosto, onde constam as seguintes tabelas e expressões.

A zona climática da estação de aquecimento, inverno, pode ser definida a partir do número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento (GD), de acordo com a Tabela II.1.

Tabela II.1 - Critérios para determinação da zona climática de inverno (Despacho nº 15793-F, 2013)

Critério	GD≤1300	1300≤GD≤1800	GD>1800
Zona	I1	I2	I3

A zona climática da estação de arrefecimento, verão, pode ser definida a partir da temperatura média exterior corresponde à estação convencional de arrefecimento ( $\Theta_{ext,v}$ ), de acordo com a Tabela I.2.

Tabela II.2 - Critérios para determinação da zona climática de verão (Despacho 15793-F, 2013)

Critério	$\Theta_{ext,v} \leq 20 \text{ °C}$	$20 \text{ °C} \leq \Theta_{ext,v} \leq 22 \text{ °C}$	$\Theta_{ext,v} > 22 \text{ °C}$
Zona	V1	V2	V3

De acordo com o despacho referido, os parâmetros climáticos X associados a um determinado local são obtidos a partir de valores de referência  $X_{REF}$  para cada Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS III) e ajustados com base na altitude (z) desse local. Estes ajustes são realizados de acordo com a Expressão (I.1).

$$X = X_{REF} + a (z - z_{REF}) \quad [\text{meses ou } ^\circ\text{C}] \text{ (II.1)}$$

Onde:

X - Parâmetro climático a calcular;

$X_{REF}$  - Valor de referência do parâmetro a calcular;

a - Declive da relação linear entre os valores de referência e de cálculo;

z - Altitude do edifício [km];

## ANEXO II

$z_{REF}$  - Altitude de referencia [km].

Os parâmetros pertinentes para a estação de aquecimento são:

- GD - número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento [°C];
- M - Duração da estação de aquecimento [meses];
- $\Theta_{ext,i}$  - Temperatura exterior média do mês mais frio da estação de aquecimento [°C].

Os parâmetros pertinentes para a estação de arrefecimento são:

- Lv - Duração da estação de arrefecimento 2928 horas = 4 meses;
- $\Theta_{ext,v}$  - Temperatura exterior média da estação de arrefecimento [°C].

## **ANEXO III – FOLHAS DE CÁLCULO DA INÉRCIA TÉRMICA**



Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE2	8,12	150,00	150,00	1,00	1218,30
PDE1	16,19	150,00	150,00	1,00	2429,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					3647,30

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	8,66	150,00	150,00	1,00	1299,60
PDI1	7,10	150,00	150,00	1,00	1065,60
			0,00		
<b>TOTAL</b>					2365,20

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI2	4,68	150,00	150,00	1,00	702,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					702,00

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede dupla Pladur - quarto	10,34	52,20	52,20	1,00	539,96
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					539,96

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDET1	2,67	150,00	150,00	1,00	400,16
PDET1	1,74	150,00	150,00	1,00	261,00
<b>TOTAL</b>					661,16



Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

					0,00
					0,00
					0,00
				<b>TOTAL</b>	0,00

It 393,93

Classe de inércia térmica Média

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	12,70	150,00	150,00	1,00	1904,64
PDE1	18,40	150,00	150,00	1,00	2759,33
			0,00		
<b>TOTAL</b>					4663,97

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	9,26	150,00	150,00	1,00	1389,60
			0,00		
<b>TOTAL</b>					1389,60

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI2	32,04	150,00	150,00	1,00	4806,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					4806,00

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede dupla Pladur -quarto	10,34	52,20	52,20	1,00	539,96
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					539,96

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDET1	3,94	988,00	150,00	1,00	591,74
PDET1	6,66	988,00	150,00	1,00	998,58
<b>TOTAL</b>					1590,32



Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

					0,00
					0,00
					0,00
				<b>TOTAL</b>	0,00

It 382,25

Classe de inércia térmica Média

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE2	13,22	150,00	150,00	1,00	1982,34
PDE1	31,17	150,00	150,00	1,00	4674,90
			0,00		
<b>TOTAL</b>					6657,24

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	28,97	150,00	150,00	1,00	4345,20
			0,00		
<b>TOTAL</b>					4345,20

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

			0,00		
					0,00

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede pladur dupla	14,72	52,20	52,20	1,00	768,49
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					768,49

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Pavimento de madeira	39,44	37,61	37,61	1,00	1483,34
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1483,34

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

##### Pavimentos enterrados

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL3 - Elementos de compartimentação

#### Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Paredes pladur	31,35	26,10	26,10	1,00	818,18
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					818,18

#### Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

It 377,28

Classe de inércia térmica Média

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	13,29	150,00	150,00	1,00	1992,90
PDE1	20,80	150,00	150,00	1,00	3120,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					5112,90

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	24,07	150,00	150,00	1,00	3610,80
			0,00		
<b>TOTAL</b>					3610,80

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

			0,00		
					0,00

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede Pladur dupla	14,72	52,20	52,20	1,00	768,49
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					768,49

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Pavimento de madeira	29,14	37,61	37,61	1,00	1095,96
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1095,96

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

##### Pavimentos enterrados

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Paredes de pladur	23,87	26,10	26,10	1,00	622,95
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					622,95

Pavimentos de compartimentação

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

It 394,06

Classe de inércia térmica Média

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	17,04	150,00	150,00	1,00	2556,33
PDE1	20,03	150,00	150,00	1,00	3004,32
			0,00		
<b>TOTAL</b>					5560,65

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	18,77	52,20	52,20	1,00	979,69
PDI3	6,63	150,00	150,00	1,00	994,50
			0,00		
<b>TOTAL</b>					1974,19

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI2	46,24	150,00	150,00	1,00	6936,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					6936,00

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
					0,00

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Pavimento madeira	45,11	37,61	37,61	1,00	1696,59
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1696,59

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00

##### Pavimentos enterrados



Atualizar Inércia no separador Introdução de  
Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

TOTAL 0,00

It 403,71

Classe de inércia térmica Forte

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE2	17,58	150,00	150,00	1,00	2637,36
PDE1	31,16	150,00	150,00	1,00	4674,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>7311,36</b>

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</b>

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
CBE1	19,13	21,85	21,85	1,00	417,99
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>417,99</b>

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI2	7,69	52,20	52,20	1,00	401,60
PDI3	12,83	26,10	26,10	1,00	334,97
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>736,57</b>

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	19,32	150,00	150,00	1,00	2898,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>2898,00</b>

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PVI1	8,94	37,61	37,61	1,00	336,23
			0,00		
<b>TOTAL</b>					336,23

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede dupla pladur	15,32	52,20	52,20	1,00	799,60
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					799,60

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Pavimento madeira	39,44	37,61	37,61	1,00	1483,34
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1483,34

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00



Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

					0,00
					0,00
				<b>TOTAL</b>	740,92

It 251,64

Classe de inércia térmica Média

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

## INÉRCIA TÉRMICA

### EL1 - Elementos da envolvente exterior

#### Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDE1	27,28	150,00	150,00	1,00	4092,45
PDE1	23,86	150,00	150,00	1,00	3579,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>7671,45</b>

#### Pavimentos exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</b>

#### Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
CBE1	21,70	21,85	21,85	1,00	474,15
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>474,15</b>

### EL1 - Elementos da envolvente interior

#### Paredes em contacto com espaços não úteis

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI2	11,14	52,20	52,20	1,00	581,69
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>581,69</b>

#### Paredes em contacto com edifícios adjacentes

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PDI1	20,94	150,00	150,00	1,00	3141,23
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>3141,23</b>

#### Pavimentos sobre espaços não úteis

Atualizar Inércia no separador Introdução de Dados

### INÉRCIA TÉRMICA

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PVI1	7,19	37,61	37,61	1,00	270,42
			0,00		
<b>TOTAL</b>					270,42

#### Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
			0,00		
<b>TOTAL</b>					0,00

#### EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

##### Paredes em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Parede dupla	28,81	52,20	52,20	1,00	1503,75
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1503,75

##### Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
Pavimento madeira	43,81	37,61	37,61	1,00	1647,69
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
			0,00		0,00
<b>TOTAL</b>					1647,69

#### EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

##### Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
<b>TOTAL</b>					0,00



Atualizar Inércia no separador Introdução de  
Dados

**INÉRCIA TÉRMICA**

					0,00
				<b>TOTAL</b>	816,14

It 268,23

Classe de inércia térmica Média

**ANEXO IV – FOLHAS DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO**



**Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma**

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	118
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	42,61
Pé direito (m)	2,40
Volume (m <sup>3</sup> )	102,26
Texterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{EN}/A_U$	21,7%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, $u_{10}$ (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, $H_{edif}$ (m)	13,54
Altura da fração, $H_{fra}$ (m)	2,4
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, $H_{obs}$ (m)	17
Distância ao obstáculo, $D_{obs}$ (m)	7,66
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)
**Permeabilidade ao ar da envolvente**

 Foi medido o valor  $n_{50}$ ? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	9,23	4	Não tem

**Aberturas de admissão de ar na envolvente**

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 
**Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta**

 Existem condutas de ventilação natural? 
**Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado**

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 
**Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)**

 Existem meios híbridos? 
**RESULTADOS**

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,01
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

**Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma**

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	118
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	72,70
Pé direito (m)	2,40
Volume (m <sup>3</sup> )	174,48
Temperatura exterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{ENV} / A_U$	23,9%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u10 (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, H <sub>edif</sub> (m)	13,54
Altura da fração, H <sub>fra</sub> (m)	2,4
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H <sub>obs</sub> (m)	17
Distância ao obstáculo, D <sub>obs</sub> (m)	12,95
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)
**Permeabilidade ao ar da envolvente**

 Foi medido o valor n<sub>50</sub>? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	17,34	4	Não tem

**Aberturas de admissão de ar na envolvente**

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 
**Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta**

 Existem condutas de ventilação natural? 
**Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado**

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 
**Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)**

 Existem meios híbridos? 
**RESULTADOS**

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,01
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

**Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma**

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	121
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	37,30
Pé direito (m)	3,40
Volume (m <sup>3</sup> )	126,62
Temperatura exterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{ENV} / A_U$	25,0%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, u10 (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, H <sub>edif</sub> (m)	13,54
Altura da fração, H <sub>fra</sub> (m)	3,4
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H <sub>obs</sub> (m)	17
Distância ao obstáculo, D <sub>obs</sub> (m)	7,66
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)
**Permeabilidade ao ar da envolvente**

 Foi medido o valor n<sub>50</sub>? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	9,34	4	Não tem

**Aberturas de admissão de ar na envolvente**

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 
**Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta**

 Existem condutas de ventilação natural? 
**Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado**

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 
**Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)**

 Existem meios híbridos? 
**RESULTADOS**

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,01
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

## Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	121
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	28,45
Pé direito (m)	3,40
Volume (m <sup>3</sup> )	96,73
Texterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{EN}/A_U$	23,5%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, $u_{10}$ (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	$\geq 2$
Altura do edifício, $H_{edif}$ (m)	13,54
Altura da fração, $H_{fx}$ (m)	3,4
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, $H_{obs}$ (m)	17
Distância ao obstáculo, $D_{obs}$ (m)	12,95
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

## Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor  $n_{50}$ ? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	6,68	4	Não tem

## Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 

## Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural? 

## Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 

## Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)

 Existem meios híbridos? 

## RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,01
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

## Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	121
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	41,68
Pé direito (m)	3,40
Volume (m <sup>3</sup> )	141,71
Texterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{EN}/A_U$	12,5%

Nº de pisos da fração	1
Velocidade do vento, $u_{10}$ (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, $H_{edif}$ (m)	13,54
Altura da fração, $H_{fx}$ (m)	3,4
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, $H_{obs}$ (m)	17
Distância ao obstáculo, $D_{obs}$ (m)	18,17
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

## Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor  $n_{50}$ ? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	5,22	4	Não tem

## Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 

## Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural? 

## Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 

## Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)

 Existem meios híbridos? 

## RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,00
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

## Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	125
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	64,01
Pé direito (m)	3,26
Volume (m <sup>3</sup> )	208,50
Texterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{EN}/A_U$	20,9%

Nº de pisos da fração	2
Velocidade do vento, $u_{10}$ (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, $H_{edif}$ (m)	13,54
Altura da fração, $H_{fx}$ (m)	6,21
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, $H_{obs}$ (m)	17
Distância ao obstáculo, $D_{obs}$ (m)	7,66
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

## Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor  $n_{50}$ ? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	13,40	4	Não tem

## Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 

## Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural? 

## Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 

## Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)

 Existem meios híbridos? 

## RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,01
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)

## Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	125
Região	A
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	66,83
Pé direito (m)	3,26
Volume (m <sup>3</sup> )	218,19
Texterior (°C)	9,70
Altitude ref. (m)	94,00
$A_{EN}/A_U$	15,1%

Nº de pisos da fração	2
Velocidade do vento, $u_{10}$ (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, $H_{edif}$ (m)	13,54
Altura da fração, $H_{fx}$ (m)	6,21
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, $H_{obs}$ (m)	17
Distância ao obstáculo, $D_{obs}$ (m)	12,95
Protecção do edifício	Protegido
Zona da fachada	Inferior

[ver esquema](#)

## Permeabilidade ao ar da envolvente

 Foi medido o valor  $n_{50}$ ? 

Nota: A tabela seguinte é informativa, sendo preenchida automaticamente com base nos dados presentes no separador "Introdução de Dados". É atualizada sempre este separador é ativado.

Vão Envidraçado/Grupos de Vãos Envidraçados	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	10,10	4	Não tem

## Aberturas de admissão de ar na envolvente

 Existem aberturas de admissão de área das fachadas? 

## Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventax que não obturam o escoamento de ar pela conduta

 Existem condutas de ventilação natural? 

## Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

 Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? 

## Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (&lt; 20 Pa)

 Existem meios híbridos? 

## RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,00
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	100,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	100,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,40
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

[Ver esquema da Ventilação \(Método simplificado\)](#)



## ANEXO V - CÁLCULO DE COEFICIENTES DE TRANSMISSÃO TÉRMICA

O coeficiente de transmissão térmica superficial em zona corrente, U, é a quantidade de calor por unidade de tempo que atravessa uma superfície de área unitária desse elemento da envolvente por unidade de diferença de temperatura entre os ambientes que ele separa, e é calculado de acordo com a expressão definida no Despacho (extrato) nº 15793-K / 2013.

$$U = \frac{1}{R_{si} + \sum R_j + R_{se}} \quad [W / (m^2 \cdot ^\circ C)] \quad (V.1)$$

Onde:

U – Coeficiente de transmissão térmica [W / (m<sup>2</sup>.°C)].

R<sub>j</sub> - resistência térmica da camada j, [m<sup>2</sup>.°C/W];

R<sub>si</sub>, R<sub>se</sub> - resistências térmicas superficiais interior e exterior, respetivamente [m<sup>2</sup>.°C/W];

A resistência térmica superficial de uma camada de algum material é dada pela expressão (III.2).

$$R_i = \frac{e_i}{\lambda_i} \quad [(m^2 \cdot ^\circ C) / W] \quad (V.2)$$

Em que:

R<sub>i</sub> – Resistência térmica superficial da camada i [(m<sup>2</sup>.°C) / W];

e<sub>i</sub> – Espessura da camada i [m];

λ<sub>i</sub> – Condutibilidade térmica do material i [(m<sup>2</sup>.°C) / W].



## ANEXO VI – CÁLCULO DE FATORES SOLARES

### Estação de aquecimento

A caracterização de um envidraçado é traduzida pelo fator solar do vão envidraçado ( $g^{\perp}$ ), este valor representa a relação entre a energia solar transmitida para o interior, através do vão envidraçado, em relação à radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado. Na estação de aquecimento, para maximizar o aproveitamento da radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis devem estar totalmente abertos. Neste caso, considera-se que o fator solar  $g_i$  é igual ao fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existente  $g_i = g_{Tp}$  que, no caso de ausência desses dispositivos, será igual ao fator solar do vidro para uma incidência solar normal afetado do fator de seletividade angular, mediante a expressão:

$$g_i = F_{wi, i} \times g^{\perp, v1} \quad (VI.1)$$

em que:

$F_{wi}$  - fator de correção da seletividade angular dos envidraçados na estação de aquecimento  
(=0.9)

### Estação de arrefecimento

Na estação de arrefecimento, para maximizar a incidência de radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis devem estar ativos uma fração de tempo, que depende do octante no qual o vão está orientado. O fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento é calculado pela seguinte expressão:

$$g_v = F_{mv} \times g_T + (1 - F_{mv}) \times g_{Tp} \quad (VI.2)$$

Em que:

$F_{mv}$  - fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados;

$g_T$  - fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados;

$g_{Tp}$  - fator solar global do envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar permanentes existentes.

O fator solar global,  $g_T$ , de um vão envidraçado com as proteções solares totalmente ativadas para um vidro duplo, calcula-se através da seguinte fórmula geral:

ANEXO VI

$$g_T = g_{\perp,vi} \times \prod \frac{g_{Tvc}}{0.75} \quad (VI.3)$$

Em que:

$g_{Tvc}$  - Fator solar do vão envidraçado com vidro corrente e um dispositivo de proteção solar, permanente, ou móvel totalmente ativado, para uma incidência solar normal à superfície do vidro;

$g_{\perp,vi}$  - Fator solar do vidro para uma incidência solar normal.

Os envidraçados cujo somatório das áreas dos vãos envidraçados  $A_{env}$  seja superior a 5% da área de pavimento do compartimento servido por estes  $A_{pav}$  e desde que não orientados no quadrante Norte inclusive, devem apresentar um fator solar global do vão envidraçado com os dispositivos de proteção 100% ativados ( $g_T$ ), que obedeça às seguintes condições:

Se  $A_{env} < 15\% A_{pav}$

$$g_T \times F_o \times F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \quad (VI.4)$$

Se  $A_{env} > 15\% A_{pav}$

$$g_T \times F_o \times F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \frac{0.15 A_{env}}{A_{pav}} \quad (VI.5)$$

Em que:

$g_T$  - fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes, ou móveis totalmente ativados;

$F_o$  - fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas;

$F_f$  - fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes de um edifício;

$g_{Tm\acute{a}x}$  - fator solar global máximo admissível dos vãos envidraçados (depende da zona climática e da classe da inércia térmica, neste caso, toma o valor de 0.56 para todas as frações);

$A_{env}$  - soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento [ $m^2$ ];

$A_{pav}$  - área de pavimento do compartimento servido pelo(s) vão(s) envidraçado(s) [ $m^2$ ].

## ANEXO VII – CÁLCULO DA ENERGIA ÚTIL PARA A PREPARAÇÃO DE ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

A energia útil para a preparação de águas quentes sanitárias durante um ano foi determinada através da expressão (VI.1) definida no Despacho (extrato) nº 15793-i / 2013.

$$Qa = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times nd}{3600000} \quad [\text{KWh/m}^2 \cdot \text{Ano}] \quad (\text{VII.1})$$

Em que:

$\Delta T$  - aumento de temperatura necessário para a preparação das AQS e que, para efeitos do presente cálculo, toma o valor de referência de 35°C;

nd - número anual de dias de consumo de AQS de edifícios residenciais que, para efeitos do presente cálculo, se considera de 365 dias.

Nos edifícios de habitação, o consumo médio diário de referência será calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$M_{AQS} = 40 \times n \times feh \quad [\text{litros}] \quad (\text{VII.2})$$

Em que:

n - Número convencional de ocupantes de cada fração autónoma, definido em função da tipologia da fração sendo que se deve considerar 2 ocupantes no caso da tipologia T0, e n+1 ocupantes nas tipologias do tipo Tn com n>0;

feh - Fator de eficiência hídrica, aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, de acordo com um sistema de certificação de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida pelo sector das instalações prediais. Para chuveiros ou sistemas de duche com rótulo A ou superior, feh = 0.9, sendo que nos restantes casos, feh = 1.



## ANEXO VIII – CÁLCULO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE AQUECIMENTO

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício, NIC, é calculado através da expressão (VII.1) definida no Despacho (extrato) nº 15793-i / 2013.

$$NIC = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} \quad [\text{KWh/m}^2 \cdot \text{Ano}] \quad (\text{VIII.1})$$

Em que:

$Q_{tr,i}$  - transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento através da envolvente dos edifícios, [kWh];

$Q_{ve,i}$  - transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento, [kWh];

$Q_{gu,i}$  - ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento resultantes dos ganhos solares através dos vãos envidraçados, da iluminação, dos equipamentos e dos ocupantes, [kWh];

$A_p$  - Área interior útil de pavimento do edifício medida pelo interior [m<sup>2</sup>].



## ANEXO IX – CÁLCULO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ARREFECIMENTO

O valor das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício,  $N_{vc}$ , é calculado através da expressão (VIII.1) definida no Despacho (extrato) nº 15793-i / 2013.

$$N_{vc} = \frac{(1-\eta_v) \times Q_{g,v}}{A_p} \quad [\text{KWh/m}^2 \cdot \text{Ano}] \quad (\text{IX.1})$$

Em que:

$\eta_v$  – fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento;

$Q_{g,v}$  - ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento, [kWh];

$A_p$  - área interior útil de pavimento do edifício, medida pelo interior, [m<sup>2</sup>].



## ANEXO X – CÁLCULO DAS NECESSIDADES DE ENERGIA PRIMÁRIA

As necessidades nominais globais de energia primária ( $N_{TC}$ ) são calculadas através da expressão (X.1) definida no Despacho (extrato) nº 15793-i / 2013.

$$N_{TC} = \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{v,k} \times \delta \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_i \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} - \sum_j \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p} \quad [\text{kWh}_{EP}/\text{m}^2 \cdot \text{Ano}] \quad (\text{X.1})$$

Em que:

- Nic - Necessidades de energia útil para aquecimento, supridas pelo sistema k [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$ ];
- $f_{i,k}$  - Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k;
- Nvc - Necessidades de energia útil para arrefecimento, supridas pelo sistema k [ $\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{ano})$ ];
- $f_{v,k}$  - Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k;
- $Q_a$  - Necessidades de energia útil para preparação de AQS, supridas pelo sistema k [ $\text{kWh}/\text{ano}$ ];
- $f_{a,k}$  - Parcela das necessidades de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema k;
- $\eta_k$  - Eficiência do sistema k, que toma o valor de 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável, à exceção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima;
- j - Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável;
- p - Fontes de origem renovável;
- Eren,p - Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p, [ $\text{kWh}/\text{ano}$ ], incluindo apenas energia consumida;
- Wvm - Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, [ $\text{kWh}/\text{ano}$ ];
- $A_p$  - Área interior útil de pavimento [ $\text{m}^2$ ];
- $F_{pu,j}$  e  $F_{pu,p}$  - Fator de conversão de energia útil para energia primária, [ $\text{kWh}_{EP}/\text{kWh}$ ];
- $\delta$  - Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento Nvc em que pode tomar o valor 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referência, o que representa as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.



## **ANEXO XI – FOLHAS DE CALCULO REH**





COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO			
PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C
PDET1	2,67	1,33	3,56	PDET1	2,67	0,50	1,33
PDET1	1,74	1,79	3,11	PDET1	1,74	0,50	0,87
TOTAL			6,67	TOTAL			2,20

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>bt</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bt</sub> W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m	U <sub>bt</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bt</sub> W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C
PVT1	42,61	0,24	10,17	PVT1	42,61	0,50	21,31
TOTAL			10,17	TOTAL			21,31

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>ad</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> + H<sub>ad REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub>  W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub>  W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,i-A_0,P_d} &= \boxed{40,91} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= \boxed{0,40} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= \boxed{13,91} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= \boxed{0,40} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= \boxed{13,91} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= \boxed{1} \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,v-A_0,P_d} &= \boxed{61,36} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{rh,v} &= \boxed{0,60} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= \boxed{20,86} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & 0,72 \\
 & \times \\
 \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} &= \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Duração da estação de aquecimento } M &= \boxed{6,25} \text{ meses} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 & = \\
 \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= \boxed{766,73} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Este	0,68	1,44	0,52	0,57	0,29	0,56	0,16
2 (VE2)	Norte	0,68	4,00	0,90	0,57	1,38	0,27	0,42
3 (VE2)	Norte	0,68	2,35	0,90	0,57	0,81	0,27	0,24
4 (VE1)	Este	0,68	1,44	0,52	0,57	0,29	0,56	0,16
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto <math>X_j\cdot F_h\cdot F_o\cdot F_f</math> deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	0,98

*Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o\cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i\cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g\cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>No cálculo de <math>g_{i,int}</math> e <math>g_{i,ENU}</math> não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, <math>g_i</math> será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal <math>g_{\perp,vi}</math>, afectado do factor de seletividade angular <math>F_{w,j}</math>.</i>							TOTAL	0,00

$$\text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul} = \boxed{0,98} \text{ m}^2$$

$$\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} = \boxed{130} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{mês}$$

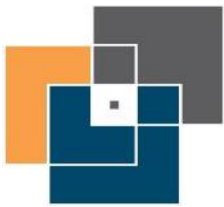
$$\text{Duração da estação de aquecimento } M = \boxed{6,25} \text{ meses}$$

$$\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} = \boxed{798,65} \text{ kWh/ano}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} = \boxed{766,73} \text{ kWh/ano}$$

+



Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

**C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA**

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul  $G_{sul}$   kWh/m<sup>2</sup>.mês

x

0,146

x

0,15

x

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

x

Duração da estação de aquecimento  $M$   meses

=

Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

+

Ganhos internos brutos  $Q_{int,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

**Folha de Cálculo D**
**GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO**
**D.1 - GANHOS INTERNOS**

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 42,61 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 499,05 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**D.2 - GANHOS SOLARES**

## VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. B <sub>T</sub>	FS Global Prot. Perm. B <sub>TP</sub>	FS de Verão B <sub>v</sub> =F <sub>m,v</sub> ·B <sub>T</sub> ·(1-F <sub>m,v</sub> )·B <sub>TP</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·B <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>
										m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
1 (VE1)	Este	1,44	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,38	0,90	490,00	168,43
2 (VE2)	Norte	4,00	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,37	0,60	0,60	1,37	0,90	220,00	270,53
3 (VE2)	Norte	2,35	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,37	0,60	0,60	0,80	0,90	220,00	159,13
4 (VE1)	Este	1,44	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,38	0,90	490,00	168,43
TOTAL													766,53

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS de Verão do vão interior B <sub>v,int</sub>	FS de Verão do vão do ENU B <sub>v,ENU</sub>	B <sub>v,int</sub> ·B <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·B <sub>v,int</sub> ·B <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>
										m <sup>2</sup>		kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F <sub>o,v</sub> é igual a 1;													
Como o vão exterior do ENU não dispõe de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g <sub>v,ENU</sub> é igual a 1.													
TOTAL													0,00

## ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
								kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
PDE2	Este	0,05	8,12	2,75	0,04	0,04	1,00	490,00	21,90
PDE1	Norte	0,05	16,19	1,60	0,04	0,05	1,00	220,00	11,38
TOTAL									33,28

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
								kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
								kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
								kWh/m <sup>2</sup> ·ano	kWh/ano
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 766,53 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 33,28 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 799,81 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS**

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 499,05 \text{ kWh/ano} \\
 & + \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 799,81 \text{ kWh/ano} \\
 & = \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 1298,86 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA**

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \times \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & = \\
 & \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} = 0,43 \\
 & \times \\
 & A_w/A_p,REF = 0,2 \\
 & \times \\
 & \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 & = \\
 & 53,85 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 & \times \\
 & \text{Área útil de Pavimento } A_p = 42,61 \text{ m}^2 \\
 & = \\
 & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} = 2294,63 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 126,81 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 13,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 140,72 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 87,40 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 13,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 101,31 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 126,81 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 3\,921,18 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 87,40 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 2\,702,62 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 13,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 430,05 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 13,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 430,05 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\ &+ \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 1\,565,39 && \text{kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 4\,351,24 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,36 \\ &+ \\ &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad \boxed{0,95} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad \boxed{1565,39} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad \boxed{1493,33} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad \boxed{0,6} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad \boxed{1524,68} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{914,81} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad \boxed{3921,18} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad \boxed{430,05} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad \boxed{1493,33} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{2857,91} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad \boxed{67,07} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

**E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{aligned}
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad \boxed{2702,62} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad \boxed{430,05} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad - \\
 &\text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{914,81} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{2217,87} \text{ kWh/ano} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{42,61} \text{ m}^2 \\
 &\quad = \\
 &\text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i \quad \boxed{52,05} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 118,92 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 20,86 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 139,78 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 118,92 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,427,57 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 20,86 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 250,44 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 1298,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{Ac}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{Ac} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{Ac} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_i$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_i \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	2857,91	167,68	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	130,13			
TOTAL								2857,91	167,68	TOTAL								130,13

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{Ar}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{Ar} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{Ar} \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_v$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_v \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	83,45	4,90	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								83,45	4,90	TOTAL								7,61

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS									CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA									
Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS									
consumo médio diário de referência $M_{AQS}$ <input type="text" value="80"/> l $\times$ nº convencional de ocupantes de cada fracção $n$ <input type="text" value="2"/> ocupantes $\times$ aumento de temperatura $\Delta T$ <input type="text" value="35"/> °C $\times$ factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência $MAQS$ <input type="text" value="80"/> l $\times$ nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias $\times$ 3600000 $\times$ Área útil de Pavimento $A_p$ <input type="text" value="42,61"/> m <sup>2</sup> = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_u/A_p$ <input type="text" value="27,90"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano									consumo médio diário de referência $M_{AQS}$ <input type="text" value="80"/> l $\times$ nº convencional de ocupantes de cada fracção $n$ <input type="text" value="2"/> ocupantes $\times$ aumento de temperatura $\Delta T$ <input type="text" value="35"/> °C $\times$ factor de eficiência hídrica <input type="text" value="1"/> = consumo médio diário de referência $MAQS$ <input type="text" value="80"/> l $\times$ nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias $\times$ 3600000 $\times$ Área útil de Pavimento $A_p$ <input type="text" value="42,61"/> m <sup>2</sup> = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_u/A_p$ <input type="text" value="27,90"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano									
SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_u/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_u/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 1	Electricidade	27,90	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	27,90	0,00	0,95	2,5	0,00			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1251,20	73,41	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	73,41			
TOTAL								1251,20	73,41	TOTAL								73,41

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano  
 $\times$   
 Área útil de Pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>  
 $\times$   
 Factor de Conversão  $F_{pui}$   kWh<sub>ep</sub>/kWh  
 =  
 Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{ren}/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pui}$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
-	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	167,68	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	4,90	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	73,41	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>EP</sub>	245,98	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	130,13	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Energia primária para a preparação de AQS	73,41	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
	+	
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>EP</sub>	211,15	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**Folha de Cálculo A**
**TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA**

A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR					
PAREDES EXTERIORES	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES	Área A m <sup>2</sup>	U <sub>ext</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		
PDE1	12,70	1,60	20,28	correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil	2,80	0,50	1,40		
PDE1	18,40	1,60	29,39	PDE1	12,70	0,50	6,35		
				PDE1	18,40	0,50	9,20		
TOTAL			49,67	TOTAL			16,95		
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					
	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00		
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR					
	Área A m <sup>2</sup>	U <sub>descendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U <sub>descendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00		
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES				VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES					
	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		
1 (VE1)	0,83	2,40	2,00	1 (VE1)	0,70	2,80	1,95		
2 (VE2)	6,31	2,40	15,14	2 (VE2)	5,29	2,80	14,81		
3 (VE2)	2,32	2,40	5,57	3 (VE2)	1,94	2,80	5,45		
4 (VE2)	2,32	2,40	5,57	4 (VE2)	1,94	2,80	5,45		
5 (VE1)	1,07	2,40	2,57	5 (VE1)	0,90	2,80	2,51		
6 (VE2)	2,35	2,40	5,64	6 (VE2)	1,97	2,80	5,52		
7 (VE1)	0,61	2,40	1,47	7 (VE1)	0,51	2,80	1,44		
8 (VE1)	0,59	2,40	1,42	8 (VE1)	0,50	2,80	1,39		
9 (VE1)	0,94	2,40	2,25	9 (VE1)	0,78	2,80	2,20		
TOTAL			41,63	TOTAL			40,71		
VÃOS OPACOS EXTERIORES				VÃOS OPACOS EXTERIORES					
	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00		
PONTES TÉRMICAS LINEARES				PONTES TÉRMICAS LINEARES					
	Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	ψ.B W/°C		
Fach. com pavimentos térreos	18,59	0,70	13,01	Fach. com pavimentos térreos	18,59	0,50	9,30		
Fachada com pavimento intermédio	18,59	0,15	2,79	Fachada com pavimento intermédio	18,59	0,50	9,30		
Duas paredes verticais em ângulo saliente	10,00	0,40	4,00	Duas paredes verticais em ângulo saliente	10,00	0,40	4,00		
Fachada com caixilharia	42,48	0,25	10,62	Fachada com caixilharia	42,48	0,20	8,50		
TOTAL			30,42	TOTAL			31,09		
Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H <sub>ext</sub> <b>121,72</b> W/°C				Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior H <sub>ext</sub> <b>88,75</b> W/°C					
A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR					A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR				
PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C
PDI1	9,26	2,17	0,30	6,04	PDI1	9,26	0,80	0,30	2,22
TOTAL				6,04	TOTAL				2,22
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C
PDI2	32,04	2,81	0,60	54,04	PDI2	32,04	0,80	0,60	15,38
TOTAL				54,04	TOTAL				15,38
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>ir</sub>	U.A.b <sub>ir</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
				0,00					0,00
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
				0,00					0,00
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
				0,00					0,00
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
				0,00					0,00
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 60,09 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 17,60 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO			
PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C
PDET1	3,94	1,33	5,26	PDET1	3,94	0,50	1,97
PDET1	6,66	1,42	9,44	PDET1	6,66	0,50	3,33
TOTAL			14,70	TOTAL			5,30

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C
			0,00				0,00
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>i</sub> W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>i</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>i</sub> W/°C
PVT1	80,21	0,26	21,16	PVT1	80,21	0,50	40,11
TOTAL			21,16	TOTAL			40,11

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 35,86 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub> = 45,41 W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 121,72 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>aid</sub> = 60,09 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 35,86 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 217,67 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub> = 88,75 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> + H<sub>aid REF</sub> = 17,60 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub> = 45,41 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub> = 151,76 W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 121,72 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> = 6,04 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 35,86 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 163,62 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub> = 88,75 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> = 2,22 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub> = 45,41 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub> = 136,38 W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,i-A_0,P_d} &= \boxed{69,79} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= \boxed{0,40} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{72,70} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= \boxed{23,73} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= \boxed{0,40} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{72,70} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= \boxed{23,73} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= \boxed{1} \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= \boxed{0} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,v-A_0,P_d} &= \boxed{104,69} \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= \boxed{1,00} \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{rh,v} &= \boxed{0,60} \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= \boxed{72,70} \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= \boxed{2,40} \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= \boxed{35,59} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{72,7} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{1308,18} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Oeste	0,68	0,83	0,52	0,57	0,17	0,56	0,09
2 (VE2)	Oeste	0,68	6,31	0,52	0,57	1,27	0,56	0,71
3 (VE2)	Oeste	0,68	2,32	0,42	0,57	0,37	0,56	0,24
4 (VE2)	Oeste	0,68	2,32	0,42	0,57	0,38	0,56	0,24
5 (VE1)	Norte	0,68	1,07	0,90	0,57	0,37	0,27	0,11
6 (VE2)	Norte	0,68	2,35	0,90	0,57	0,81	0,27	0,24
7 (VE1)	Norte	0,68	0,61	0,90	0,57	0,21	0,27	0,06
8 (VE1)	Norte	0,68	0,59	0,90	0,57	0,21	0,27	0,06
9 (VE1)	Norte	0,68	0,94	0,90	0,57	0,32	0,27	0,10
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto <math>X_j\cdot F_h\cdot F_o\cdot F_f</math> deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	1,86

*Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o\cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i\cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g\cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>No cálculo de <math>g_{i,int}</math> e <math>g_{i,ENU}</math> não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, <math>g_i</math> será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal <math>g_{\perp,vi}</math>, afectado do factor de seletividade angular <math>F_{w,i}</math>.</i>							TOTAL	0,00

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{1,86} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{1513,33} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

**C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS**

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1308,18 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1513,33 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2821,51 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA**

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 72,70 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,25 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1293,19 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1308,18 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2601,372919 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\ & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p = 72,70 \text{ m}^2 \\ & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 851,46 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>wv</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activos F <sub>mv,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>t</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>mv,v</sub> ·g <sub>t</sub> +(1-F <sub>mv,v</sub> )·g <sub>tp</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>nv,v</sub> ·F <sub>ov,v</sub> ·F <sub>lv</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·A <sub>e</sub>
1 (VE1)	Oeste	0,83	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,22	0,90	490,00	97,25
2 (VE2)	Oeste	6,31	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,37	0,64	0,48	1,72	0,90	490,00	756,64
3 (VE2)	Oeste	2,32	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,37	0,64	0,48	0,63	0,88	490,00	271,99
4 (VE2)	Oeste	2,32	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,37	0,64	0,48	0,63	0,89	490,00	273,54
5 (VE1)	Norte	1,07	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,37	0,90	220,00	72,46
6 (VE2)	Norte	2,35	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,37	0,60	0,60	0,80	0,90	220,00	159,13
7 (VE1)	Norte	0,61	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,21	0,90	220,00	41,55
8 (VE1)	Norte	0,59	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,20	0,90	220,00	40,14
9 (VE1)	Norte	0,94	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,32	0,90	220,00	63,38
TOTAL												1776,09	

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>wv</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activos F <sub>mv,v</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,int</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,int</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>nv,v</sub> ·F <sub>ov,v</sub> ·F <sub>lv</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·A <sub>e</sub>
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F <sub>o,v</sub> é igual a 1; Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de proteção solar permanentes o factor solar g <sub>v,ENU</sub> é igual a 1.												0,00
TOTAL												0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>nv</sub> ·F <sub>ov</sub> ·F <sub>lv</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
PDE1	Oeste	0,05	12,70	1,60	0,04	0,04	1,00	490,00	19,88
PDE1	Norte	0,05	18,40	1,60	0,04	0,06	1,00	220,00	12,93
TOTAL									32,81

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	0,00
TOTAL									0,00

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	0,00
TOTAL									0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>nv</sub> ·F <sub>ov</sub> ·F <sub>lv</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	0,00

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1776,09 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 32,81 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1808,90 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 851,46 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 1808,90 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 2660,36 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\ & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ & \text{factor solar de verão de referência } q_{v,REF} = 0,43 \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p = 72,7 \text{ m}^2 \\ & \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\ & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} = 3915,04 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 217,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 23,73 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 241,40 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 151,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 23,73 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 175,48 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 217,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 6\,730,61 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 151,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 4\,692,52 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 23,73 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 733,75 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,288 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 23,73 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 733,75 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\
 &+ \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 2\,821,51 && \text{kWh/ano} \\
 &+ \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 7\,464,36 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,38 \\
 &+ \\
 &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i & \boxed{0,95} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} & \boxed{2821,51} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} & \boxed{2677,29} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} & \boxed{0,6} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} & \boxed{2601,37} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1560,82} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

#### E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} & \boxed{6730,61} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} & \boxed{733,75} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} & \boxed{2677,29} & \text{kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} & = & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{4787,07} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{72,70} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} & \boxed{65,85} & \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{array}$$

#### E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} & \boxed{4692,52} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} & \boxed{733,75} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1560,82} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{3865,45} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{72,70} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i & \boxed{53,17} & \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 163,62 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 35,59 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 199,22 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 163,62 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,964,27 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 35,59 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 427,30 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &+ \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 2660,36 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_{i,REF}$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	4787,07	164,62	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	132,92			
TOTAL								4787,07	164,62	TOTAL								132,92

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{piv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{piv} / \eta_v$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{piv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{piv} / \eta_{v,REF}$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	281,32	9,67	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								281,32	9,67	TOTAL								7,61

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
72,7 m<sup>2</sup>  $A_p$   
= 24,52 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u,AQS}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
72,7 m<sup>2</sup>  $A_p$   
= 24,52 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u,AQS}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_{u,AQS}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS} / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS} \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u,AQS,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS,REF} \cdot F_{pua} / \eta_{a,REF}$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 1	Electricidade	24,52	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	24,52	0,00	0,81	2,5	0,00			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1876,80	64,54	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	64,54			
TOTAL								1876,80	64,54	TOTAL								64,54

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano

Área útil de Pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

Factor de Conversão  $F_{pv}$   kWh<sub>EP</sub>/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação  kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{ren}/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{pu}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pu}$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	164,62	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	9,67	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	64,54	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	238,83	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	132,92	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	64,54	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	305,07	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano



TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO					
PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade &gt;0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade &gt;0).</i>	Área m	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>nd</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> + H<sub>nd REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub>  W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr REF</sub>  W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 1,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{dh,i-A_0,P_d} &= 50,73 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 37,30 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 17,25 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 37,30 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= 17,25 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 1 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{dh,v-A_0,P_d} &= 76,09 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{dh,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 37,30 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 25,87 \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{37,3} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{671,77} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Este	0,68	2,42	0,52	0,57	0,49	0,56	0,27
2 (VE2)	Norte	0,68	2,83	0,90	0,57	0,98	0,27	0,29
3 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
4 (VE1)	Este	0,68	2,42	0,52	0,57	0,49	0,56	0,27
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	1,01

*Em nenhum caso o produto  $X_j \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$  deve ser menor que 0.27;  
Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o \cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

*No cálculo de  $g_{i,int}$  e  $g_{i,ENU}$  não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento,  $g_i$  será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal  $g_{\perp,vi}$ , afectado do factor de seletividade angular  $F_{w,i}$ .*

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{1,01} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{822,42} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{671,77} \text{ kWh/ano} \\ & + \end{aligned}$$

Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

#### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul  $G_{sul}$   kWh/m<sup>2</sup>.mês

x

0,146

x

0,15

x

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

x

Duração da estação de aquecimento  $M$   meses

=

Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

+

Ganhos internos brutos  $Q_{int,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = \frac{2928}{x} \text{ horas} \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = \frac{37,30}{x} \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int,v}} = \frac{436,86}{1000} \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activas F <sub>mv,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>T</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>Tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>mv,v</sub> ·g <sub>T</sub> +(1-F <sub>mv,v</sub> )·g <sub>Tp</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>v,v</sub> =F <sub>mv,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v,v</sub> ·A <sub>v</sub>
1 (VE1)	Este	2,42	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,64	0,90	490,00	282,77
2 (VE2)	Norte	2,83	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,37	0,60	0,60	0,97	0,90	220,00	191,64
3 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
4 (VE1)	Este	2,42	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,64	0,90	490,00	282,77
TOTAL													870,27

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activas F <sub>mv,v</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,int</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,int</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>v,v</sub> =F <sub>mv,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v,v</sub> ·A <sub>v</sub>
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que <u>na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F<sub>v,v</sub> é igual a 1.</u> Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar gv,ENU é igual a 1.												
TOTAL												0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
PDE2	Este	0,05	13,22	2,75	0,04	0,07	1,00	490,00	35,64
PDE1	Norte	0,05	31,17	1,60	0,04	0,10	1,00	220,00	21,91
TOTAL									57,54

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 870,27 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 57,54 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{\text{sol,v}} = 927,81 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int,v}} = 436,86 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol,v}} = 927,81 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{t,v}} = 1364,67 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = \frac{2928}{x} \text{ horas} \\
 & \text{factor solar de verão de referência } g_{\text{v,REF}} = 0,43 \\
 & A_w/A_p = 0,2 \\
 & \text{Radiação solar média de referência } I_{\text{sol,REF}} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 & \text{Área útil de Pavimento } A_p = 37,3 \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{\text{a,v,REF}} = 2008,68 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 143,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 17,25 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 161,01 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 67,57 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 17,25 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 84,82 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 143,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 4\,460,56 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 67,57 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 2\,096,54 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 17,25 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 535,14 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 17,25 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 535,14 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\ &+ \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 1\,494,19 && \text{kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 4\,995,70 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,30 \\ &+ \\ &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{r}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad \boxed{0,97} \\
 \times \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad \boxed{1494,19} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad \boxed{1448,19} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad \boxed{0,6} \\
 \times \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad \boxed{1335,85} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{801,51} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

#### E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{r}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad \boxed{4460,56} \text{ kWh/ano} \\
 + \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad \boxed{535,14} \text{ kWh/ano} \\
 - \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad \boxed{1448,19} \text{ kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 = \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{3547,51} \text{ kWh/ano} \\
 \div \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{37,30} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad \boxed{95,11} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

#### E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{r}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad \boxed{2096,54} \text{ kWh/ano} \\
 + \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad \boxed{535,14} \text{ kWh/ano} \\
 - \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{801,51} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{1830,16} \text{ kWh/ano} \\
 \div \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{37,30} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i \quad \boxed{49,07} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 143,76 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 25,87 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 169,64 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 143,76 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,725,87 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 25,87 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 310,58 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 1364,67 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano  
 =  
 parâmetro  $\gamma_v$    
 parâmetro  $a_v$   W/°C  
 Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$    
 x  
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano  
 ÷  
 Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>  
 =  
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$    
 x  
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano  
 ÷  
 Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>  
 =  
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	3547,51	237,77	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	122,67
TOTAL									TOTAL						
3547,51									122,67						

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61
TOTAL									TOTAL						
0,00									7,61						

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$  = 80 l

40 x 2 ocupantes = 80 l

factor de eficiência hídrica = 1

consumo médio diário de referência MAQS = 80 l

aumento de temperatura  $\Delta T$  = 35 °C

nº de dias de consumo = 365 dias

$A_p$  = 37,3 m<sup>2</sup>

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u, A_p}$  = 31,87 kWh/m<sup>2</sup>.ano

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$  = 80 l

40 x 2 ocupantes = 80 l

factor de eficiência hídrica = 1

consumo médio diário de referência MAQS = 80 l

aumento de temperatura  $\Delta T$  = 35 °C

nº de dias de consumo = 365 dias

$A_p$  = 37,3 m<sup>2</sup>

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u, A_p}$  = 31,87 kWh/m<sup>2</sup>.ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_{u, A_p}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_p}$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_p} \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u, A_p, REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a, REF}$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_p, REF} \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 1	Electricidade	31,87	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	31,87	0,00	0,81	2,5	0,00
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1251,20	83,86	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	83,86
TOTAL									TOTAL						
1251,20									83,86						

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$  = 0 kWh/ano

Área útil de Pavimento  $A_p$  = 37,3 m<sup>2</sup>

Factor de Conversão  $F_{pui}$  = 2,5 kWh<sub>el</sub>/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação = 0,00 kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{ren}/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
-	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	237,77	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	83,86	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	321,63	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	122,67	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,51	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	83,86	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	214,14	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano



TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> > 0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub>  W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO					
PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>bw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bw</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ec</sub>  W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ec,REF</sub>  W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>ed</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ec</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext,REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu,REF</sub> + H<sub>ed,REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ec,REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr,REF</sub>  W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ec</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext,REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu,REF</sub>  W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ec,REF</sub>  W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr,REF</sub>  W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} & \frac{1,00}{x} \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \frac{0}{x} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{rh,i-A_0,P_d} & \frac{38,69}{x} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \frac{1,00}{x} \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} & \frac{0,40}{x} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 & \frac{28,45}{x} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \frac{3,40}{x} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} & \frac{13,16}{x} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i REF} & \frac{0,40}{x} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 & \frac{28,45}{x} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \frac{3,40}{x} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i REF} & \frac{13,16}{x} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} & \frac{1}{x} \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} & \frac{0}{x} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{rh,v-A_0,P_d} & \frac{58,04}{x} \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} & \frac{1,00}{x} \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{rh,v} & \frac{0,60}{x} \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 & \frac{28,45}{x} \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d & \frac{3,40}{x} \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} & \frac{19,73}{x} \text{ W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{28,45} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{512,39} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
2 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
3 (VE1)	Oeste	0,68	1,67	0,42	0,57	0,27	0,56	0,17
4 (VE1)	Oeste	0,68	1,67	0,42	0,57	0,27	0,56	0,17
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,69

*Em nenhum caso o produto  $X_j \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$  deve ser menor que 0.27;  
Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o \cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

*No cálculo de  $g_{i,int}$  e  $g_{i,ENU}$  não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento,  $g_i$  será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal  $g_{\perp,vi}$ , afectado do factor de seletividade angular  $F_{w,i}$ .*

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{0,69} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{564,14} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{512,39} \text{ kWh/ano} \\ & + \end{aligned}$$

Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

#### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul  $G_{sul}$   kWh/m<sup>2</sup>.mês

x

0,146

x

0,15

x

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

x

Duração da estação de aquecimento  $M$   meses

=

Ganhos solares brutos  $Q_{sol,i}$   kWh/ano

+

Ganhos internos brutos  $Q_{int,i}$   kWh/ano

=

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 28,45 \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 333,21 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>WV</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>TM,V</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>T</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>Tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>TM,V</sub> ·g <sub>T</sub> +(1-F <sub>TM,V</sub> )·g <sub>Tp</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>TM,V</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·A <sub>v</sub>
1 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
2 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
3 (VE1)	Oeste	1,67	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,44	0,89	490,00	192,09
4 (VE1)	Oeste	1,67	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,44	0,88	490,00	190,86
TOTAL													609,13

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>WV</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>TM,V</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,INT</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	g <sub>v,INT</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,INT</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>TM,V</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·A <sub>v</sub>
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que <u>na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F<sub>o,v</sub> é igual a 1.</u> Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g <sub>v,ENU</sub> é igual a 1.													
TOTAL													0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>v</sub>
PDE1	Oeste	0,05	13,29	1,60	0,04	0,04	1,00	490,00	20,80
PDE1	Norte	0,05	20,80	1,60	0,04	0,07	1,00	220,00	14,62
TOTAL									35,42

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>v</sub>
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>v</sub>
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>o</sub> ·A <sub>v</sub>
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 609,13 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 35,42 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 644,55 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 333,21 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 644,55 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{t,v} = 977,75 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} = 0,43 \\
 & A_w/A_p, REF = 0,2 \\
 & \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 & \text{Área útil de Pavimento } A_p = 28,45 \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{a,v,REF} = 1532,09 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 99,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 13,16 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 113,07 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 52,80 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 13,16 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 65,96 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 99,91 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 3\,100,03 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 52,80 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 1\,638,22 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 13,16 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 408,17 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 13,16 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 408,17 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\ &+ \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 1076,52 && \text{kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 3508,20 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,31 \\ &+ \\ &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i & \boxed{0,97} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} & \boxed{1076,52} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} & \boxed{1041,44} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} & \boxed{0,6} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} & \boxed{1018,90} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} & \boxed{611,34} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

**E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} & \boxed{3100,03} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} & \boxed{408,17} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} & \boxed{1041,44} & \text{kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} & = & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{2466,76} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{28,45} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} & \boxed{86,71} & \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

**E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} & \boxed{1638,22} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} & \boxed{408,17} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} & \boxed{611,34} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{1435,04} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{28,45} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i & \boxed{50,44} & \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 99,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 19,73 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 119,65 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 99,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,199,45 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 19,73 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 236,89 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 977,75 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano



**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	216,76	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	109,95	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	326,71	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	126,10	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	109,95	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	243,66	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano



CUBERTURAS INTERIORES (POR ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)				CUBERTURAS INTERIORES (POR ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)			
	m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> .°C	W/°C		m <sup>2</sup>	W/m <sup>2</sup> .°C	W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS				VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS					
	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.				VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.					
	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)				PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)					
	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C		Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> **86,81** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> **30,32** W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO			
	Área m <sup>2</sup>	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C		Área m	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C
PAREDES ENTERRADAS				PAREDES ENTERRADAS			
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>				PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>			
	Área m <sup>2</sup>	U <sub>sf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sf</sub> W/°C		Área m	U <sub>sf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sf</sub> W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>				PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem isolamentos</i>			
	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C		Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C
TOTAL			0,00	TOTAL			0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> **87,58** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>db</sub> **86,81** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> **174,39** W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> **48,35** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>db</sub> **30,32** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> **78,67** W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> **87,58** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> **8,82** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> **96,40** W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> **48,35** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> **8,13** W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> **0,00** W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> **56,48** W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 1,00 \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i-A_0,P_d} &= 56,68 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 41,68 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 19,27 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 41,68 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= 19,27 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 1 \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v-A_0,P_d} &= 85,03 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 41,68 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,40 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 28,91 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{41,68} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{750,72} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
2 (VE1)	Norte	0,68	1,18	0,90	0,57	0,41	0,27	0,12
3 (VE1)	Oeste	0,68	2,37	0,52	0,57	0,48	0,56	0,27
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,56

*Em nenhum caso o produto  $X_j \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$  deve ser menor que 0.27;  
Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o \cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fracção Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
							TOTAL	0,00

*No cálculo de  $g_{i,int}$  e  $g_{i,ENU}$  não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento,  $g_i$  será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal  $g_{\perp,vi}$ , afectado do factor de seletividade angular  $F_{w,i}$ .*

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{0,56} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,25} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{457,52} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{750,72} \text{ kWh/ano} \\ & + \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{457,52} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

$$=$$

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,i}$   kWh/ano

#### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \text{  kWh/m}^2\cdot\text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \text{  m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \text{  meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \text{  kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \text{  kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \text{  kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos médios } q_{int} &= 4 \text{ W/m}^2 \\ \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 41,68 \text{ m}^2 \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} &= 488,16 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>WV</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activas F <sub>Prot,V</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>Prot</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>Prot</sub>	FS de Verão g <sub>v,verão</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
1 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
2 (VE1)	Norte	1,18	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,40	0,90	220,00	79,85
3 (VE1)	Oeste	2,37	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,63	0,90	490,00	277,23
TOTAL													470,17

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fração Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>WV</sub>	Fração Tempo Prot. Móveis activas F <sub>Prot,V</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,int</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>v,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,int</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o,v</sub> =F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>o,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>	
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que <u>na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F<sub>o,v</sub> é igual a 1.</u> Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g <sub>v,ENU</sub> é igual a 1.													
TOTAL													0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
PDE1	Oeste	0,05	17,04	1,60	0,04	0,05	1,00	490,00	26,68	
PDE1	Norte	0,05	20,03	1,60	0,04	0,06	1,00	220,00	14,08	
TOTAL										40,76
COBERTURA EXTERIOR		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
		Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	0,00
TOTAL										0,00
COBERTURAS INTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
		Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	0,00
TOTAL										0,00
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>v</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>o</sub> =F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>o</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>v</sub> ·A <sub>v</sub>
VOE1	Norte	0,40	2,62	2,20	0,04	0,09	0,90	220,00	18,27	
TOTAL										18,27

$$\begin{aligned} \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} &= 470,17 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} &= 59,03 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} &= 529,20 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} &= 488,16 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} &= 529,20 \text{ kWh/ano} \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{o,v} &= 1017,36 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos médios } q_{int} &= 4 \text{ W/m}^2 \\ \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v &= 2928 \text{ horas} \\ \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} &= 0,43 \\ A_w/A_p &= 0,2 \\ \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} &= 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\ \text{Área útil de Pavimento } A_p &= 41,68 \text{ m}^2 \\ \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{o,v,REF} &= 2244,55 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 174,39 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 19,27 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 193,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 78,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 19,27 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 97,95 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 174,39 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 5\,412,59 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 78,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 2\,441,75 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 19,27 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 598,17 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,293 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 19,27 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 598,17 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Forte} \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 1\,208,24 && \text{kWh/ano} \\ &\div \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 6\,010,76 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,20 \\ &\text{parâmetro } a_i && 4,20 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{r}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i \quad \boxed{1,00} \\
 \times \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad \boxed{1208,24} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} \quad \boxed{1207,09} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{r}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} \quad \boxed{0,6} \\
 \times \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} \quad \boxed{1492,84} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{895,70} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

**E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{r}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad \boxed{5412,59} \text{ kWh/ano} \\
 + \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad \boxed{598,17} \text{ kWh/ano} \\
 - \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} \quad \boxed{1207,09} \text{ kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} \\
 = \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{4803,66} \text{ kWh/ano} \\
 \div \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{41,68} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} \quad \boxed{115,25} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

**E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{r}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad \boxed{2441,75} \text{ kWh/ano} \\
 + \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad \boxed{598,17} \text{ kWh/ano} \\
 - \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} \quad \boxed{895,70} \text{ kWh/ano} \\
 = \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} \quad \boxed{2144,22} \text{ kWh/ano} \\
 \div \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p \quad \boxed{41,68} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i \quad \boxed{51,44} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 96,40 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 28,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 125,31 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 96,40 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,157,23 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 28,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 347,05 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Forte} \\
 & \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 1017,36 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1		4803,66	288,13	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	128,61			
TOTAL								4803,66	288,13	TOTAL								128,61

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3		0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								0,00	0,00	TOTAL								7,61

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes

factor de eficiência hídrica

consumo médio diário de referência MAQS  l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
41,68 m<sup>2</sup>

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u,AQS}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes

factor de eficiência hídrica

consumo médio diário de referência MAQS  l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
41,68 m<sup>2</sup>

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u,AQS}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_{u,AQS}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS}$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS} \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u,AQS,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,AQS,REF} \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 1	Electricidade	42,78	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	42,78	0,00	0,95	2,5	0,00			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1876,80	112,57	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	112,57			
TOTAL								1876,80	112,57	TOTAL								112,57

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano

Área útil de Pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

Factor de Conversão  $F_{pui}$   kWh<sub>el</sub>/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação  kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{ren}/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	288,13	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	112,57	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	400,70	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	128,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	112,57	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	248,79	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano



PV11	8,94	1,49	0,30	4,00	PV11	8,94	0,60	0,30	1,61
TOTAL				4,00	TOTAL				1,61

COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m.°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 40,36 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 15,81 W/°C

**A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO**
**A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO**

PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>sw</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sw</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade &gt;=0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>sf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sf</sub> W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade &gt;=0).</i>	Área m	U <sub>sf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>sf</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z &lt;=0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z &lt;=0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C		
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs,REF</sub> = 0,00 W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 153,02 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>sb</sub> = 40,36 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 193,38 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext,REF</sub> = 85,60 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu,REF</sub> + H<sub>sb,REF</sub> = 15,81 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs,REF</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr,REF</sub> = 101,41 W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 153,02 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> = 7,77 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 160,79 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext,REF</sub> = 85,60 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu,REF</sub> = 6,54 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs,REF</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr,REF</sub> = 92,13 W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 1,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{\text{dh},i-A_0,P_d} &= 83,40 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 64,01 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 28,36 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 64,01 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= 28,36 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 1 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{\text{dh},v-A_0,P_d} &= 125,10 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{\text{dh},v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 64,01 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 42,53 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,26} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{64,01} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{1154,39} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Este	0,68	2,42	0,52	0,57	0,49	0,56	0,27
2 (VE1)	Este	0,68	2,42	0,52	0,57	0,49	0,56	0,27
3 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
4 (VE1)	Este	0,68	2,42	0,52	0,57	0,49	0,56	0,27
5 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
6 (VE2)	Horizontal	0,27	2,18	0,90	0,65	0,34	0,89	0,31
7 (VE2)	Horizontal	0,27	0,31	0,90	0,65	0,05	0,89	0,04
8 (VE2)	Horizontal	0,27	0,31	1,00	0,65	0,05	0,89	0,05
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto <math>X_j\cdot F_h\cdot F_o\cdot F_f</math> deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	1,56

*Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o\cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.*

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i\cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g\cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>No cálculo de <math>g_{\text{int}}</math> e <math>g_{i,ENU}</math> não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento, <math>g_i</math> será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal <math>g_{\perp,vi}</math>, afectado do factor de seletividade angular <math>F_{w,i}</math>.</i>							TOTAL	0,00

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{1,56} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2\cdot\text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,26} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{1271,30} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

### C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1154,39 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1271,30 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2425,70 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 64,01 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,26 \quad \text{meses} \\
 &\quad \quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1141,16 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1154,39 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2295,556961 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\ & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ & \text{Área útil de pavimento } A_c = 64,01 \text{ m}^2 \\ & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 749,69 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>wv</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>t</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>m,v</sub> ·g <sub>t</sub> +1-F <sub>m,v</sub> ·g <sub>tp</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>h,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>f,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>
1 (VE1)	Este	2,42	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,64	0,90	490,00	282,77
2 (VE1)	Este	2,42	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,64	0,90	490,00	282,77
3 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
4 (VE1)	Este	2,42	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,64	0,90	490,00	282,77
5 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
6 (VE2)	Horizontal	2,18	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,03	0,90	800,00	165,28
7 (VE2)	Horizontal	0,31	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,03	0,90	800,00	23,50
8 (VE2)	Horizontal	0,31	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,03	1,00	800,00	26,11
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													1289,39

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>wv</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,INT</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,INT</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>h,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>f,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sobremento ao vão interior, pelo que na ausência de outros sobrementos o factor de obstrução dos vãos interiores F<sub>s</sub> é igual a 1; Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g<sub>v,ENU</sub> é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>h</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>f</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
PDE2	Este	0,05	17,58	2,75	-	0,10	1,00	490,00	47,41
PDE1	Norte	0,05	31,16	1,60	-	0,10	1,00	220,00	21,90
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									69,32

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
CBE1	Horizontal	0,40	19,13	0,66	-	0,20	1,00	800,00	160,47
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									160,47

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
-	Horizontal	-	-	-	-	-	1,00	800,00	-
TOTAL									0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub>	U	R <sub>se</sub>	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>h</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>f</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub>
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									0,00

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 1289,39 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 229,78 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1519,17 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 749,69 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 1519,17 \text{ kWh/ano} \\ & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 2268,86 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\ & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ & \text{factor solar de verão de referência } q_{v,REF} = 0,43 \\ & A_w/A_p,REF = 0,2 \\ & \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\ & \text{Área útil de Pavimento } A_p = 64,01 \text{ m}^2 \\ & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} = 3447,07 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 193,38 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 28,36 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 221,74 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 101,41 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 28,36 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 129,76 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 193,38 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 6\,031,65 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 101,41 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 3\,162,96 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 28,36 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 884,42 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 28,36 && \text{W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 884,42 && \text{kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\ &+ \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 2\,425,70 && \text{kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 6\,916,07 && \text{kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,35 \\ &+ \\ &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i & \boxed{0,96} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} & \boxed{2425,70} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} & \boxed{2319,94} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} & \boxed{0,6} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} & \boxed{2295,56} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1377,33} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

#### E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} & \boxed{6031,65} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} & \boxed{884,42} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} & \boxed{2319,94} & \text{kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} & = & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{4596,13} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{64,01} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} & \boxed{71,80} & \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

#### E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} & \boxed{3162,96} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} & \boxed{884,42} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1377,33} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{2670,05} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{64,01} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i & \boxed{41,71} & \text{kWh/m}^2\cdot\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 160,79 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 42,53 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 203,33 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 160,79 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,930,29 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 42,53 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 510,61 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &+ \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 2268,86 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano  
 =  
 parâmetro  $\gamma_v$    
 parâmetro  $a_v$   W/°C  
 Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$    
 x  
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano  
 ÷  
 Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>  
 =  
 Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_{vREF})$    
 x  
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,vREF}$   kWh/ano  
 ÷  
 Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>  
 =  
 Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{pui} / \eta_i$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	4596,13	179,51	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	104,28			
TOTAL								4596,13	179,51	TOTAL								104,28

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{uc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{piv}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{piv} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{uc,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{piv}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_{uc,REF} \cdot F_{piv} / \eta_v$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	190,53	7,44	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								190,53	7,44	TOTAL								7,61

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQ5}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
64,01 m<sup>2</sup>  $A_p$   
= 27,85 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u, A_5}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

consumo médio diário de referência  $M_{AQ5}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

nº de dias de consumo  dias

3600000  
+  
64,01 m<sup>2</sup>  $A_p$   
= 27,85 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_{u, A_5}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_{u, A_5}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_5}$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_5} \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u, A_5, REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a, REF}$	Factor de Conversão $F_{pua}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u, A_5, REF} \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 1	Electricidade	27,85	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	27,85	0,00	0,81	2,5	0,00			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1876,80	73,30	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	73,30			
TOTAL								1876,80	73,30	TOTAL								73,30

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano

Área útil de Pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

Factor de Conversão  $F_{pv}$   kWh<sub>el</sub>/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação  kWh<sub>el</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{re} / A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{pu}$ kWh <sub>el</sub> /kWh	Energia primária $E_{re} \cdot F_{pu}$ kWh <sub>el</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	179,51	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,44	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	73,30	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	260,25	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	104,28	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	73,30	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>g</sub>	185,19	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano



TOTAL					TOTAL				
3,22					1,29				
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUESIS, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM b <sub>tr</sub> >0,7)	Comp. B m	ψ W/m <sup>2</sup> .°C	b <sub>tr</sub>	ψ.B.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 39,90 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior H<sub>int</sub> = 14,02 W/°C

A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO					A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				
PAREDES ENTERRADAS	Área m <sup>2</sup>	U <sub>ew</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ew</sub> W/°C		PAREDES ENTERRADAS	Área m	U <sub>ew</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ew</sub> W/°C	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C		PAVIMENTOS ENTERRADOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>	Área m	U <sub>ef</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>ef</sub> W/°C	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C		PAVIMENTOS TÉRREOS <i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z≤0) com ou sem isolamentos</i>	Área m	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C

**A.4 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**
**A.9 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. AQUECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 128,28 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>da</sub> = 39,90 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 168,18 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 78,15 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>da</sub> = 14,02 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 92,17 W/°C

**A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**
**A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ARREFECIMENTO**

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 128,28 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> = 4,58 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 132,85 W/°C

Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub> = 78,15 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> = 3,97 W/°C  
 +  
 Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo H<sub>ecs</sub> = 0,00 W/°C  
 =  
 Coeficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub> = 82,12 W/°C

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 1,00 \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,i-A_0,P_d} &= 87,28 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 66,83 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 29,67 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{nh,i,REF} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 66,83 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i,REF} &= 29,67 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 1 \\
 &x \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{rh,v-A_0,P_d} &= 130,92 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &x \\
 &0,34 \\
 &x \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{rh,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &x \\
 \text{Área útil de pavimento } A_0 &= 66,83 \text{ m}^2 \\
 &x \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 3,26 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 44,51 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} & \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,26} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{66,83} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} & \boxed{1205,25} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
1 (VE1)	Norte	0,68	1,67	0,90	0,57	0,58	0,27	0,17
2 (VE1)	Oeste	0,68	1,67	0,49	0,57	0,32	0,56	0,18
3 (VE1)	Oeste	0,68	1,12	0,27	0,57	0,12	0,56	0,12
4 (VE2)	Oeste	0,68	2,84	0,46	0,57	0,50	0,56	0,30
5 (VE3)	Horizontal	0,27	2,18	0,90	0,65	0,34	0,89	0,31
6 (VE3)	Horizontal	0,27	0,31	0,90	0,65	0,05	0,89	0,04
7 (VE3)	Horizontal	0,27	0,31	0,90	0,65	0,05	0,89	0,04
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Em nenhum caso o produto  $X_j \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f$  deve ser menor que 0.27;

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto  $F_o \cdot F_f$  deve ser inferior ou igual a 0.9, excepto nos casos em que o vão envidraçado esteja à face exterior da parede.

TOTAL 1,16

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno $g_i \cdot g_{i,ENU}$	Área $A_w$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_{s,i}=F_{h,i}\cdot F_{o,i}\cdot F_{f,i}$	Fração Envidraçada $F_g \cdot F_{g,ENU}$	Área efectiva colectora $A_{s,i}=A_w\cdot F_{s,i}\cdot F_g\cdot g_i$ m <sup>2</sup>	Factor de Orientação $X$	Área Efectiva colectora a Sul $X\cdot A_{s,i}$ m <sup>2</sup>
-	-	-	-	-	-	-	-	-

No cálculo de  $g_{i,int}$  e  $g_{i,ENU}$  não deverão ser considerados os dispositivos de protecção solar móveis devendo considerar-se apenas dispositivos permanentes; caso não existam quaisquer dispositivos de sombreamento,  $g_i$  será igual ao factor solar do vidro para uma incidência solar normal  $g_{\perp,vi}$ , afectado do factor de seletividade angular  $F_{w,i}$ .

TOTAL 0,00

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{1,16} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} & \boxed{130} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M & \boxed{6,26} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} & \boxed{940,37} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1205,25 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 940,37 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2145,62 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

#### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 66,83 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad \text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,26 \quad \text{meses} \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad = \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1191,44 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad + \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1205,25 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad = \\
 &\quad \quad \quad \quad \quad \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{\text{g},i} \quad 2396,689137 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \text{Área útil de pavimento } A_p = 66,83 \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 782,71 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>t</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>m,v</sub> ·g <sub>t</sub> +(1-F <sub>m,v</sub> )·g <sub>tp</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>h,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>f,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>
1 (VE1)	Norte	1,67	Duplo	0,57	0,80	0,00	0,35	0,60	0,60	0,57	0,90	220,00	113,09
2 (VE1)	Oeste	1,67	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,44	0,90	490,00	195,20
3 (VE1)	Oeste	1,12	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,35	0,64	0,47	0,30	0,48	490,00	70,40
4 (VE2)	Oeste	2,84	Duplo	0,57	0,85	0,60	0,37	0,64	0,48	0,77	0,90	490,00	340,53
5 (VE3)	Horizontal	2,18	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,23	0,90	800,00	165,28
6 (VE3)	Horizontal	0,31	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,03	0,90	800,00	23,50
7 (VE3)	Horizontal	0,31	Duplo	0,65	0,90	0,90	0,15	0,27	0,16	0,03	0,90	800,00	23,50
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													931,50

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>E</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activos F <sub>m,v</sub>	FS de Verão do vão interior g <sub>v,int</sub>	FS de Verão do vão do ENU g <sub>v,ENU</sub>	Área Efectiva A <sub>e,v</sub> =A <sub>w</sub> ·F <sub>E</sub> ·g <sub>v,int</sub> ·g <sub>v,ENU</sub>	Factor de Obstrução F <sub>s,v</sub> =F <sub>h,v</sub> ·F <sub>o,v</sub> ·F <sub>f,v</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s,v</sub> ·A <sub>e</sub>	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL													0,00

Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que na ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores F<sub>s</sub> é igual a 1; Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar g<sub>v,ENU</sub> é igual a 1.

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>h</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>f</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/ano	
PDE1	Oeste	0,05	27,28	1,60	0,09	0,09	1,00	490,00	42,71	
PDE1	Norte	0,05	23,86	1,60	0,04	0,08	1,00	220,00	16,77	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										59,48

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/ano	
CBE1	Horizontal	0,40	21,70	0,66	0,04	0,23	1,00	800,00	182,03	
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
TOTAL										182,03

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/ano	
-	Horizontal	-	-	-	0,04	-	1,00	800,00	0,00	
TOTAL										0,00

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A <sub>op</sub> m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> ·°C	R <sub>se</sub> (m <sup>2</sup> ·°C)/W	Área efectiva A <sub>e</sub> =α·U·A <sub>op</sub> ·R <sub>se</sub> m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução F <sub>s</sub> =F <sub>h</sub> ·F <sub>o</sub> ·F <sub>f</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>e</sub> kWh/ano	
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-	
TOTAL										0,00

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 931,50 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 241,51 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 1173,01 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 782,71 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 1173,01 \text{ kWh/ano} \\
 & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 1955,72 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\
 & \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\
 & \text{factor solar de verão de referência } q_{v,REF} = 0,43 \\
 & A_w/A_p,REF = 0,2 \\
 & \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} = 490 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 & \text{Área útil de Pavimento } A_p = 66,83 \text{ m}^2 \\
 & \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} = 3598,93 \text{ kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo E

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

LIMITE MÁXIMO DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

E.1 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 168,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 29,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} && 197,85 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 92,17 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &+ \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 29,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} && 121,85 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} && 168,18 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} && 5\,245,46 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} && 92,17 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} && 2\,874,95 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} && 29,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} && 925,55 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &0,024 \\
 &x \\
 &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD && 1\,300 && ^\circ\text{C.dias} \\
 &x \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} && 29,67 && \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &= \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} && 925,55 && \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} && \text{Média} \\
 &+ \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} && 2\,145,62 && \text{kWh/ano} \\
 &+ \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,i} + Q_{ve,i} && 6\,171,00 && \text{kWh/ano} \\
 &= \\
 &\text{parâmetro } \gamma_i && 0,35 \\
 &+ \\
 &\text{parâmetro } a_i && 2,60 && \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i & \boxed{0,96} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} & \boxed{2145,62} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i} & \boxed{2053,81} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} & \boxed{0,6} & \\
 \times & & \\
 \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i,REF} & \boxed{2396,69} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Ganhos totais úteis } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1438,01} & \text{kWh/ano}
 \end{array}$$

**E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} & \boxed{5245,46} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} & \boxed{925,55} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i} & \boxed{2053,81} & \text{kWh/ano} \\
 \text{(folha de cálculo 1.4)} & = & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{4117,20} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{66,83} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_{ic} & \boxed{61,61} & \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{array}$$

**E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO**

$$\begin{array}{rcl}
 \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} & \boxed{2874,95} & \text{kWh/ano} \\
 + & & \\
 \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} & \boxed{925,55} & \text{kWh/ano} \\
 - & & \\
 \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{gu,i,REF} & \boxed{1438,01} & \text{kWh/ano} \\
 = & & \\
 \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} & \boxed{2362,48} & \text{kWh/ano} \\
 \div & & \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p & \boxed{66,83} & \text{m}^2 \\
 = & & \\
 \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_i & \boxed{35,35} & \text{kWh/m}^2.\text{ano}
 \end{array}$$

Folha de Cálculo F

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 132,85 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 44,51 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 177,36 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 132,85 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,594,87 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 44,51 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 534,35 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Inércia do edifício} \quad \text{Média} \\
 &\quad \div \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} \quad 1955,72 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad \div
 \end{aligned}$$

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

**F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO**

$(1 - \eta_v)$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_{vc}$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

$(1 - \eta_{v,REF})$

x

Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{g,v,REF}$   kWh/ano

÷

Área útil de pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

=

Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento  $N_v$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

G.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{Ac}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{P_{ac}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{Ac} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{Ac} \cdot F_{P_{ac}} / \eta_i$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{Ac,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{i,REF}$	Factor de Conversão $F_{P_{ac}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_{Ac,REF} \cdot F_{P_{ac}} / \eta_i$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		1	2,5	4117,20	154,02	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	88,38			
TOTAL								4117,20	154,02	TOTAL								88,38

G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

G.8 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{Ar}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{P_{ar}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_v \cdot \delta \cdot N_{Ar} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{Ar} \cdot F_{P_{ar}} / \eta_v$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_{Ar,REF}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{v,REF}$	Factor de Conversão $F_{P_{ar}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_{Ar,REF} \cdot F_{P_{ar}} / \eta_v$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	161,56	6,04	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								161,56	6,04	TOTAL								7,61

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

G.9 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS DE REFERÊNCIA

CONSUMO DE AQS

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

4187  
x  
35 aumento de temperatura  $\Delta T$  °C  
x  
365 nº de dias de consumo  
+  
3600000  
+  
66,83  $A_p$  m<sup>2</sup>  
= 26,68 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_u/A_p$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

40  
x  
3 ocupantes  
x  
1 factor de eficiência hídrica  
= 120 l

4187  
x  
35 aumento de temperatura  $\Delta T$  °C  
x  
365 nº de dias de consumo  
+  
3600000  
+  
66,83  $A_p$  m<sup>2</sup>  
= 26,68 kWh/m<sup>2</sup>.ano

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_u/A_p$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_u/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_a$	Factor de Conversão $F_{P_{aq}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{P_{aq}} / \eta_a$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_{u,REF} / A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_a$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_{a,REF}$	Factor de Conversão $F_{P_{aq}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_{u,REF} \cdot F_{P_{aq}} / \eta_a$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 1	Electricidade	26,68	0,00	1	0,81	2,5	0,00	0,00	Sistema 1	Electricidade	26,68	0,00	0,81	2,5	0,00			
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		0,95	2,5	1876,80	70,21	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	0,95	2,5	70,21			
TOTAL								1876,80	70,21	TOTAL								70,21

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano

Área útil de Pavimento  $A_p$   m<sup>2</sup>

Factor de Conversão  $F_{P_{vm}}$   kWh<sub>EP</sub>/kWh

Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação  kWh<sub>EP</sub>/m<sup>2</sup>.ano

G.5 - ENERGIA PRIMÁRIA PROVENIENTE DE FONTES DE ENERGIA RENOVÁVEL

SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL	Produção de Energia	$E_{ren}/A_p$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	Factor de Conversão $F_{P_{ru}}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{P_{ru}}$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
-	-	-	-	-
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
-	-	0,00	-	-
TOTAL				0,00

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	154,02	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	6,04	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	70,21	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável	0,00	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
=		
Necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>G</sub>	230,27	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento	88,38	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para arrefecimento	7,61	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Energia primária para a preparação de AQS	70,21	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
+		
Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N <sub>L</sub>	166,19	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano