

Estudo de Comportamento Térmico

Projeto de Execução

CÂMARA MUNICIPAL DE VIMIOSO
Reconstrução de edifício para alojamento e abastecimento
de desalojados em situação de catástrofe
Rua da Praça – Vimioso

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO ESTUDO DE COMPORTAMENTO TÉRMICO

Luis Miguel Macário Pires, Engenheiro Civil, portador do cartão do cidadão n.º 11585957 8ZX1, válido até 19.02.2029, contribuinte n.º208717226, inscrito na Ordem dos Engenheiros sob o n.º 045.875, ao serviço da empresa Nordesbuild, Engenharia Unipessoal Lda., contribuinte n.º 509341292, com sede na Rua Capitão Cruz, 39 – Loja C, 5200-222 Mogadouro, declara, nos termos e para os efeitos do disposto no n.º 1 do Artigo 10º, do Decreto-Lei n.º 555/99 de 16 de Dezembro, na redação que lhe foi conferida pelo Decreto-Lei n.º 26/10 de 30 de Março e sucessivas alterações, que o *Projeto de Comportamento Térmico*, de que é autor, relativo à obra de Reconstrução de edifício para alojamento e abastecimento de desalojados em situação de catástrofe a levar a efeito na Rua da Praça, Vimioso, concelho de Vimioso, cujo licenciamento foi requerido pela Câmara Municipal de Vimioso, NIPC n.º 50662788, morada na Praça Eduardo Coelho, Vimioso, observa as normas técnicas gerais e específicas de construção, bem como as disposições legais e regulamentares aplicáveis, designadamente a Portaria n.º349-B/2013 de 29 de Novembro referente ao REH (Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação), Portaria n.º349-D/2013 de 2 de Dezembro, e o Decreto-Lei 118/2013 de 20 de Agosto com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 251/2015 de 14 de Novembro e Decreto-Lei 28/2016 de 23 de Junho, relativo ao Sistema Nacional de Certificação Energética dos edifícios.

Mogadouro, 15 de Outubro de 2019



O Técnico



ORDEM
DOS ENGENHEIROS
REGIÃO NORTE

DECLARAÇÃO

O Conselho Diretivo da Região Norte da Ordem dos Engenheiros declara que o Engenheiro LUÍS MIGUEL MACÁRIO PIRES está inscrito como Membro Efetivo, nesta associação pública profissional, sendo portador da Cédula Profissional n.º 45875, titular do curso de Mestrado em Engenharia Civil pelo(a) Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto em 10-11-2003, agrupado na(s) Especialidade(s) de Civil desde 10-11-2003, com o título de qualificação de Engenheiro Nível 2, está na efetividade dos seus direitos como Engenheiro.

Ato de Engenharia	Elaboração e subscrição de projetos de Comportamento Térmico de Edifícios da Categoria I e II; Responsabilidade técnica pela demonstração do cumprimento das exigências decorrentes do Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH).
Legislação Aplicável	Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de dezembro, a que se refere o n.º 3, do artigo 10.º, e do n.º 8, do artigo 20.º, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 136/2014, de 9 de setembro. Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 118/2013, de 20 de Agosto, a que se refere: - alínea a) do ponto 1.1 e alínea c) do ponto 1.2 do anexo à Portaria n.º 349-C/2013, de 2 de Dezembro. Portaria 701-H/2008, de 30 de outubro a que se refere o anexo I.
Validade	A presente declaração destina-se a ser exibida perante as entidades competentes, apenas para efeitos da prática do(s) ato(s) de engenharia nela descritos e é válida pelo prazo de 1 ano.

Assinatura Porto, 7 de janeiro de 2019.

José Manuel Reis Lima Freitas
Vice-Presidente do Conselho Diretivo

Elementos de validação
Código: FLDKT7LD
Ref.º: REH0002
Declaração n.º: RN18136/2019

Rua Rodrigues Sampaio, N.º 123
222071300

www.oern.pt



Data

16-07-2019

Contribuinte n.º

208717226

Apólice n.º

8410179815

Linha Exclusiva

21 794 30 20 | 22 608 11 20

dias úteis,

das 8h30 às 19h00

engenheiros@ageas.pt

www.ageas.pt/engenheiros

Seguro de Responsabilidade Civil Profissional

Ordem dos Engenheiros

Estimado/a Sr/a.,

A **Ordem dos Engenheiros**, contratualizou com a **Ageas Portugal**, em 1 de julho de 2018, o seguro de Responsabilidade Civil Profissional para todos os membros da Ordem.

Neste enquadramento e como membro da Ordem, confirmamos a sua adesão ao referido seguro cujo **n.º de apólice é 8410179815**.

Informamos ainda, que o capital seguro é de 50.000 € por membro, sinistro e anuidade.

Junto enviamos a declaração comprovativa da respetiva adesão, bem como as Condições Particulares e Especiais.

Como a sua satisfação é a nossa prioridade, este acordo tem como principal objetivo proporcionar-lhe ainda mais benefícios, ao reforçar a relação de parceria entre as duas entidades.

Caso necessite de alguma informação adicional, não hesite em contactar-nos.

Continuaremos a fazer por merecer diariamente a sua confiança.

Conte connosco,

Sjoerd Smeets
Diretor Geral Técnico

Tine Vandebussche
Diretora Geral de Operações



Data

16-07-2019

Contribuinte n.º

208717226

Apólice n.º

8410179815

Linha Exclusiva

21 794 30 20| 22 608 11 20

dias úteis,

das 8h30 às 19h00

engenheiros@ageas.pt

www.ageas.pt/engenheiros

Declaração de Seguro de Responsabilidade Civil Profissional Membros da Ordem dos Engenheiros

A Ageas Portugal, Companhia de Seguros, S.A. declara, para os devidos efeitos, que foi realizado o contrato de seguro para os membros da Ordem dos Engenheiros, com as seguintes características:

- Ramo: Responsabilidade Civil Profissional
- Tomador de Seguro: Ordem dos Engenheiros
- N.º Apólice: 8410179815
- Início: 01 de julho de 2018
- Termo: 30 de junho de 2020
- Pessoa Segura: LUÍS MIGUEL MACÁRIO PIRES
- N.º de Cédula Profissional: 45875
- Âmbito da Cobertura: conforme Condições Particulares e Especiais anexas.
- Capital: 50.000 € por membro, sinistro e anuidade

Informa-se que o seguro identificado regula-se pela Lei do Contrato de Seguro e, segundo o artigo 59.º, a garantia de cobertura de riscos é válida após o recebimento do valor total a pagar pela mesma.

Prevalecerão sempre os termos e condições da apólice 8410179815.

Pela Ageas Portugal,

Sjoerd Smeets
Diretor Geral Técnico

Tine Vandenbussche
Diretora Geral de Operações

ÍNDICE GERAL

PREÂMBULO	3
1. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA.....	4
1.1 Âmbito.....	4
1.2 Princípios Básicos do Projeto Térmico	4
1.3 Elementos Base.....	4
1.4 Condicionantes	5
1.5 Estudo de Comportamento Térmico.....	5
1.5.1 Caracterização do edifício.....	5
1.5.2 Caracterização dos vãos envidraçados	11
1.5.3 Inércia Térmica	12
1.5.4 Pontes Térmicas Lineares	12
1.5.5 Sistema de Ventilação	13
1.5.6 Necessidades de Energia para preparação de AQS.....	13
1.5.7 Sistemas de produção de Energia renovável	13
1.5.8 Sistemas de Climatização.....	15
1.5.9 Equipamentos, materiais e disposições construtivas.....	15
1.6 Verificação Regulamentar	16
1.7 Responsabilidades da Entidade Executante.....	17
1.7.1 Plano de Segurança e Saúde.....	17
1.7.2 Projetos Variantes	17
1.7.3 Omissões e generalidades.....	17
ANEXOS.....	18
ANEXO A	19
ANEXO B.....	20
ANEXO C.....	21

PREÂMBULO

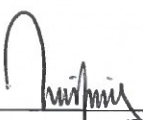
A presente Memória Descritiva e Justificativa diz respeito ao Estudo de Comportamento Térmico elaborado para verificação do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), aprovado pelo Decreto-Lei n.º118/2013 de 20 de Agosto com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 251/2015 de 25 de Novembro, referente ao projeto de “Reconstrução de edifício para alojamento e abastecimento de desalojados em situação de catástrofe”, requerida pela Câmara Municipal de Vimioso, e entra em vigor na data da consignação da empreitada ou, se for o caso, na data da primeira consignação parcial.

Compete a todos os intervenientes na execução da empreitada a todos os níveis e, em particular, ao Diretor da Obra nomeado pela Entidade Executante/Adjudicatário, cumprir e garantir o cumprimento das determinações que constam deste Projeto, sendo cada um responsável por informar o seu superior hierárquico, atendendo ao organograma funcional da empreitada, todas as situações anómalas que detetem.

São destinatários do presente documento: o Dono de Obra, a Fiscalização e a Entidade Executante/Adjudicatário, nas pessoas dos seus representantes para esta empreitada.

É proibida a distribuição deste Projeto a entidades externas não intervenientes na presente empreitada, salvo autorização expressa por escrito para o efeito do autor do presente Projeto.

Mogadouro, 15 de Outubro de 2019



1. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1.1 Âmbito

A presente memória descreve as soluções desenvolvidas no Projeto do Estudo de Comportamento Térmico, respeitante à obra de Reconstrução de edifício para alojamento e abastecimento de desalojados em situação de catástrofe a levar a efeito na Rua da Praça, Vimioso, concelho de Vimioso, cujo licenciamento foi requerido pela Câmara Municipal de Vimioso,

Aqui são descritas não só as soluções definidas, mas também as principais condicionantes que conduziram à conceção das soluções propostas, mencionando os estudos complementares que serviram de base ao desenvolvimento do Projeto

Este estudo desenvolve uma solução coerente com o projeto de Arquitetura e respeita as normas e regulamentos em vigor, preconizando métodos e processos construtivos correntes.

1.2 Princípios Básicos do Projeto Térmico

A conceção proposta visa responder da melhor forma aos seguintes pressupostos comuns:

- Respeito estrito do projeto de Arquitetura, optando-se por soluções estudadas em conjunto, tendo em vista potenciar mais-valias para a solução global projetada;
- Utilização de materiais e métodos construtivos que garantem elevados padrões de qualidade e durabilidade ao longo do tempo da vida útil dos edifícios e com reduzida manutenção;
- Racionalização dos esquemas hidráulicos e otimização do dimensionamento dos vários elementos, garantindo a economia das soluções globais;
- Utilização de soluções passíveis de serem executadas com métodos construtivos relativamente simples e correntes, minorando o custo da Obra, a possibilidade de erros e os riscos de acidentes de trabalho.

1.3 Elementos Base

Os elementos de base que serviram de apoio ao desenvolvimento do presente estudo foram:

- Projeto de Arquitetura;
- Projeto de Estabilidade e Dimensionamento de Estruturas;
- Levantamento topográfico;
- Informação prévia prestada pelo Dono da Obra e comentários apresentados durante o desenvolvimento do projeto.

1.4 Condicionantes

1.4.1 Localização e Caracterização Sumária

O edifício a reconstruir fica localizado no aglomerado urbano da vila e concelho de Vimioso, e implanta-se numa zona com edifícios de volumetria semelhante. O local é bem servido das infraestruturas públicas de abastecimento de água, drenagem de águas residuais e pluviais, adução elétrica e telecomunicações.

O edificado proposto desenvolve-se em dois pisos. O piso de rés-do chão é constituído por uma sala de reuniões, um átrio de entrada e corredor de distribuição, um escritório, um quarto, duas instalações sanitárias, uma escadas de acesso ao piso superior e um logradouro nas traseiras. O piso superior é composto por um quarto, uma instalação sanitária, uma sala de estar e cozinha, um hall de distribuição e um terraço voltado para a zona posterior do edifício. A entrada principal é feita pelo alçado voltado a Sudeste, estando o alçado posterior voltado a Noroeste.



Figura 1 - Vista atual do local da construção

1.5 Estudo de Comportamento Térmico

1.5.1 Caracterização do edifício

Para efeitos do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), aprovado pelo Decreto-Lei n.º118/2013 de 20 de Agosto, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei 251/2015 de 25 de Novembro, entende-se por «Fração» a unidade mínima de um edifício, com saída própria para uma parte de uso comum ou para a via pública, independentemente da constituição de propriedade horizontal.

O objeto deste estudo é a Reconstrução de edifício para alojamento e abastecimento de desalojados em situação de catástrofe a levar a efeito na Rua da Praça, Vimioso, concelho de Vimioso.

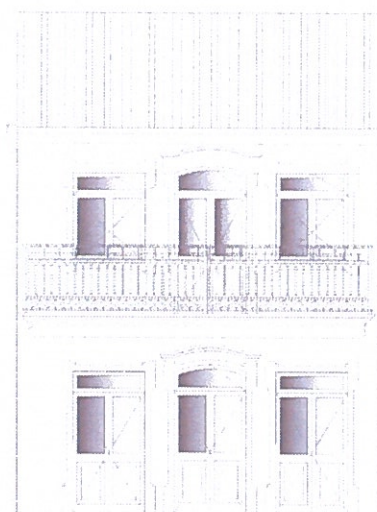


Figura 2 – Alçado Sudeste do edifício (fonte: Projeto de Arquitetura)

A entrada principal da habitação será feita pelo alçado Sudeste que dá acesso à rua pública, estando o alçado posterior voltado para um logradouro a noroeste. Existem vãos envidraçados em todos os alçados exteriores do edifício. O imóvel será implantado à cota aproximada 688 m de altitude e localiza-se na vila e concelho de Vimioso, numa zona de rugosidade tipo I e pertencente à região B, inserindo-se na região NUTS III de Alto Trás-os-Montes, zona climática I3-V2. Na envolvente existem edifícios vizinhos de volumetria semelhante que podem provocar algum sombreamento das fachadas e atenuar a ação do vento.

A fração autónoma terá inércia térmica forte e a ventilação processa-se de forma mecânica. O pé direito médio ponderado da fração é de 2,77 m. A climatização (aquecimento e arrefecimento) será garantida por um sistema multisplit de ar condicionado composto por uma unidade exterior e quatro unidades interiores tipo mural, com potência de aquecimento de 11,6KW e de arrefecimento de 9,21KW. O equipamento possui eficiências sazonais de 4,22 em opacos e de vãos envidraçados preconizados no Decreto-Lei 118/2013 de 20 de agosto, com as sucessivas alterações, são os seguintes, U_{ref} [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]:

✓ **Frações de habitação**

U_{ref} [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]		Portugal Continental		
Zona Corrente da Envolvente		I1	I2	I3
Em contacto com o exterior ou ENU com $btr > 0,7$	Elementos Opacos Verticais	0,50	0,40	0,35
	Elementos Opacos Horizontais	0,40	0,35	0,30
Em contacto com outros edifícios ou ENU com $btr \leq 0,7$	Elementos Opacos Verticais	0,80	0,70	0,60
	Elementos Opacos Horizontais	0,60	0,60	0,50
Vãos Envidraçados (Portas e janelas)		2,80	2,40	2,20
Elementos em contacto com o solo		0,50		

Tabela 1 - Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência para frações de habitação, U_{ref}

De acordo com o descrito no projeto de arquitetura da habitação, complementado pelas informações trocadas com o proprietário e com as definições do presente projeto, os elementos correntes da **envolvente exterior, em contacto com espaços não úteis ou em contacto com o terreno** das frações autónomas, têm a seguinte constituição:

✓ **Par.Ext.1 (PDE1)** - Paredes exteriores da habitação constituídas do interior para o exterior por: Forra de gesso cartonado com 0,013m de espessura e $R=0,052 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Isolamento térmico em Lã Mineral com 0,10m de espessura e condutibilidade térmica $0,037 \text{ W/(m}\cdot^{\circ}\text{C)}$; Pano em alvenaria de pedra aparelhada (granito) com 0,40m de espessura e $R=0,143 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Revestimento exterior em reboco tradicional areado com 0,02m de espessura e $R=0,015 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$, perfazendo uma espessura total de 0,53m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de $0,33 \text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$.

Parede Exterior 1							
Constituição	dj (m)	$\lambda \text{ (W/m}\cdot^{\circ}\text{C)}$	$R_j \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C/W)}$	Referências	$\rho \text{ (kg/m}^3)$	$M_{si} \text{ (Kg/m}^2)$	
Gesso cartonado	0,01	0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00	
Isolamento térmico - Lã Mineral (0,04)	0,10	0,037	2,70	ITE 50	0,00	0,00	
Pano alvenaria pedra (granito) (2,8)	0,40	2,800	0,14	ITE 50	0,00	0,00	
Reboco areado (1,3)	0,02	1,300	0,02	ITE 50	0,00	0,00	
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00	
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00	
espessura total	0,53					0,00	
Rsi			0,13	Fluxo Horizontal			
Rse			0,04				
			$R_{si} + \sum R_j + R_{se} =$			3,03	
			U=	0,33	$\text{W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$		Msi (Kg/m2)
				<0,35 (OK)- Verifica			0,00

✓ **Par.Ext.2 (PDE2)** - Paredes exteriores da habitação, constituídas, do interior para o exterior, por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Pano de tijolo cerâmico térmico com 0,24m de espessura e $R=1,07 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Isolamento térmico XPS com 0,08m de espessura e condutibilidade térmica $0,037 \text{ W/(m}\cdot^{\circ}\text{C)}$; Revestimento exterior com barramento armado delgado com 0,02m de espessura e $R=0,015 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$, perfazendo uma espessura total de 0,36m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de $0,29 \text{ W/(m}^2\cdot^{\circ}\text{C)}$.

Parede Exterior 2							
Constituição	dj (m)	$\lambda \text{ (W/m}\cdot^{\circ}\text{C)}$	$R_j \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C/W)}$	Referências	$\rho \text{ (kg/m}^3)$	$M_{si} \text{ (Kg/m}^2)$	
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00	
pano de tijolo térmico 24 cm (Piberam)	0,24	0,224	1,07	ITE 50	900,00	216,00	
isolamento térmico XPS (0,037)	0,08	0,037	2,16	ITE 50	0,00	0,00	
Reboco delgado armado (1,3)	0,01	1,300	0,01	ITE 50	0,00	0,00	
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00	
espessura total	0,35					237,00	
Rsi			0,13	Fluxo Horizontal			
Rse			0,04				
			$R_{si} + \sum R_j + R_{se} =$			3,46	
			U=	0,29	$\text{W/m}^2\cdot^{\circ}\text{C}$		Msi (Kg/m2)
				<0,35 (OK)- Verifica			150,00

✓ **Cob.Ext.1 (CBE1)** - Cobertura Exterior tipo 1, constituída do interior para o exterior por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Laje aligeirada com 0,25m de espessura e $R=0,29 \text{ (m}^2\cdot^{\circ}\text{C)/W}$; Membrana betuminosa de impermeabilização com 10mm de espessura e condutibilidade térmica

0,23 W/(m.°C); Isolamento térmico XPS com 0,10m de espessura e condutibilidade térmica 0,037 W/(m.°C)); Camada de enchimento e regularização em argamassa tradicional com 0,05m de espessura e $R=0,04$ (m².°C)/W; Revestimento exterior em mosaico cerâmico com 0,02m de espessura e $R=0,015$ (m².°C)/W, perfazendo uma espessura total de 0,45m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de 0,26 W/(m².°C).

Cobertura Exterior 1						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg(m2))
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00
laje aligeirada 0,25m (0,862)	0,25	0,862	0,29	ITE 50	670,00	167,50
Membrana de impermeabilização (0,23)	0,01	0,230	0,04			
isolamento térmico XPS (0,037)	0,12	0,037	3,24	ITE 50	0,00	0,00
camada de forma e regularização (1,3)	0,05	1,300	0,04	ITE 50	0,00	0,00
azulejo/ladrilho cerâmico (1,3)	0,02	1,300	0,02	ITE 50	0,00	0,00
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00
espessura total	0,47					188,50
Rsi			0,10	Fluxo Vertical Ascendente		
Rse			0,04			
		Rsi+ΣRj+Rse=				
			3,82			
		U=	0,26	W/m².°C		Msi (Kg(m2))
			<0,30 (OK)- Verifica			150,00

✓ **Par.Int.1 (PDI1)** - Parede interior 1 constituída do interior para o ENU (Ed.Adjacente) por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047$ (m².°C)/W; Pano de alvenaria de tijolo cerâmico térmico com 0,19m de espessura e $R=0,90$ (m².°C)/W; Isolamento térmico XPS com 0,06m de espessura e $R=1,622$ (m².°C)/W encostado à estrutura do edifício adjacente, perfazendo uma espessura total de 0,27m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de 0,35 W/(m².°C).

Parede Interior 1						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg(m2))
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00
pano de tijolo térmico 24 cm (Piberam)	0,19	0,224	0,90	ITE 50	860,00	163,40
isolamento térmico XPS (0,037)	0,06	0,037	1,62	ITE 50	0,00	0,00
espessura total	0,27					184,40
Rsi			0,13	Fluxo Horizontal(i)		
Rse			0,13			
		Rsi+ΣRj+Rse=				
			2,83			
		U=	0,35	W/m².°C		Msi (Kg(m2))
			<1,90 (OK)- Verifica			184,40

✓ **Pav.Térreo.1 (PVT1)** - Pavimento da fração autónoma em contacto com o terreno natural, constituído por: Soalho ou mosaico cerâmico com 0,02m de espessura e $R=0,02$ (m².°C)/W; Betonilha de regularização com 0,05m de espessura e $R=0,027$ (m².°C)/W; Isolamento térmico XPS com 0,04m de espessura e $R=1,08$ (m².°C)/W; Laje de soleira em betão armado com 0,10m de espessura e $R=0,05$ (m².°C)/W executada sobre uma membrana de impermeabilização e separação para o terreno natural compactado.

Pavimento Térreo						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg/m²)
azulejo/ladrilho cerâmico (1,3)	0,02	1,300	0,02	ITE 50	2300,00	46,00
camada de forma e regularização (1,3)	0,05	1,300	0,04	ITE 50	1900,00	95,00
isolamento térmico XPS (0,037)	0,04	0,037	1,08	ITE 50	0,00	0,00
laje betão armado 2 (2)	0,10	2,000	0,05	ITE 50	0,00	0,00
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00
espessura total	0,21					141,00
Rsi				Fluxo Vertical Descendente		
Rse						
		$R_{si} + \sum R_j + R_{se} =$	1,18			
		U=	0,29	W/m².°C		Msi (Kg/m²)
			s/ requisitos			141,00

✓ **Cob.Int.1 (CBI1)** - Cobertura Interior 1 constituída, do interior para o ENU (desvão da Cobertura), por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047$ (m².°C)/W; Laje aligeirada com 0,25m de espessura e $R=0,29$ (m².°C)/W; Isolamento térmico XPS com 0,08m de espessura e $R=2,162$ (m².°C)/W pousado sobre a laje, perfazendo uma espessura total de 0,35m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de $0,37$ W/(m².°C).

Cobertura Interior 1						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg/m²)
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00
laje aligeirada 0,25m (0,862)	0,25	0,862	0,29	ITE 50	960,00	240,00
isolamento térmico XPS (0,037)	0,08	0,037	2,16	ITE 50	0,00	0,00
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00
		0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00
espessura total	0,35					261,00
Rsi			0,10	Fluxo Vertical Ascendente(i)		
Rse			0,10			
		$R_{si} + \sum R_j + R_{se} =$	2,70			
		U=	0,37	W/m².°C		Msi (Kg/m²)
			<1,20 (OK)- Verifica			150,00

✓ **Portas interiores** – Portas interiores de acesso aos espaços não úteis (garagem), compostas por um painel em aglomerado de partículas de madeira folheado, com 3,5cm de espessura e massa volúmica aparente seca de 600Kg/m³ e condutibilidade térmica $0,14$ W/(m.°C).

De acordo com o descrito no projeto de arquitetura da habitação e no projeto de estabilidade e dimensionamento de estruturas, as zonas não correntes da envolvente (Pontes Térmicas Planas) em contacto com o exterior, ou com espaços não úteis da fração autónoma, têm a seguinte constituição:

✓ **PTP1 Par.Int.1 (PTPPDI1)** – PTP da parede interior tipo 1 constituídas do interior para ENU (Edifício Adjacente) por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047$ (m².°C)/W; Pilar ou viga em betão armado com 0,20m de espessura e $R=0,10$ (m².°C)/W; Isolamento térmico XPS com 0,05m de espessura e $R=1,351$ (m².°C)/W, encostado à estrutura do edifício adjacente, perfazendo uma espessura total de 0,27m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de $0,57$ W/(m².°C).

PTP 1 Parede interior 1						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg(m²))
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00
Plar betão (2)	0,20	2,000	0,10	ITE 50	2350,00	470,00
isolamento térmico XPS (0,037)	0,05	0,037	1,35	ITE 50	0,00	0,00
						0,00
espessura total	0,27					491,00
Rsi			0,13	Fluxo Horizontal(i)		
Rse			0,13			
			Rsi+ΣRj+Rsi=	1,76		
			U=	0,57	W/m²°C	Msi (Kg(m²))
				<0,90 (OK)- Verifica		150,00

✓ **PTP 1 Cob.Ext.1 (PTP1CBE1)** - PTP da Cobertura exterior 1 constituída do interior para o exterior por: Gesso projetado com 0,02m de espessura e $R=0,047$ (m².°C)/W; Viga em betão armado com 0,27m de espessura e $R=0,13$ (m².°C)/W; Membrana betuminosa de impermeabilização com 10mm de espessura e condutibilidade térmica 0,23 W/(m.°C); Isolamento térmico XPS com 0,10m de espessura e condutibilidade térmica 0,037 W/(m.°C)/W; Camada de enchimento e regularização em betão leve com 0,04m de espessura e $R=0,222$ (m².°C)/W; Revestimento exterior em mosaico cerâmico com 0,02m de espessura e $R=0,015$ (m².°C)/W, perfazendo uma espessura total de 0,47m e obtendo-se um coeficiente de transmissão térmica (U) de 0,32 W/(m².°C).

PTP1 Cobertura exterior 1						
Constituição	dj (m)	λ (W/m.°C)	Rj (m².°C/W)	Referências	ρ [kg/m³]	Msi (Kg(m²))
Gesso projetado (0,43)	0,02	0,430	0,05	ITE 50	1050,00	21,00
Viga em betão armado (2)	0,27	2,000	0,14	ITE 50	2350,00	634,50
Membrana de impermeabilização (0,23)	0,01	0,230	0,04	ITE 50		
isolamento térmico XPS (0,037)	0,10	0,037	2,70	ITE 50	0,00	0,00
camada de forma e regularização (1,3)	0,05	1,300	0,04	ITE 50	0,00	0,00
azulejo/ladrilho cerâmico (1,3)	0,02	1,300	0,02	ITE 50	0,00	0,00
	0,00	0,000	0,00	ITE 50	0,00	0,00
espessura total	0,47					655,50
Rsi			0,10	Fluxo Vertical Ascendente		
Rse			0,04			
			Rsi+ΣRj+Rsi=	3,12		
			U=	0,32	W/m²°C	Msi (Kg(m²))
				<0,90 (OK)- Verifica		150,00

1.5.2 Caracterização dos vãos envidraçados

O fator solar de um vão envidraçado corresponde à relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado em relação à radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado. Em conformidade com o disposto na Portaria n.º349-B/2013 de 29 de Novembro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º379-A/2015 de 22 de Outubro, os fatores solares dos vãos envidraçados existentes numa fração autónoma não podem, em função da classe de inércia térmica e da zona climática de verão do edifício, ser superiores aos valores constantes da seguinte tabela:

$g_{Tmáx}$	Zona climática de Verão		
Classe de Inércia	V1	V2	V3
Fraca	0,15	0,10	0,10
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

Tabela 2 - Fator solar máximo de vãos envidraçados

Para determinação do fator solar dos vãos envidraçados foram contabilizados os fatores de obstrução (sombreamento) sobre os envidraçados em função da envolvente arquitetónica e paisagista, da orientação cardinal das envolventes, da estação climática e da classificação urbanística do edifício.

Descrição dos vãos envidraçados a aplicar na fração autónoma (Tabela 5):

Descrição (Vãos da habitação)	U (W/(m²°C))	Uref. (W/(m²°C))
Envidraçados Verticais Exteriores tipo 1: Vãos exteriores com sistema de abertura giratório em caixilharia de madeira com vidro duplo tipo - incolor 6mm "SGG planistar ONE" pelo exterior/ caixa de ar de 16mm/ incolor 4mm, sem dispositivos de proteção solar.	1,64	2,20
Envidraçados Verticais Exteriores tipo 2: Vãos exteriores com sistema de abertura giratório em caixilharia de madeira com vidro duplo tipo - incolor 6mm "SGG planistar ONE" pelo exterior/ caixa de ar de 16mm/ incolor 4mm, com dispositivos de proteção solar pelo interior em cortinas opacas de cor clara.	1,64	2,20

Tabela 3 - Vãos envidraçados

1.5.3 Inércia Térmica

A inércia térmica interior de uma fração autónoma é função da capacidade de armazenamento de calor que os locais apresentam e depende da massa superficial útil de cada um dos elementos da construção.

A massa superficial útil (M_{si}) de cada elemento de construção interveniente na inércia térmica é função da sua localização no edifício e da sua constituição, nomeadamente do posicionamento e das características das soluções de isolamento térmico e de revestimento superficial.

 EL1 - Elemento da envolvente exterior ou da envolvente interior, ou elementos de construção em contacto com outra fração autónoma ou com edifícios adjacentes.

Se estes elementos não possuem caixa-de-ar, contabiliza-se metade da sua massa total (m_t): $M_{si} = m_t/2$. Se os elementos construtivos possuírem caixa-de-ar contabiliza-se a massa do elemento desde a caixa de ar até à face interior - $M_{si}=m_{pi}$. Se existir um isolante térmico considera-se somente a massa situada do lado interior do isolamento térmico (m_i): $M_{si} = m_i$. Os valores de M_{si} nunca podem ser superiores a 150 kg/m^2 .

 EL2 - Elementos em contacto com o solo.

Se estes elementos não possuem isolamento térmico, contabiliza-se uma massa M_{si} de 150 kg/m^2 . Caso contrário, não se toma em consideração senão a massa interior ao isolamento térmico $M_{si}= m_i$, sem ultrapassar o limite de 150 kg/m^2 .

 EL3 - Elementos interiores da fração autónoma em estudo (paredes e pavimentos interiores).

Considera-se a massa total do elemento $M_{si} = m_t$ com o limite de 300 kg/m^2 .

No caso de elementos com uma camada de isolamento térmico, o valor de M_{si} tem de ser avaliado de forma isolada em cada um dos lados da camada de isolamento térmico, sendo que em cada um dos lados $M_{si}=m_i$, onde m_i corresponde à massa do elemento desde o isolamento térmico até à face em análise. Os parciais de M_{si} nunca podem ser superiores a 150 Kg/m^2 .

Para o cálculo da Inércia térmica das frações devem ainda ser considerados os valores dos Fatores de redução de massa superficial conforme definidos no Despacho (extrato) n.º 15793-K/2013.

As frações autónomas em estudo apresentam uma **inércia térmica forte**.

1.5.4 Pontes Térmicas Lineares

Para a determinação dos valores do coeficiente de transmissão térmica linear, b_{tr} , foram utilizados os valores dispostos no Regulamento do Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de Agosto), bem como os valores do catálogo online disponibilizado pelo ITeCons e acessível em <http://www.itecons.uc.pt/catalogoptl/> que permite obter valores de b_{tr} , determinados de acordo com a norma ISO 10211.

1.5.5 Sistema de Ventilação

O edifício situa-se no interior de uma zona urbana, a uma altitude de 688 m, possuindo 2 fachadas expostas ao vento (Região B, Rugosidade tipo I). As caixilharias previstas possuem classe 4 quanto à permeabilidade ao ar (de acordo com a norma EN12207) e não existem caixas de estore. O pé direito ponderado da habitação é de aproximadamente 2,77m.

Uma vez que a ventilação natural da fração, cujo caudal é definido em função das características acima referenciadas, não é suficiente para garantir o requisito mínimo de $RPH \geq 0,4 \text{ h}^{-1}$, será instalado um ventilador mecânico, de funcionamento centralizado permanente, com extração a partir das instalações sanitárias e insuflação nas zonas nobres da habitação. O ventilador deverá ser equipado com um regulador de tensão que permita controlar o funcionamento do equipamento e regular o caudal extraído em função das necessidades e da utilização diária da habitação. Prevê-se que o equipamento possua sistema de recuperação de calor com eficiência de 72%. O caudal total extraído deverá ser de aproximadamente $160 \text{ m}^3/\text{h}$ garantindo uma taxa de renovação horária de 0,41 h⁻¹.

Propõe-se que o ventilador instalado sejam do modelo **VAM-250FC da Daikin, ou equivalente**.

1.5.6 Necessidades de Energia para preparação de AQS

Os dados de referência para o cálculo das necessidades de energia para preparação de águas quentes sanitárias são os seguintes:

- A fração de habitação apresenta tipologia equivalentes a T2, com um número convencional de 3 ocupantes e um consumo médio diário de referência (MAQS) de 40 l por ocupante;
- O aumento de temperatura (Δt) necessário à preparação das AQS toma o valor de referência de 35°C;
- O número anual de dias de consumo de AQS (nd) para as frações em estudo é de 365 dias;
- Embora seja aconselhável a aplicação de peças sanitárias com rotulagem de eficiência hídrica A ou superior, para este estudo considerou-se que as peças sanitárias a instalar não possuem essa classificação;
- As redes de tubagem de distribuição de água quente sanitária, serão isoladas com isolamento térmico em espuma elastomérica de borracha sintética sobre forma de manga envolvente, que assegure uma resistência térmica de, pelo menos, $0,25 \text{ (m}^2 \cdot ^\circ\text{C)/W}$.

1.5.7 Sistemas de produção de Energia renovável

De acordo com o ponto 5 do Anexo da Portaria 349-B/2013 nos edifícios de habitação novos ou sujeitos a grandes intervenções, os proprietários encontram-se obrigados à instalação de coletores solares térmicos que proporcionem uma contribuição de energia renovável igual ou superior à calculada para um sistema idêntico baseado em coletores solares padrão com as seguintes características:

- a) Orientação a Sul com inclinação de 35°;
- b) Apresentação dos seguintes parâmetros geométricos, óticos e térmicos:
 - i. Planos com área de abertura de 0,65m² por ocupante convencional;
 - ii. Rendimento ótico de 73%;
 - iii. Coeficientes de perdas térmicas $a_1=4,12 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$ e $a_2=0,014 \text{ W/(m}^2\cdot\text{K)}$;
 - iv. Modificador de ângulo para incidência de 50° igual a 0,91.

Em alternativa à instalação do sistema de coletores solares térmicos, pode ser instalada uma outra fonte de energia renovável que garanta uma produção anual igual ou superior à calculada para a instalação acima descrita.

Para este edifício, dimensionou-se um sistema de produção de AQS constituído por uma bomba de calor aerotérmica composta por uma unidade de permuta exterior e um depósito de acumulação interior com 300L de capacidade. O equipamento possui uma eficiência COP de 4,6. O depósito de acumulação será instalado no interior da habitação em posição vertical e possui isolamento em espuma de polipropileno de 60mm de espessura.



		 A		55 °C	R-410A
Dados de eficiência		Unidade interior - EKHP	300A2V3	02AV3	500A2V3
		Unidade exterior - ERWQ			
Potência	Nom.	kW		2,2	
COP		A7		4,30	
Produção de água quente sanitária - clima moderado	Perfil de carga declarado		L		XL
	η _{wh} (eficiência de aquecimento de água)	%	119		123
	Classe de eficiência energética de aquecimento de água			A	

Figura 3- Dados da Bomba de calor a instalar

Simulou-se com auxílio do programa informático SCE.ER fornecido pela DGE, a produção do sistema baseado em coletores solares padrão com as características anteriormente referenciadas, e a produção do sistema baseado no funcionamento do sistema proposto para a habitação. **Como a energia anual fornecida pelo sistema de produção de AQS propostos é superior ao sistema padronizado as soluções adotadas são regulamentares.**

1.5.8 Sistemas de Climatização

A climatização da fração autónoma é garantida por um sistema multisplit de ar condicionado composto por uma unidade exterior e quatro unidades tipo mural interiores, com potência de aquecimento de 11,6KW e de arrefecimento de 9,21KW. O equipamento possui eficiências sazonais de 4,22 em modo de aquecimento (SCOP) e de 8,02 em modo de arrefecimento (SEER).

1.5.9 Equipamentos, materiais e disposições construtivas

Todos os materiais aplicados em obra deverão ser certificados podendo ser alterados por outros equivalentes desde que as suas características não influenciem desfavoravelmente o cálculo efetuado em função do cumprimento do regulamento. Essas características terão de ser comprovadas pelos respetivos documentos de homologação. Deverão ser ainda respeitadas as normas técnicas da aplicação dos materiais, bem como as boas práticas de construção.

A rede de transporte e distribuição de fluidos térmicos, incluindo os sistemas de acumulação, em sistemas de climatização ou preparação de AQS, devem cumprir com os requisitos de conceção aplicáveis, definidos conforme especificado na Portaria 349-B/2013 de 29 de Novembro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º379-A/2015 de 22 de Outubro e conforme especificado na Portaria 349-D/2013 de 2 de Dezembro, com as alterações introduzidas pela Portaria n.º17-A/2016 de 4 de Fevereiro.

Os sistemas técnicos para climatização devem dispor de mecanismos de controlo e regulação que garantam, pelo menos, a limitação dos valores máximos e mínimos da temperatura do ar interior, conforme o que for aplicável, em qualquer espaço ou grupo de espaços climatizado.

Os sistemas técnicos devem dispor de marcação CE e estar devidamente caracterizados em termos do seu desempenho energético ou das características técnicas que possam determinar ou afetar esse desempenho, devendo essa caracterização ser evidenciada através de etiqueta energética, sempre que exista um sistema de etiquetagem aplicável que decorra de:

- i. Diretiva europeia ou legislação nacional em vigor;
- ii. Reconhecimento formal pelo SCE de sistema estabelecido para esse efeito, mediante Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia.

No que diz respeito aos equipamentos, a escolha deverá recair nos equipamentos de baixo consumo e energeticamente mais eficientes (classe A+ ou classe A++).

1.6 Verificação Regulamentar

No quadro seguinte encontram-se descritos os valores máximos regulamentares das necessidades nominais de energia e os valores de cálculo para a *fração autónoma de Habitação* em análise:

Balanco Energético			
Nic	Nec. nom. anuais de energia útil para aquecimento	KWh/m ² .ano	38,83
Ni	Nec. nom. anuais de energia útil para arrefecimento de referência	KWh/m ² .ano	72,37
Edifício Regulamentar na estação de Aquecimento ?			ok
Nvc	Nec. nom. anuais de energia útil para arrefecimento	KWh/m ² .ano	12,11
Nv	Nec. nom. anuais de energia útil para arrefecimento de referência	KWh/m ² .ano	10,65
Edifício Regulamentar na estação de Arrefecimento ?			Ok
Qa	Energia útil para preparação de AQS	KWh/ano	1783
RPH	RPH Estimada em condições nominais	h ⁻¹	0,41
A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos ?			Ok
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária	KWh _{ep} /m ² .ano	48,50
Nt	Necessidades nominais anuais globais de energia primária de referência	KWh _{ep} /m ² .ano	73,10
Edifício Regulamentar relativamente ao Consumo de energia Primária ?			ok
CLASSE ENERGÉTICA ESTIMADA PARA A HABITAÇÃO			B

Figura 4 - Quadro dos valores das necessidades de Energia da fração autónoma

1.7 Responsabilidades da Entidade Executante

1.7.1 Plano de Segurança e Saúde

Todos os trabalhos serão executados de acordo com o Plano de Segurança e Saúde em fase de Obra, desenvolvido pela Entidade Executante e devidamente validado pelo Dono de Obra e pelo Coordenador de Segurança nomeado pelo mesmo.

1.7.2 Projetos Variantes

Qualquer alteração às propostas apresentadas, tem de ser aprovada pelo Dono de Obra e pelos responsáveis pelos projetos de Arquitetura e Especialidades, pelo que os projetos variantes devem ser devidamente justificados.

1.7.3 Omissões e generalidades

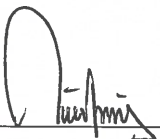
As partes constituintes deste projeto, não podem pretender ser exaustivas, pelo que, para além do aqui mencionado, deverão ser considerados para efeitos de orçamento todos os trabalhos e equipamentos que porventura aqui se encontrem omissos mas que o empreiteiro considere imprescindíveis à conclusão e bom funcionamento da instalação.

No caso de se verificar alguma omissão tal como referido no parágrafo anterior, o empreiteiro deverá para além de as orçamentar, entregar lista de erros e omissões por si considerada. Esta lista deverá ser descritiva de todos os trabalhos a efetuar (para além dos aqui mencionados), contendo ainda listagem de preços unitários, para cada alteração pretendida.

A lista de erros e omissões, bem como a respetiva orçamentação, serão entregues conjuntamente com a proposta para execução desta empreitada.

A fim de se manterem devidamente cumpridos os objetivos apresentados nas folhas de cálculo anexas, não deverá ser alterada sem prévia autorização do Técnico, nenhuma das soluções ou dos aspetos construtivos previstos e apontados ao abrigo do presente estudo.

Mogadouro, 15 de outubro de 2019



ANEXOS

Ao presente documento anexam-se os seguintes elementos:

ANEXO A Folhas de Cálculo Regulamentar

ANEXO B Peças desenhadas

ANEXO C Documentos

ANEXO A

FOLHAS DE CÁLCULO REGULAMENTAR

FICHA N.º 1
REGULAMENTO DE DESEMPENHO ENERGÉTICO
DOS EDIFÍCIOS DE HABITAÇÃO (REH)
(nos termos da alínea d) do n.º 1.1)

Câmara Municipal de Vimioso

Edifício

Empreendimento: _____ N.º de fracções: _____
Morada: Rua da Praça
Freguesia: VIMIOSO Concelho: Vimioso

Tipo de intervenção

☐ Edifício Novo ☒ Grande intervenção
(a preencher com base na informação do projeto de comportamento térmico)

Caracterização:

Fração	Área interior útil de pavimento (m ²)	Pé direito médio ponderado (m)	Tipologia
-	144,52	2,76	T2

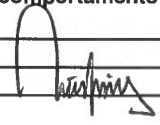
Resumo de cálculo:

Fração	Tx. ren. (RPH)	Nic (kWh/(m ² .ano))	Ni (kWh/(m ² .ano))	Nvc (kWh/(m ² .ano))	Nv (kWh/(m ² .ano))	Qa (kWh/ano)	Ntc (kWh _{EP} /(m ² .ano))	Nt (kWh _{EP} /(m ² .ano))	E _{ren,p} (kWh/ano)(*)	E _{ren,ext} (kWh/ano)(**)
-	0,41	38,83	72,37	12,11	10,65	1783	48,50	73,10	7182	0

(*) correspondente à totalidade das formas de energias renováveis, destinadas a suprir necessidades relativas aos usos de aquecimento, arrefecimento, preparação de AQS e ventilação.

(**) correspondente à energia renovável que é exportada do edifício e/ou consumida em outros usos não incluídos em E_{ren,p}.

Técnico responsável pelo projeto de comportamento térmico

Nome: Luis Miguel Macário Pires
Inscrito na: Ordem dos Engenheiros Número de inscrição: 45875
Assinatura: 

Folha de Cálculo A				TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA					
A.1 - ENVOLVENTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLVENTE EXTERIOR					
PAREDES EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	PAREDES EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		PDE1	16,88	0,33	5,57	correção quando o área de envidraçados excede 20% da área útil		0,00	
		PDE2	5,64	0,29	1,64			0,35	1,95
		PDE3	5,16	0,29	1,50			0,35	1,81
		PDE4	7,43	0,29	2,15			0,35	2,60
		TOTAL			10,85			TOTAL	12,28
PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	PAVIMENTOS EM CONTACTO COM O EXTERIOR		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR		Área A m²	U _{transmis} W/m²·°C	U.A W/°C	COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR		Área A m²	U _{transmis} W/m²·°C	U.A W/°C
		CBE1	16,47	0,26	4,28			CBE1	16,47
		PTPCBE1	0,51	0,32	0,17			PTPCBE1	0,52
		TOTAL		4,45			TOTAL		5,10
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		1 (VE1)	2,82	1,64	4,62			1 (VE1)	2,82
		2 (VE2)	2,82	1,64	4,62			2 (VE2)	2,82
		3 (VE3)	2,82	1,64	4,62			3 (VE3)	2,82
		4 (VE4)	1,73	1,64	2,83			4 (VE4)	1,73
		5 (VE5)	1,73	1,64	2,83			5 (VE5)	1,73
		6 (VE6)	1,73	1,64	2,83			6 (VE6)	1,73
		7 (VE7)	5,78	1,64	9,49			7 (VE7)	5,78
		8 (VE8)	4,38	1,64	7,18			8 (VE8)	4,38
		9 (VE9)	0,60	1,64	0,98			9 (VE9)	0,60
		10 (VE10)	3,84	1,64	6,30			10 (VE10)	3,84
		TOTAL			46,33			TOTAL	68,15
VÃOS OPACOS EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	VÃOS OPACOS EXTERIORES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES		Comp. B m	ψ W/m·°C	ψ.B W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES		Comp. B m	ψ W/m·°C	ψ.B W/°C
		Fach. com pavimentos térmicos	5,40	4,32	2,35			Fach. com pavimentos térmicos	5,40
		Fach. com pavimentos térmicos	9,25	0,70	6,48			Fach. com pavimentos térmicos	9,25
		Fachada com varanda	5,40	0,60	3,24			Fachada com varanda	5,40
		Fachada com pavimento intermitente	4,65	0,70	3,25			Fachada com pavimento intermitente	4,65
		Fachada com varanda	1,21	0,60	0,73			Fachada com varanda	1,21
		Fachada com cobertura	10,29	1,00	10,29			Fachada com cobertura	10,29
		Fachada com cobertura	5,50	0,80	4,40			Fachada com cobertura	5,50
		Dois paredes verticais em ângulo saliente	5,60	0,10	0,56			Dois paredes verticais em ângulo saliente	5,60
		Dois paredes verticais em ângulo saliente	3,90	0,40	1,56			Dois paredes verticais em ângulo saliente	3,90
		Fachada com calilhada	37,14	9,25	3,43			Fachada com calilhada	37,14
		Fachada com calilhada	30,60	0,25	7,65			Fachada com calilhada	30,60
		TOTAL			49,20			TOTAL	38,40
Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior $U_{ext} = 110,83$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior $U_{ext} = 112,72$ W/°C					
A.3 - ENVOLVENTE INTERIOR				A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR					
PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		PDI1	143,48	0,50	71,74			PDI1	143,48
		PTPDI1	11,47	0,50	5,74			PTPDI1	11,47
		TOTAL		34,05			TOTAL		33,78
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		CBI1	59,03	0,37	21,85			CBI1	59,03
		TOTAL		15,29			TOTAL		20,64
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.		Área A m²	U W/m²·°C	U.A W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $\lambda > 0,7$)		Comp. B m	ψ W/m·°C	ψ.B W/°C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $\lambda > 0,7$)		Comp. B m	ψ W/m·°C	ψ.B W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior $U_{int} = 49,34$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior $U_{int} = 76,84$ W/°C					
A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO				A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO					
PAREDES ENTERRADAS		Área A m²	U _{so} W/m²·°C	A.U _{so} W/°C	PAREDES ENTERRADAS		Área A m²	U _{so} W/m²·°C	A.U _{so} W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
PAVIMENTOS ENTERRADOS (Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0,10))		Área A m²	U _{so} W/m²·°C	A.U _{so} W/°C	PAVIMENTOS ENTERRADOS (Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade ≥ 0,10))		Área A m²	U _{so} W/m²·°C	A.U _{so} W/°C
		TOTAL		0,00			TOTAL		0,00
PAVIMENTOS TÉRMICOS (Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade ≥ 0,10) com ou sem)		Área A m²	U _t W/m²·°C	A.U _t W/°C	PAVIMENTOS TÉRMICOS (Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade ≥ 0,10) com ou sem)		Área A m²	U _t W/m²·°C	A.U _t W/°C
		PVT1	75,48	0,27	20,39			PVT1	75,48
		TOTAL		20,39			TOTAL		32,74
Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo $U_{so} = 20,59$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor por elementos em contacto com o solo $U_{so} = 32,74$ 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 $U_{ext} = 110,83$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $U_{ext} = 112,72$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $U_{int} = 49,34$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $U_{int} = 76,84$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $U_{so} = 20,59$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $U_{so} = 32,74$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor por transmissão $U_{tr} = 180,77$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor por transmissão $U_{tr} = 225,61$ W/°C					
A.5 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ABREFECIMENTO				A.10 - COEFICIENTE DE TRANSF. DE CALOR POR TRANSMISSÃO NA EST. ABREFECIMENTO					
Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $U_{ext} = 110,83$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através da envolvente exterior $U_{ext} = 112,72$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $U_{int} = 49,34$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através da envolvente interior $U_{int} = 76,84$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $U_{so} = 20,59$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo $U_{so} = 32,74$ W/°C					
Coeficiente de transferência de calor por transmissão $U_{tr} = 146,71$ W/°C				Coeficiente de transferência de calor por transmissão $U_{tr} = 176,17$ W/°C					

Folha de Cálculo B

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO

TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR VENTILAÇÃO DE REFERÊNCIA

B.1 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

	1
	-
Rendimento do sistema de recuperação de calor η_{RC}	0,30
Caudal médio diário insuflado V_{ma}	160 m ³ /h
	+
$R_{ah} \cdot A_p \cdot P_d$	165,54 m ³ /h
	=
factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor b $\eta_{t,s}$	0,71
	x
	0,34
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento R $\eta_{ah} \cdot V$	0,41 h ⁻¹
	x
Área útil de pavimento A	144,52 m ²
	x
Pé direito médio da fração P	2,76 m
	=
Coefficiente de transferência de calor por ventilação H $\eta_{t,s} \cdot R$	39,74 W/°C

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

	1
	-
Rendimento do sistema de recuperação de calor η_{RC}	0,30410234
Caudal médio diário insuflado V_{ma}	160 m ³ /h
	+
$R_{ah} \cdot A_p \cdot P_d$	239,74 m ³ /h
	=
factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor b $\eta_{t,s}$	0,80
	x
	0,34
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento R $\eta_{ah} \cdot V$	0,60 h ⁻¹
	x
Área útil de pavimento A	144,52 m ²
	x
Pé direito médio da fração P	2,76 m
	=
Coefficiente de transferência de calor por ventilação H $\eta_{t,s} \cdot R$	64,97 W/°C

B.3 - ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

	0,34
	x
Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento R $\eta_{ah} \cdot V$	0,41 h ⁻¹
	x
Área útil de pavimento A	144,52 m ²
	x
Pé direito médio da fração P	2,76 m
	=
Coefficiente de transferência de calor por ventilação H $\eta_{t,s} \cdot R$	56,28 W/°C

Folha de Cálculo C

GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ & \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} = \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ & \text{Duração da estação de aquecimento } M = \boxed{7,30} \text{ meses} \\ & \times \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p = \boxed{144,52} \text{ m}^2 \\ & = \\ & \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int,i}} = \boxed{3038,39} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.2 - GANHOS SOLARES

Designação do envidraçado	Orientação	Factor Solar Inverno g_i	Área A_w m ²	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 ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X \cdot A_{s,i}$ m ²
1 (VE2)	Sudeste	0,34	2,82	0,43	0,70	0,29	0,84	0,24
2 (VE2)	Sudeste	0,34	2,82	0,43	0,70	0,29	0,84	0,24
3 (VE2)	Sudeste	0,34	2,82	0,43	0,70	0,29	0,84	0,24
4 (VE1)	Sudeste	0,34	1,73	0,72	0,70	0,30	0,84	0,25
5 (VE1)	Sudeste	0,34	1,73	0,72	0,70	0,30	0,84	0,25
6 (VE1)	Sudeste	0,34	1,73	0,72	0,70	0,30	0,84	0,25
7 (VE1)	Noroeste	0,34	5,78	0,64	0,70	0,89	0,33	0,37
8 (VE1)	Noroeste	0,34	4,38	0,63	0,70	0,67	0,33	0,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto $X_i \cdot F_{h,i} \cdot F_{o,i} \cdot F_{f,i}$ deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	2,42

Para contabilizar o efeito do contorno do vão o produto $F_{o,i} \cdot F_{f,i}$ 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 ²	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 ²	Factor de Orientação X	Área Efectiva colectora a Sul $X \cdot A_{s,i}$ m ²
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>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 $F_{w,i}$.</i>							TOTAL	0,00

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul} = \boxed{2,42} \text{ m}^2 \\ & \times \\ & \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} = \boxed{125} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ & \text{Duração da estação de aquecimento } M = \boxed{7,30} \text{ meses} \\ & = \\ & \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol,i}} = \boxed{2209,37} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= 3038,39 \text{ kWh/ano} \\ &+ \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} &= 2209,37 \text{ kWh/ano} \\ &= \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} &= 5247,76 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} &= 125 \text{ kWh/m}^2.\text{mês} \\ &\times \\ &0,146 \\ &\times \\ &0,15 \\ &\times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 144,52 \text{ m}^2 \\ &\times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M &= 7,30 \text{ meses} \\ &= \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} &= 2888,05 \text{ kWh/ano} \\ &+ \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= 3038,39 \text{ kWh/ano} \\ &= \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} &= 5926,44003 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

Ganhos internos médios q_{int} = 4 W/m²
 Duração da estação de arrefecimento L_v = 2928 horas
 Área útil de pavimento A_p = 144,52 m²
 1000
 Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ = 1692,62 kWh/ano

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F_g	Factor Sel. angular $F_{s,v}$	Fracção Tempo Prot. Móveis activos $F_{m,v}$	FS Global Prot. Móveis e Perm. g_T	FS Global Prot. Perm. g_{Tp}	FS de Verão $g_{v,v} = F_{m,v} \cdot g_T \cdot (1 - F_{m,v}) \cdot g_{Tp}$	Área efectiva $A_{e,v} = A_{g,v} \cdot F_g \cdot g_{v,v}$	Factor de Obstrução $F_{o,v} = F_{s,v} \cdot F_{m,v} \cdot F_{o,v}$	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_{o,v} \cdot A_{e,v}$
1 (VE2)	Sudeste	2,82	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,19	0,32	0,23	0,45	0,85	485,00	187,24
2 (VE2)	Sudeste	2,82	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,19	0,32	0,23	0,45	0,85	485,00	187,24
3 (VE2)	Sudeste	2,82	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,19	0,32	0,23	0,45	0,85	485,00	187,24
4 (VE1)	Sudeste	1,73	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,39	0,86	485,00	163,21
5 (VE1)	Sudeste	1,73	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,39	0,86	485,00	163,21
6 (VE1)	Sudeste	1,73	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,39	0,86	485,00	163,21
7 (VE1)	Noroeste	5,78	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	1,31	0,69	345,00	311,31
8 (VE1)	Noroeste	4,38	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,99	0,66	345,00	225,84
9 (VE1)	Noroeste	0,60	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,14	0,66	345,00	30,94
10 (VE1)	Nordeste	3,84	Duplo	0,70	0,85	0,00	0,38	0,32	0,32	0,87	0,69	345,00	206,68
TOTAL													1826,12

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m ²	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F_g	Factor Sel. angular $F_{s,v}$	Fracção Tempo Prot. Móveis activos $F_{m,v}$	FS de Verão do vão interior $g_{v,int}$	FS de Verão do vão do ENU $g_{v,ENU}$	$g_{v,int} \cdot g_{v,ENU}$	Área efectiva $A_{e,v} = A_{g,v} \cdot F_g \cdot g_{v,int} \cdot g_{v,ENU}$	Factor de Obstrução $F_{o,v} = F_{s,v} \cdot F_{m,v} \cdot F_{o,v}$	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_{o,v} \cdot A_{e,v}$
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Admite-se que os elementos opacos do ENU não causam sombreamento ao vão interior, pelo que a ausência de outros sombreamentos o factor de obstrução dos vãos interiores $F_{o,v}$ é igual a 1; Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar $g_{v,ENU}$ é igual a 1.													
TOTAL													0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A_{op}	U	R_{se}	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução F_o	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
PDE1	Sudeste	0,40	16,88	0,33	-	0,09	1,00	485,00	43,22
PDE2	Noroeste	0,40	5,64	0,29	-	0,03	1,00	345,00	9,03
PDE2	Nordeste	0,40	5,16	0,29	0,04	0,02	1,00	345,00	8,26
PDE2	Norte	0,40	7,42	0,29	-	0,03	1,00	220,00	7,57
TOTAL									68,08

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A_{op}	U	R_{se}	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução F_o	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
CBE1	Horizontal	0,40	16,47	0,26	-	0,07	-	-	-
PTPCBE1	Horizontal	0,40	0,52	0,31	0,04	0,00	1,00	790,00	54,13
TOTAL									2,04

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A_{op}	U	R_{se}	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução F_o	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
CBI1	Horizontal	0,40	59,03	0,29	0,04	0,27	1,00	790,00	216,38
TOTAL									216,38

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção α	Área A_{op}	U	R_{se}	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução $F_o = F_{s,v} \cdot F_{o,v} \cdot F_o$	Intensidade da Radiação I_{sol}	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
-	-	-	-	-	0,04	-	-	-	-
TOTAL									0,00

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada = 1826,12 kWh/ano
 +
 Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca = 340,63 kWh/ano
 =
 Ganhos Solares brutos $Q_{sol,v}$ = 2166,75 kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos $Q_{int,v}$ = 1692,62 kWh/ano
 +
 Ganhos solares brutos $Q_{sol,v}$ = 2166,75 kWh/ano
 =
 Ganhos térmicos brutos $Q_{t,v}$ = 3859,37 kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios q_{int} = 4 W/m²
 Duração da Estação de Arrefecimento L_v = 2928 horas
 1000
 factor solar de verão de referência $g_{v,ref}$ = 0,43
 A_w/A_p = 0,2
 Radiação solar média de referência $I_{sol,ref}$ = 480 kWh/m².ano

$$\begin{aligned} & \frac{x}{52,99} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\ \text{Área útil de Pavimento A}_p & \frac{x}{144,52} \text{ m}^2 \\ \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,REF} & \frac{x}{7658,40} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} &= 180,77 \text{ W/m}^2\text{C} \\ + \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra} &= 39,74 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,r} &= 220,51 \text{ W/m}^2\text{C} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} &= 231,91 \text{ W/m}^2\text{C} \\ + \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra,REF} &= -56,28 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,r,REF} &= 288,19 \text{ W/m}^2\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ \times \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 2026 \text{ }^{\circ}\text{C.dias} \\ \times \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} &= 180,77 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr} &= 8790,44 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ \times \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 2026 \text{ }^{\circ}\text{C.dias} \\ \times \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} &= -231,91 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,REF} &= -11277,34 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ \times \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 2026 \text{ }^{\circ}\text{C.dias} \\ \times \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra} &= 39,74 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ra} &= 1932,56 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.8 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ \times \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 2026 \text{ }^{\circ}\text{C.dias} \\ \times \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra,REF} &= -56,28 \text{ W/m}^2\text{C} \\ = \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ra,REF} &= -2737,03 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

$$\begin{aligned} \text{Inércia do edifício} &= \text{Forte} \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,b} &= 5247,76 \text{ kWh/ano} \\ + \\ \text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr,r} &= 10722,99 \text{ kWh/ano} \\ = \\ \text{parâmetro } \gamma_i &= 0,49 \\ \text{parâmetro } a_i &= 4,20 \text{ W/m}^2\text{C} \\ \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_i &= 0,97 \\ \times \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,b} &= 5247,76 \text{ kWh/ano} \\ = \\ \text{Ganhos totais úteis } Q_{g,u} &= 5111,20 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{i,REF} &= 0,5 \\ \times \\ \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,b,REF} &= 5247,76 \text{ kWh/ano} \\ = \\ \text{Ganhos totais úteis } Q_{g,u,REF} &= 3555,86 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr} &= 8790,44 \text{ kWh/ano} \\ + \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ra} &= 1932,56 \text{ kWh/ano} \\ - \\ \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{g,u} &= 5111,20 \text{ kWh/ano} \\ \text{(folha de cálculo I.4)} \\ \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} &= 5611,79 \text{ kWh/ano} \\ + \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 144,52 \text{ m}^2 \\ = \\ \text{Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_e &= 38,83 \text{ kWh/m}^2\text{ano} \end{aligned}$$

E.10 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

$$\begin{aligned} \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,REF} &= -11277,34 \text{ kWh/ano} \\ + \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ra,REF} &= -2737,03 \text{ kWh/ano} \\ - \\ \text{Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento } Q_{g,u,REF} &= 3555,86 \text{ kWh/ano} \\ \text{Necessidades Anuais na estação de aquecimento} &= 16458,51 \text{ kWh/ano} \\ + \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= 144,52 \text{ m}^2 \\ = \\ \text{Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento } N_e &= 72,37 \text{ kWh/m}^2\text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo F

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.1 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} = 146,71 \text{ W/C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra} = 64,97 \text{ W/C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{ca} = 211,68 \text{ W/C} \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} = 146,71 \text{ W/C} \\ &\times \\ &(\theta_{int} - \theta_{ext}) = 4 \text{ C} \\ &\times \\ &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ &+ \\ &1000 \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr} = 1527,57 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ra} = 64,97 \text{ W/C} \\ &\times \\ &(\theta_{int} - \theta_{ext}) = 4 \text{ C} \\ &\times \\ &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v = 2928 \text{ horas} \\ &+ \\ &1000 \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ra} = 676,43 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Inércia do edifício } = \text{Forte} \\ &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,br} = 3859,37 \text{ kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar } Q_{tr+ra} = 2204,00 \text{ kWh/ano} \\ &= \\ &\text{parâmetro } \gamma_{tr} = 1,75 \\ &\text{parâmetro } \gamma_{ra} = 4,20 \text{ W/C} \\ &\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_g = 0,55 \end{aligned}$$

$$\text{Factor de utilização dos ganhos } \eta_{g,r} = 0,80$$

F.5 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

F.7 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned} &(1 - \eta_g) = 0,45 \\ &\times \\ &\text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,br} = 3859,37 \text{ kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Área útil de pavimento } A_p = 144,52 \text{ m}^2 \\ &= \\ &\text{Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento } N_{e,a} = 12,11 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &(1 - \eta_{g,r}) = 0,20 \\ &\times \\ &\text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,br,r} = 7658,40 \text{ kWh/ano} \\ &+ \\ &\text{Área útil de pavimento } A_p = 144,52 \text{ m}^2 \\ &= \\ &\text{Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento } N_{e,l} = 10,45 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \end{aligned}$$

Folha de Cálculo G

NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

6.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO										6.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO DE REFERÊNCIA									
SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil H_u	t_u	δ	Eficiência Nominal η	Factor de Conversão F_{conv}	Necessidades de Energia Primária $F_{p,1}, H_{p,1}, F_{p,1}/\eta$	Necessidades de Energia Primária $F_{p,1}, H_{p,1}, F_{p,1}/\eta$	SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $H_{u,l}$	$t_{u,l}$	δ_l	Eficiência Nominal de Referência η_{ref}	Factor de Conversão $F_{conv,ref}$	Necessidades de Energia Primária $F_{p,ref}, H_{p,ref}, F_{p,ref}/\eta_{ref}$	Limite das Necessidades de Energia Primária $F_{p,ref}, H_{p,ref}, F_{p,ref}/\eta_{ref}$		
Sistema por radiador	Electricidade	6,83			1	2,5	17,08	17,08	Sistema por radiador	Electricidade	6,83			1	2,5	17,08	17,08		
TOTAL							17,08	17,08	TOTAL							17,08	17,08		

6.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO										6.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO DE REFERÊNCIA									
SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $H_{u,r}$	$t_{u,r}$	δ	Eficiência Nominal η	Factor de Conversão F_{conv}	Necessidades de Energia Primária $F_{p,r}, H_{p,r}, F_{p,r}/\eta$	Necessidades de Energia Primária $F_{p,r}, H_{p,r}, F_{p,r}/\eta$	SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $H_{u,r,l}$	$t_{u,r,l}$	δ_l	Eficiência Nominal de Referência η_{ref}	Factor de Conversão $F_{conv,ref}$	Necessidades de Energia Primária $F_{p,r,ref}, H_{p,r,ref}, F_{p,r,ref}/\eta_{ref}$	Limite das Necessidades de Energia Primária $F_{p,r,ref}, H_{p,r,ref}, F_{p,r,ref}/\eta_{ref}$		
Sistema por radiador	Electricidade	6,83			1	2,5	17,08	17,08	Sistema por radiador	Electricidade	6,83			1	2,5	17,08	17,08		
TOTAL							17,08	17,08	TOTAL							17,08	17,08		

6.5 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS										6.6 - 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 consumo médio diário de referência M_{ref} = 120 de ocupantes de cada fração n = 3 factor de eficiência térmica = 1 valor diário de referência M_{ref} = 120 área útil de referência A_{ref} = 144,32 factor de conversão F_{conv} = 2,5 Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_{u,AQS}$ = 12,34										Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS consumo médio diário de referência M_{ref} = 120 de ocupantes de cada fração n = 3 factor de eficiência térmica = 1 valor diário de referência M_{ref} = 120 área útil de referência A_{ref} = 144,32 factor de conversão F_{conv} = 2,5 Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_{u,AQS}$ = 12,34									
SISTEMA PARA AQS Fonte de Energia Necessidades de Energia Útil $Q_{u,AQS}$ $t_{u,AQS}$ δ Eficiência Nominal η Factor de Conversão F_{conv} Necessidades de Energia Primária $F_{p,AQS}, H_{p,AQS}, F_{p,AQS}/\eta$ Necessidades de Energia Primária $F_{p,AQS}, H_{p,AQS}, F_{p,AQS}/\eta$										SISTEMA PARA AQS Fonte de Energia Necessidades de Energia Útil $Q_{u,AQS}$ $t_{u,AQS}$ δ Eficiência Nominal de Referência η_{ref} Factor de Conversão $F_{conv,ref}$ Necessidades de Energia Primária $F_{p,AQS,ref}, H_{p,AQS,ref}, F_{p,AQS,ref}/\eta_{ref}$ Necessidades de Energia Primária $F_{p,AQS,ref}, H_{p,AQS,ref}, F_{p,AQS,ref}/\eta_{ref}$									
TOTAL							12,34	12,34	TOTAL							12,34	12,34		

6.7 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA										
Energia elétrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica W = 846,56 Área útil de Pavimento A = 144,32 Factor de Conversão F_{conv} = 2,5 Necessidades anuais de energia primária para o sistema de ventilação $W_{p,vent}$ = 14,33										
SISTEMA COM RECURSO A ENERGIA RENOVÁVEL Produção de Energia $E_{u,ren}$ $F_{p,ren}$ $F_{p,ren}/\eta_{ren}$ Bombas de Calor Renovável Térmica 49,70 49,70										
TOTAL							14,33	14,33		

6.8 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA										6.9 - LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA									
Energia primária para aquecimento = 17,08 Energia primária para arrefecimento = 17,08 Energia primária para a preparação de AQS = 12,34 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica = 14,33 Energia primária proveniente dos sistemas com recurso a energia renovável = 49,70 Necessidades nominais anuais globais de energia primária N = 48,50										Energia primária para aquecimento = 17,08 Energia primária para arrefecimento = 17,08 Energia primária para a preparação de AQS = 12,34 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica = 14,33 Energia primária proveniente dos sistemas com recurso a energia renovável = 49,70 Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária N = 48,50									

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO REH-ITECONS

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Vimioso
Altitude (m)	688
Região	B
Plano de situação	I
Área útil (m²)	144,52
Pé direito (m)	2,76
Voluma (m³)	399,56
Taxa exterior (°C)	5,50
Altitude ref. (m)	680,00
A_{ext}/A_{u}	19,5%

Nº de pisos de fruição	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)	6
Altura da fração, H_{fra} (m)	6
Edifícios/obstáculos?	☐
Altura do obstáculo, H_{obst} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{edif} (m)	
Proteção do edifício	Desprotegido
Zona da fachada	Inferior

ver esquema

Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido o valor $\alpha_{e,0}$? ☐

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.

Designação	Área vidros (m²)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	28,25	4	Não tem

Aberturas de admissão de ar na envolvente

Existem aberturas de admissão de ar nas fachadas? ☐

Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventas que não obtinam o escoamento de ar pela conduta

Existem condutas de ventilação natural? ☐

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (exaustores/ventas)? ☒

Sistema Ventilação Mecânica	Tipo de escoamento	Informação sobre ventilador?	Admissão			Exaustão			Designação
			Caudal nominal (m³/h)	Pressão (Pa)	Rendimento ventilador (%)	Caudal nominal (m³/h)	Pressão (Pa)	Rendimento ventilador (%)	
Sistema V_M1	Admissão/Exaustão	Não	160,00			160,00		72,0	VM.01
Sistema V_M2									

Existe by-pass ao recuperador de calor no verão? ☐

RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,41
RPH (h-1) - Aquecimento	0,41
Ive.i (h-recuperação de calor)	30,4%
RPH v (h-1) - Arrefecimento	0,60
Ive.v (h-recuperação de calor)	30,4%

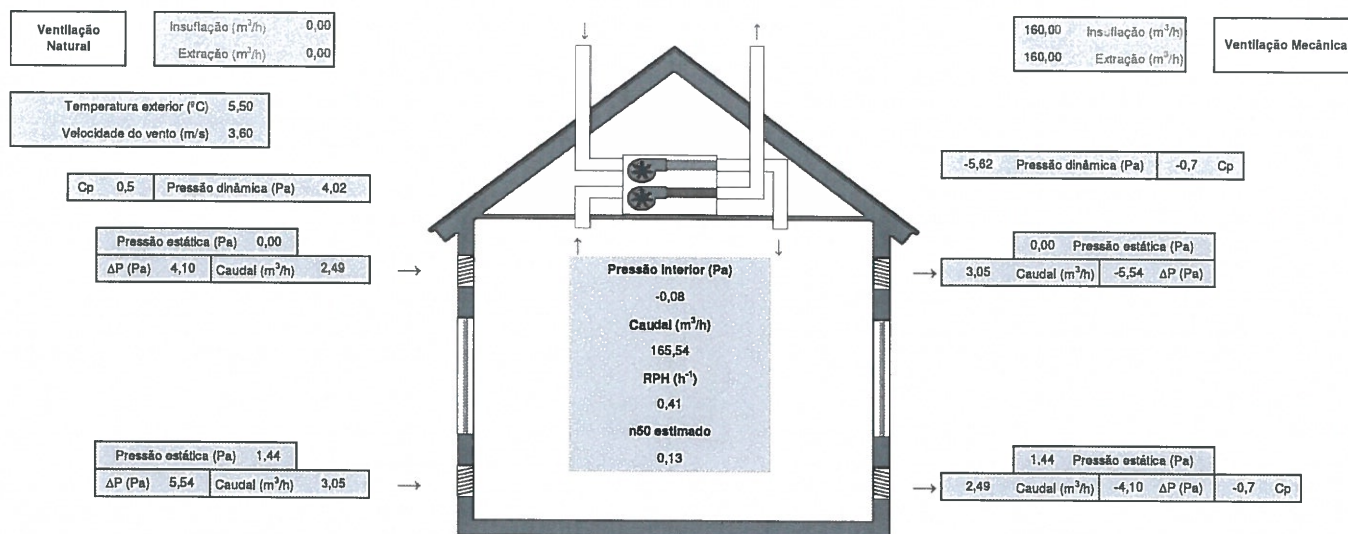
Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
RPH REF (h-1)	0,41
Wth (kW/Vano)	840,96

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos.

Ver esquema da Ventilação (Método simplificado)

Handwritten signature

ANEXO - Esquema da ventilação com base no cálculo (Método Simplificado)



ANEXO B

PEÇAS DESENHADAS