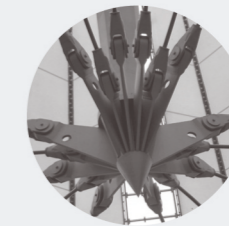




# **CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E A INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR**

**CATARINA ALEXANDRA DE SOUSA HENRIQUES**

novembro de 2020



## CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E A INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR

CATARINA ALEXANDRA DE SOUSA HENRIQUES

Setembro de 2020

# **CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA E A INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR**

CATARINA ALEXANDRA DE SOUSA HENRIQUES

Relatório de Estágio submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

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

Orientador: Pf.ª Doutora Eunice Vilaverde Fontão

Supervisor: Eng.º Ricardo Novais (OmegaFlow – Serviços de Engenharia)

**SETEMBRO DE 2020**



# ÍNDICE GERAL

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tabelas.....	xvii
Glossário.....	xix
Abreviaturas .....	xxiii
CAPÍTULO 1    Introdução.....	1
CAPÍTULO 2    Apresentação da empresa .....	3
CAPÍTULO 3    Estado da arte .....	8
CAPÍTULO 4    Estudo do desempenho energético dos edifícios .....	33
CAPÍTULO 5    Conclusões .....	85
Referências Bibliográficas .....	87
Anexo I – Edifício de Matosinhos e Leça da Palmeira .....	91
Anexo II – Edifício de Lordelo do Ouro e Massarelos.....	93
Anexo III – Edifício de Gulpilhares e Valadares .....	95



## RESUMO

O modo como os edifícios são projetados, tem influência no seu desempenho térmico e no consumo energético ao longo da sua vida útil. As envolventes opacas e os vãos envidraçados assumem um papel de grande relevância para a gestão de recursos energéticos, sendo que, são nestes elementos que incidem maiores trocas de calor, bem como a ventilação. Neste sentido é importante os materiais a serem aplicados nas envolventes opacas e a orientação dos vãos envidraçados de modo a garantir o conforto térmico exigido no interior dos edifícios.

No âmbito do presente estágio foram realizados projetos térmicos de três edifícios de diferentes tipologias, arquitetura e áreas de envidraçados, verificando primeiramente o cumprimento dos critérios impostos pelo regulamento, através do cálculo dos coeficientes máximos e verificando as necessidades nominais de arrefecimento e aquecimento, através da folha de cálculo da ITECONS. Após este estudo é analisada a influência da orientação solar dos vãos envidraçados no desempenho e conforto energético no interior do edifício. Os edifícios são analisados em todas as rotações de modo a avaliar os resultados em todos os cenários possíveis.

Este estudo evidenciou que a orientação solar tem influência no desempenho energético dos edifícios e deverá ser considerada na fase de projeto, de modo a que os edifícios retirem o melhor aproveitamento da sua orientação.

**Palavras-chave:** Comportamento térmico, SCE, Desempenho energético, ADENE, ITECONS





## **ABSTRACT**

The way buildings are designed has an influence on their thermal performance and energy consumption over their useful life. The opaque surroundings and the glazed spaces assume a role of great relevance for the management of energy resources, and these are the elements that affect the greatest heat exchanges, as well as ventilation. In this sense, it is important the materials to be applied in the opaque surroundings and the orientation of the glazed spans in order to guarantee the thermal comfort required inside the buildings.

Within the scope of this stage, thermal projects were carried out for three buildings of different types, architecture and glazed areas, first verifying compliance with the criteria imposed by the regulation, by calculating the maximum coefficients and verifying the nominal cooling and heating needs, through ITECONS spreadsheet. After this study, the influence of the solar orientation of the glazed spans on the energy performance and comfort inside the building is analyzed. Buildings are analyzed at every rotation in order to evaluate the results in all possible scenarios.

This study showed that solar orientation has an influence on the energy performance of buildings and should be considered in the design phase, so that buildings get the best out of their orientation.

**Keywords:** Thermal behavior, SCE, energy performance, ADENE, ITECONS



## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço à Professora Doutora Eng<sup>a</sup> Eunice Fontão, pelo seu apoio desde o último ano de licenciatura até ao final desta etapa como estudante, pela maneira de transmitir conhecimentos, pela disponibilidade total para o desenvolvimento deste relatório de estágio e por motivar no término do mestrado apesar de todos os obstáculos.

Obrigada à minha mãe, pelo apoio, incentivo, persistência e os conselhos durante toda esta etapa, por estar sempre presente nas horas de maior sensibilidade emocional, ao meu pai por todas as noites acordadas a meu lado a mostrar o seu apoio incondicional, por não deixar que o cansaço e o esgotamento se apoderassem de mim, obrigada aos dois por terem percorrido este caminho ao meu lado, pela ajuda no meu lançamento enquanto profissional.

Obrigada ao meu irmão pelo orgulho que sinto por ele e me faz querer ser “grande” como ele em todos os aspetos, obrigada pela força de querer mesmo quando não era assim tanta e um muito obrigada às minhas pequenas sobrinhas Helena e Leonor pelo amor e orgulho que sentem por mim, que me fez querer ser um exemplo para elas enquanto pessoa com objetivos iniciados desenvolvidos e cumpridos.

Para além de todos os familiares, agradeço ainda com um enorme carinho ao meu namorado, Ricardo Nogueira, pelo companheirismo durante o percurso académico, por mais esta batalha ultrapassada, por todo o apoio e incentivo.

*“Tenho em mim todos os sonhos do mundo” (Pessoa)*



# ÍNDICE DE TEXTO

Índice Geral .....	iii
Resumo.....	v
Abstract .....	vii
Agradecimentos .....	ix
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Tabelas.....	xvii
Glossário.....	xix
Abreviaturas .....	xxiii
<b>CAPÍTULO 1</b> Introdução.....	<b>1</b>
1.1    Enquadramento .....	1
1.2    Estrutura do relatório de estágio.....	1
<b>CAPÍTULO 2</b> Apresentação da empresa .....	<b>3</b>
2.1    Omega SE e OmegaFlow.....	3
2.2    Atividades desenvolvidas durante o estágio .....	5
2.3    Acompanhamento do desenvolvimento das atividades .....	6
<b>CAPÍTULO 3</b> Estado da arte .....	<b>8</b>
3.1    Apresentação da legislação base para certificação energética .....	8
3.2    Influência da orientação solar .....	11
3.3    Orientação de fachadas envidraçadas.....	12
3.4    Folhas de cálculo utilizadas para a execução da certificação energética .....	13
3.5    Definições da folha de cálculo para as envolventes .....	17
3.5.1    Paredes exteriores.....	17
3.5.2    Pavimentos enterrados .....	17
3.5.3    Paredes interiores.....	18
3.5.4    Paredes enterradas.....	18

3.5.5	Pavimento interior .....	18
3.5.6	Coberturas interiores.....	18
3.5.7	Ventilação .....	18
3.6	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento .....	19
3.6.1	Transferência de calor por transmissão através da envolvente.....	20
3.6.2	Perdas de calor por renovação do ar.....	21
3.6.3	Ganhos térmicos úteis .....	22
3.7	Necessidades nominais de energia útil de referência para aquecimento .....	25
3.8	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento .....	26
3.8.1	Expressão geral e forma de cálculo .....	27
3.8.2	Transferência de calor por transmissão .....	27
3.8.3	Transferência de calor por renovação do ar.....	28
3.8.4	Ganhos térmicos úteis .....	28
3.9	Necessidades nominais anuais de energia útil de referência para arrefecimento.....	29
3.10	Necessidades nominais de energia primária.....	30
CAPÍTULO 4 Estudo do desempenho energético dos edifícios .....		33
4.1	Objetivos .....	33
4.2	Apresentação dos edifícios objetos de estudo .....	33
4.2.1	Edifício para análise da influência da orientação solar no desempenho energético.....	36
4.3	Caracterização do edifício Lordelo do Ouro .....	36
4.4	Dados e zonas climáticas .....	38
4.4.1	Estação de aquecimento.....	38
4.4.2	Estação de arrefecimento.....	39
4.5	Marcação das envolventes em função da determinação térmica.....	39
4.6	Requisitos mínimos de qualidade das envolventes .....	43
4.6.1	Envolvente opaca.....	43
4.7	Ventilação .....	51

4.8	Águas quentes sanitárias .....	51
4.9	Bomba de calor (ar-água) .....	52
4.10	Recuperador de calor .....	53
4.11	Aplicação no exemplo do edifício em estudo .....	54
4.11.1	Cálculo do coeficiente de transferência de calor global .....	54
4.11.2	Cálculo do coeficiente de transferência de calor por ventilação .....	59
4.11.3	Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento .....	60
4.11.4	Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento .....	62
4.11.5	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento .....	64
4.11.6	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento.....	67
4.11.7	Necessidades nominais anuais globais de energia primária .....	69
4.11.8	Determinação da classe energética.....	72
4.11.9	Propostas de medidas de melhoria .....	73
4.12	Análise da relevância da orientação solar dos restantes edifícios.....	77
4.12.1	Edifício Matosinhos e Leça da Palmeira .....	78
4.12.2	Edifício Gulpilhares e Valadares .....	81
CAPÍTULO 5	Conclusões .....	85
	Referências Bibliográficas .....	87
	Anexo I – Edifício de Matosinhos e Leça da Palmeira .....	91
	Anexo II – Edifício de Lordelo do Ouro e Massarelos.....	93
	Anexo III – Edifício de Gulpilhares e Valadares .....	95

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2-1 Localização da sede da empresa Omega Serviços de Engenharia (Fonte: Google Maps) .....	3
Figura 2-2 Logótipo da Omega SE (Fonte: <a href="https://omega.com.pt/">https://omega.com.pt/</a> ) .....	4
Figura 2-3 Instalações da empresa Fonte: <a href="https://omega.com.pt/">https://omega.com.pt/</a> ) .....	4
Figura 2-4 Logótipo da empresa Omegaflow SE (Fonte: <a href="http://omegaflow.pt/">http://omegaflow.pt/</a> ) .....	5
Figura 2-5 Resumo dos trabalhos efetuados durante o período de estágio .....	6
Figura 3-1 Evolução da legislação no âmbito do comportamento térmico. ....	9
Figura 3-2 – Apresentação dos Decretos-Lei.....	10
Figura 3-3 Desenvolvimento dos despachos. ....	11
Figura 3-4 Menu disponível na folha IteCons.....	14
Figura 3-5 Separadores presentes na folha de cálculo.....	15
Figura 3-6 Menu da folha de cálculo de apoio das energias renováveis.....	16
Figura 4-1 Alçado Norte do edifício situado em Matosinhos e Leça da Palmeira. (Fonte: Arquiteta Filipa Magalhães) .....	34
Figura 4-2 Alçado principal do edifício localizado na união de freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende).....	35
Figura 4-3 Planta do piso da cave (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende) .....	36
Figura 4-4 Planta do piso do rés-do-chão e 1º piso (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende).....	37
Figura 4-5 Legenda da marcação das envolventes.....	40
Figura 4-6 Planta do 1º piso com respetiva envolvente.....	42
Figura 4-7 Exemplo de caixilho a ser aplicado no edifício em estudo (Fonte: <a href="http://www.inoxave.pt/site/pt/caixilharias/sistema-lt">http://www.inoxave.pt/site/pt/caixilharias/sistema-lt</a> ) .....	51
Figura 4-8 Modelo painel solar térmico CPC ML 1840 (Fonte: <a href="https://proteu.pt/produtos/pt-cpc-ml-1840/">https://proteu.pt/produtos/pt-cpc-ml-1840/</a> ).....	52



Figura 4-9 – Bomba de calor Daikin Altherma ERSQ-AY1 (Fonte: <a href="https://www.daikin.pt/pt_pt/products/ERSQ-AY1.html">https://www.daikin.pt/pt_pt/products/ERSQ-AY1.html</a> .....	53
Figura 4-10 – Recuperador de calor ADF 680 NV (Fonte: <a href="https://www.domuscalida.pt/shop/recuperadores/recuperador-de-calor-adf-680-nv-ventilado/">https://www.domuscalida.pt/shop/recuperadores/recuperador-de-calor-adf-680-nv-ventilado/</a> ).	53
Figura 4-11 Fachadas principal e tardoz.....	78
Figura 4-12 Alçado principal do edifício .....	82



## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1 Classe energética dos edifícios certificados em 2013 .....	9
Tabela 3-2 Fator de orientação para as diferentes exposições, $X_j$ .....	24
Tabela 4-1 Valores de referência para aplicação na fórmula dos parâmetros (Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013).....	38
Tabela 4-2 Valores de referência e declives para ajudes em altitude para a estação convencional de arrefecimento (Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013) .....	39
Tabela 4-3 Tabela resumo com o cálculo dos $b_{TR}$ dos espaços não úteis.....	41
Tabela 4-4 Valores de condutibilidade térmica das envolventes opacas e verificação de requisitos .....	43
Tabela 4-5 Condutibilidade térmica da envolvente envidraçada e verificação dos requisitos.....	48
Tabela 4-6 Contribuição das paredes exteriores.....	54
Tabela 4-7 Contribuição dos vãos envidraçados exteriores.....	55
Tabela 4-8 Contribuição através das pontes térmicas lineares .....	55
Tabela 4-9 – Contribuição das paredes em contacto com os espaços não úteis.....	56
Tabela 4-10 – Contribuição de paredes em contacto com edifícios adjacentes.....	56
Tabela 4-11 – Contribuição dos pavimentos sobre espaços não-úteis.....	56
Tabela 4-12 – Contribuição das coberturas interiores sob espaços não-úteis .....	56
Tabela 4-13 – Contribuição das pontes térmicas lineares (para elementos em contacto com espaços não úteis) .....	57
Tabela 4-14 – Contribuição das paredes enterradas .....	57
Tabela 4-15 – Contribuição dos pavimentos enterrados .....	57
Tabela 4-16 – Tabela com o cálculo da área efetiva de cada envidraçado orientado a Sul .....	60
Tabela 4-17 – Ganhos solares pelos vãos envidraçados .....	62
Tabela 4-18 – Ganhos solares pelas paredes exteriores .....	63

Tabela 4-19 – Ganhos solares pelas coberturas interiores .....	63
Tabela 4-20 Necessidades nominais de energia primária para aquecimento .....	69
Tabela 4-21 Necessidades nominais de energia primária para aquecimento de referência .....	69
Tabela 4-22 Necessidades nominais de energia primária para arrefecimento.....	70
Tabela 4-23 Necessidades nominais de energia primária para arrefecimento de referência .....	70
Tabela 4-24 Necessidades nominais de energia primária para a produção de AQS.....	71
Tabela 4-25 Necessidades nominais de energia primária para a produção de AQS de referência .....	71
Tabela 4-26 Contribuição das energias renováveis .....	71
Tabela 4-27 Intervalos de valor de $R_{Nt}$ para a determinação da classe energética (Fonte: Despacho n.º 15793-J/2013) .....	73
Tabela 4-28 Tabela comparativa I .....	74
Tabela 4-29 Tabela comparativa II .....	75
Tabela 4-30 Tabela comparativa III .....	75
Tabela 4-31 Tabela comparativa com todas as medidas de melhoria .....	76
Tabela 4-32 Tabela comparativa das diferentes orientações solares I .....	76
Tabela 4-33 Medidas de melhoria propostas para melhorar o desempenho energético .....	79
Tabela 4-34 Tabela comparativa da solução inicial para a solução com todas as medidas de melhoria ..	79
Tabela 4-35 Tabela comparativa das diferentes orientações solares I .....	80
Tabela 4-36 Medida de melhoria proposta .....	82
Tabela 4-37 Tabela comparativa da solução inicial para a solução com todas as medidas de melhoria ..	82
Tabela 4-38 Tabela comparativa das diferentes orientações solares II .....	83

## GLOSSÁRIO

**Água quente sanitária ou «AQS»**, a água potável aquecida em dispositivo próprio, com energia convencional ou renovável, até uma temperatura superior a 45°C, e destinada a banhos, limpezas, cozinha ou fins análogos;

**Área de cobertura**, a área, medida pelo interior, dos elementos opacos da envolvente horizontais ou com inclinação inferior a 60° que separam superiormente o espaço interior útil do exterior ou de espaços não úteis adjacentes;

**Área interior útil de pavimento**, o somatório das áreas, medidas em planta pelo perímetro interior, de todos os espaços interiores úteis pertencentes ao edifício ou fração em estudo no âmbito do REH. No âmbito do RECS, considera -se o somatório da área de pavimento de todas as zonas térmicas do edifício ou fração, desde que tenham consumo de energia elétrica ou térmica, registado no contador, independentemente da sua função e da existência de sistema de climatização, sendo a área medida pelo interior dos elementos que delimitam as zonas térmicas do exterior e entre si;

**Avaliação energética**, a avaliação detalhada das condições de exploração de energia de um edifício ou fração, com vista a identificar os diferentes vetores energéticos e a caracterizar os consumos energéticos, podendo incluir, entre outros aspetos, o levantamento das características da envolvente e dos sistemas técnicos, a caracterização dos perfis de utilização e a quantificação, monitorização e a simulação dinâmica dos consumos energéticos;

**Certificado SCE**, o documento com número próprio, emitido por perito qualificado para a certificação energética para um determinado edifício ou fração, caracterizando-o em termos de desempenho energético;

**Coefficiente de transmissão térmica**, 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 o elemento separa;

**Edifício adjacente**, um edifício que confine com o edifício em estudo e não partilhe espaços comuns com

este, tais como zonas de circulação ou de garagem;

**Edifício ou fração de comércio e serviços**, o edifício, ou parte, licenciado ou que seja previsto licenciar para utilização em atividades de comércio, serviços ou similares;

**Edifício misto**, o edifício utilizado, em partes distintas, como edifício de habitação e edifício de comércio e serviços;

**Edifício novo**, edifício cujo processo de licenciamento ou autorização de edificação tenha data de entrada

junto das entidades competentes, determinada pela data de entrada do projeto de arquitetura;

**Edifício existente**, aquele que já existe;

**Edifício sujeito a intervenção**, o edifício sujeito a obra de construção, reconstrução, alteração, ampliação,

instalação ou modificação de um ou mais componentes com influência no seu desempenho energético;

**Energia primária**, a energia proveniente de fontes renováveis ou não renováveis não transformada ou convertida;

**Energias renováveis**, a energia de fontes não fósseis renováveis, designadamente eólica, solar, aerotérmica, geotérmica, hidrotérmica e oceânica, hídrica, de biomassa e de biogás;

**Envolvente**, o conjunto de elementos de construção do edifício ou fração, compreendendo as paredes, pavimentos, coberturas e vãos, que separam o espaço interior útil do ambiente exterior, dos edifícios ou frações adjacentes, dos espaços não úteis e do solo;

**Fator solar de um vão envidraçado**, o valor da relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar nele incidente;

**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;

**Indicador de eficiência energética, ou IEE**, o indicador de eficiência energética do edifício, expresso por ano em unidades de energia primária por metro quadrado de área interior útil de pavimento (kWh/m<sup>2</sup>.ano), distinguindo -se, pelo menos, três tipos: o IEE previsto (IEEpr), o efetivo (IEEef) e o de referência (IEEref);

**Perito qualificado ou PQ**, o técnico com título profissional de perito qualificado para a certificação energética, nos termos da Lei n.º 58/2013, de 20 de agosto;

**Portal SCE**, a zona do sítio na Internet da ADENE, com informação relativa ao SCE, composta, pelo menos, por uma zona de acesso público para pesquisa de pré -certificados e certificados SCE e de técnicos do SCE,

e por uma zona de acesso reservado para elaboração e registo de documentos pelos técnicos do SCE;

**Pré-certificado**, o certificado SCE para edifícios novos ou frações em edifícios novos, bem como para edifícios ou frações sujeitas a grandes intervenções, emitido em fase de projeto antes do início da construção ou grande intervenção;

**Sistema de climatização**, o conjunto de equipamentos coerentemente combinados com vista a satisfazer

objetivos da climatização, designadamente, ventilação, aquecimento, arrefecimento, humidificação, desumidificação e filtragem do ar;

**Ventilação natural**, a ventilação ao longo de trajetos de fugas e de aberturas no edifício, em consequência das diferenças de pressão e temperatura, sem auxílio de componentes motorizados de movimentação do ar;

**Ventilação mecânica**, sistema de ventilação controlada;





## ABREVIATURAS

ADENE – Agência para a Energia

AQS – Águas quentes sanitárias

DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia

DIPRE – Dissertação/ Projeto/ Estágio

DL – Decreto-lei

ENU – Espaço não útil

EPS – Poliestireno expandido

FA – Fração autónoma

GD – Número de graus-dia de aquecimento específico de acordo com a região NUTS III [°C.dia]

ISEP – Instituto Superior de Engenharia do Porto

LNEC – Laboratório Nacional de Engenharia Civil

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

NUTS III – Nomenclatura de Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (constituído por 25 unidades, das quais 23 no continente e 2 correspondentes às Regiões Autónomas dos Açores e da Madeira)

PQ – Peritos qualificados PTL – Ponte térmica linear PTP – Ponte térmica plana RCCTE – Regulamento das características do comportamento térmico de edifícios

REH – Regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação

SCE – Sistema nacional de certificação energética e da qualidade do ar interior nos edifícios

UC – Unidade Curricular

UE – União Europeia

XPS - Poliestireno extrudido



# CAPÍTULO 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1 ENQUADRAMENTO

A certificação energética tem como principal objetivo mostrar a importância do desempenho energético em edifícios novos e existentes. A certificação energética, permite a proposta de medidas de melhoria, devidamente orçamentadas para apresentação ao Dono de Obra, com o objetivo deste último numa eventual intervenção, reduzir os consumos energéticos.

O tema a ser desenvolvido no relatório está inserido na área de certificação energética e tem como principal objetivo mostrar a importância da certificação energética, as medidas de melhoria a serem aplicadas em edifícios novos e existentes, tendo, em vista a aplicação das mesmas sem custos excessivos para o Dono de Obra. Os casos de estudo servem para avaliar que, na fase de projeto é possível através da orientação solar, obter melhores condições no desempenho térmico do edifício.

O presente relatório foi desenvolvido no âmbito da Unidade Curricular de Dissertação/Projeto/Estágio (DIPRE), integra o plano de estudos do 2º semestre do 2º ano do Mestrado de Engenharia Civil do Instituto Superior de Engenharia do Porto. O estágio realizado teve como empresa de acolhimento a Omegaflow – Soluções de Engenharia e decorreu entre 19 de fevereiro a 30 de junho, tendo este sido orientado pela Profª Doutora Eunice Fontão a nível académico e supervisionado pelo Engº Ricardo Novais (sócio-gerente da empresa) a nível profissional.

### 1.2 ESTRUTURA DO RELATÓRIO DE ESTÁGIO

O presente relatório de estágio está dividido em cinco capítulos, nomeadamente a introdução, a apresentação da empresa, o estado da arte, o estudo do desempenho energético dos edifícios e as considerações finais.

No âmbito do presente capítulo é indicado o período de desenvolvimento do estágio e os respetivos orientadores ao longo do mesmo, é apresentado o tema que se encontra desenvolvido no presente relatório e os objetivos a atingir nos casos em estudo.

## *CAPÍTULO 1*

Do segundo capítulo consta a apresentação da empresa e a localização. É feita referência ao ano de fundação da empresa e os objetivos da mesma junto do público alvo. São abordados os serviços que a empresa presta no âmbito da engenharia. Por fim são apresentadas as atividades desenvolvidas durante o estágio, as respetivas tarefas e foram resumidos os trabalhos realizados durante o período de estágio curricular.

No terceiro capítulo é abordado o estado da arte. Numa fase inicial é explicada a evolução da legislação que serve como base a certificação energética. São apresentados ainda, através de um gráfico, as incidências das classes energéticas no ano de 2013 de modo a compreender o impacto da certificação energética. Tendo ainda, em vista o desempenho energético é abordado ainda a influência da orientação solar em edifícios na fase de projeto.

No quarto capítulo são abordados os três casos de estudo, todo o processo necessário à análise térmica dos edifícios em questão. A localização dos edifícios, assim como, todas as características que contribuem para o seu desempenho térmico, nomeadamente os materiais de construção, equipamentos de AQS e climatização e características dos envidraçados inseridos em cada edifício. Com todas estas características essenciais ao desenvolvimento dos pré-certificados é possível a verificação do cumprimento de toda a regulamentação térmica através do DL nº 118/2016 e respetivas atualizações. Será feita a apresentação da folha de cálculo ITECONS, assim como, a sua aplicação aos casos em estudo, tendo em conta que será analisado o conforto térmico de cada habitação. Como se trata de projetos térmicos será avaliada a classe energética com as soluções construtivas iniciais e perante os resultados serão otimizados através das alterações das orientações solares.

Por fim, no quinto capítulo são apresentadas as conclusões finais dos três casos objetos de estudo, comparando com o pretendido a nível social, com o intuito de responder aos objetivos delineados.

Em anexo seguem os modelos das fichas utilizadas para o desenvolvimento do estudo do comportamento térmicos do edifício, alguns certificados energéticos realizados, assim como, os estudos dos três casos de estudo.

## CAPÍTULO 2

### APRESENTAÇÃO DA EMPRESA

#### 2.1 OMEGA SE E OMEGAFLOW

A Omega Serviços de Engenharia foi fundada em 1986, conta atualmente com cerca de 25 colaboradores permanentes especializados em Engenharia Civil. A empresa tem sede na rua R. Fernão Lopes 157, 4150-308 Porto.

A Omega SE é uma empresa que presta serviços no âmbito da Engenharia Civil, tem como áreas principais a realização de projetos, fiscalização e gestão de empreendimentos.

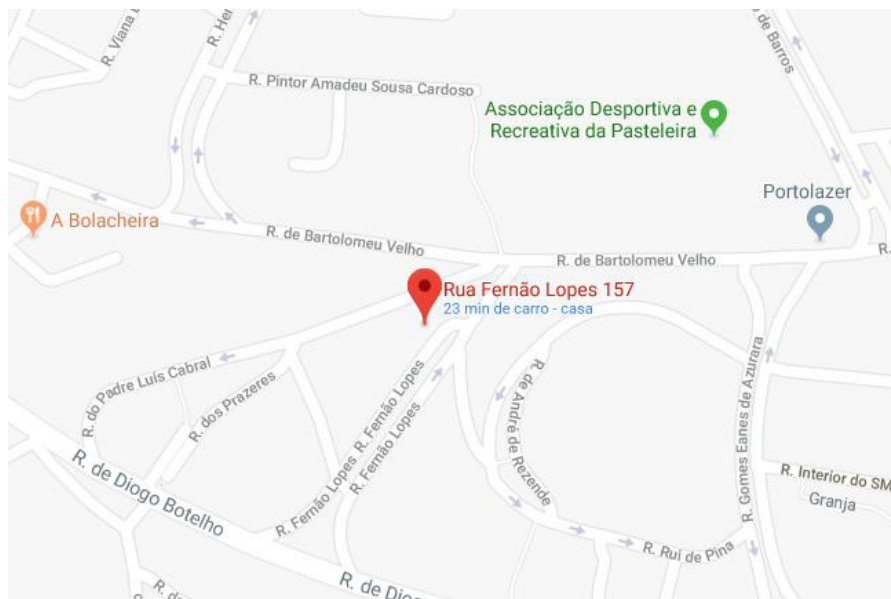


Figura 2-1 Localização da sede da empresa Omega Serviços de Engenharia (Fonte: Google Maps)



Figura 2-2 Logótipo da Omega SE (Fonte: <https://omega.com.pt/>)

A Omega S.E., tem três grandes áreas de especialização:

- Projetos de Engenharia
  - Realização de projetos de engenharia civil em edifícios residenciais, corporativos, hoteleiros, escolares e industriais;
  - Coordenação técnica de projetos;
  - Vias de comunicação;
  - Hidráulica urbana;
- Fiscalização;
- Gestão de Empreendimentos.

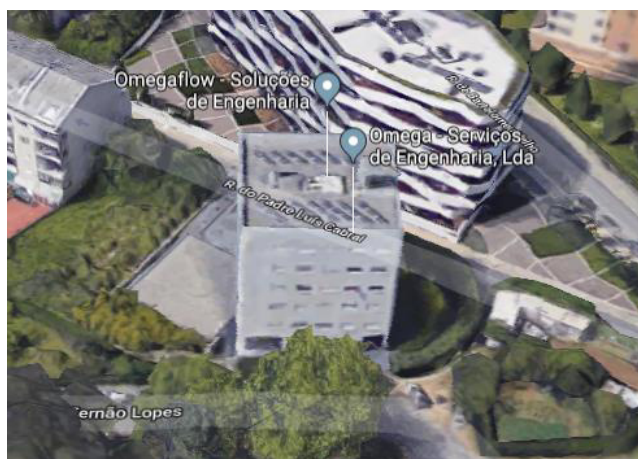


Figura 2-3 Instalações da empresa Fonte: <https://omega.com.pt/>)

A Omegaflow é uma associada da Omega SE e desenvolve a sua atividade principal na área de projetos energéticos, projetos de AVAC, procedendo á emissão de certificados energéticos com as respetivas medidas de melhoria para a demonstração, do potencial desempenho energético dos edifícios.

Da equipa que integra os quadros da empresa fazem parte Engenheiros Cívicos de diversas especialidades e um Engenheiro mecânico que permitem assegurar os serviços de que a empresa disponibiliza na área da engenharia. As equipas técnicas permitem assegurar serviços completos na área de gestão e manutenção dos edifícios, como projetos de estruturas.

## 2.2 ATIVIDADES DESENVOLVIDAS DURANTE O ESTÁGIO

O estágio curricular decorreu no período de 19/02 a 30/06, o objetivo do estágio desenvolvido passa pela aplicação direta de conhecimentos adquiridos ao longo do percurso académico. Para além da oportunidade de um primeiro contacto em ambiente profissional de modo a facilitar a entrada no mundo de trabalho, existiu por parte da empresa uma certa exigência e a criação de objetivos diários para adaptar o estágio ao mundo do trabalho.



Figura 2-4 Logótipo da empresa Omegaflow SE (Fonte: <http://omegaflow.pt/>)

Ao longo do estágio foram desenvolvidas as seguintes tarefas:

- Contacto no âmbito profissional com a legislação em vigor relativa à certificação energética, associada a edifícios de habitação (REH) e foi dada a introdução aos procedimentos e metodologias da empresa;
- Utilização da folha de cálculo da ITECONS, assim como, a folha de cálculo SCE para efeitos de contabilizar o contributo dos painéis solares e aplicação nos casos em estudo;
- Participação na elaboração de certificados energéticos de habitações, desde a visita para proceder ao levantamento dos elementos necessários até à elaboração do relatório e submissão no portal da ADENE;

- Utilização ao programa *EnergyPlus* como ferramenta de cálculo térmico com auxílio ao programa de modelação computacional *OpenStudio* para cálculo do desempenho energético de uma farmácia, projeto este que não foi concluído;
- Contacto no âmbito profissional da legislação associada a edifícios de serviços, (RECS) e introdução à respetiva folha de cálculo, visto, ser esta última diferente da REH.

### 2.3 ACOMPANHAMENTO DO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES

No início do estágio curricular, nos dois primeiros meses, os certificados energéticos e os projetos térmicos foram auxiliados por uma Engenheira Civil da empresa, responsável pelos mesmos. Após esse período, o trabalho foi executado independente, apenas com supervisão pontual.

Na totalidade foram realizados durante o período de estágio curricular, quarenta certificados energéticos tanto em REH como RECS, a nível de projetos térmicos foram realizados quinze e um já anteriormente referido como a Farmácia de Vila Nova de Gaia, foi iniciado, mas não concluído devido a opção do Dono de Obra.

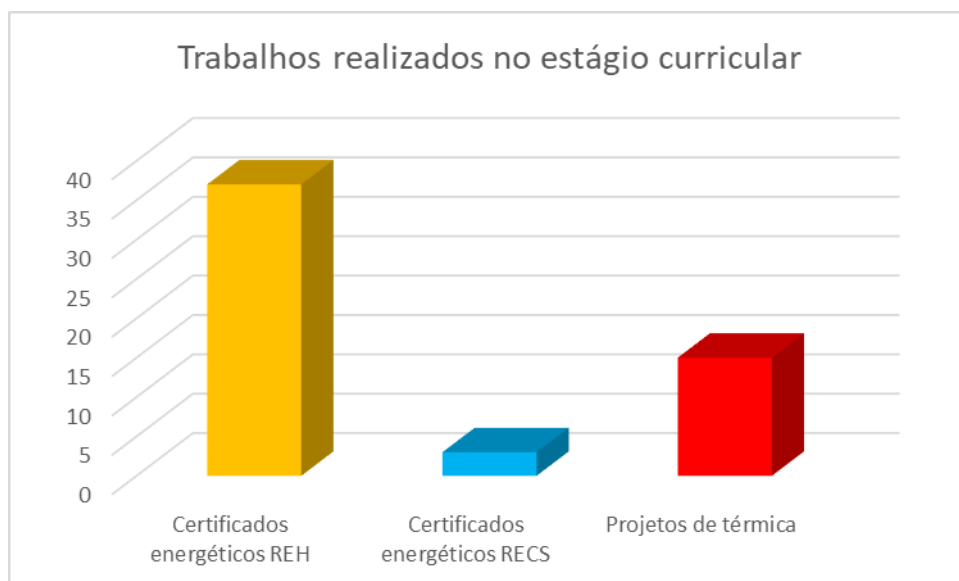


Figura 2-5 Resumo dos trabalhos efetuados durante o período de estágio



Os projetos térmicos foram os trabalhos mais completos realizados na empresa, no sentido em que foi necessário o estudo prévio dos projetos, a validação das soluções preconizadas pelo projetista para realização de um Pre CE e a realização do certificado tendo em conta as soluções adotadas. Foram desenvolvidos os seguintes projetos:

- 141\_MORADIA R. DELFIM MAIA, a moradia referida situa-se na Maia, o projeto tem como objetivo a recuperação total da integridade física do imóvel, seguindo os critérios de qualidade de conforto atuais.
- 145 HOTEL\_R.PACO - DOURO AREINHO VNG, o hotel situa-se em Avintes, no concelho de Vila Nova de Gaia, seria para o aproveitamento da construção já existente e construção de nova, garantindo o conforto térmico do mesmo.
- 157\_MARECHAL SALDANHA, o edifício situa-se no Porto e tem como destino a criação de frações de habitação mantendo a Arquitetura da fachada e garantindo o conforto térmico das frações.
- 158\_EDIFÍCIO\_MATOSINHOS, o edifício situa-se em Matosinhos e terá como destino a reabilitação e a criação de frações de habitação com conforto térmico.
- 162\_CASA DE PARADELA\_GERES, o edifício situa-se no Gerês, sendo uma construção nova que deverá cumprir com os requisitos térmicos previstos.

## CAPÍTULO 3

### ESTADO DA ARTE

#### **3.1 APRESENTAÇÃO DA LEGISLAÇÃO BASE PARA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA**

O Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE) aprovado pelo Decreto-Lei n.º40/90, de 6 de fevereiro foi o primeiro documento legislativo que impôs requisitos ao projeto de novos edifícios de habitação, assim como, a edifícios existentes sujeitos a intervenções de forma a garantir a satisfação das condições térmicas quer no Inverno, quer no Verão.

No entanto, a versão inicial do RCCTE tinha como principal objetivo a limitação da utilização de recursos, tornando-se assim, pouco exigente nos seus objetivos concretos devido às questões de viabilidade económica face a potenciais consumos baixos.

A nova versão do RCCTE, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 80/2006, de 4 de abril, vem fixar as condições ambientais de referência para o cálculo de consumos energéticos nominais, segundo padrões típicos admitidos como os médio prováveis, quer em termos de temperatura ambiente quer em termos de ventilação para a renovação do ar e garantia de uma qualidade do ar interior aceitável.

Entretanto o Decreto-Lei n.º 118/2013 revoga os anteriores Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE – DL 78/2006 de 4 de Abril) e Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE – DL 79/2006 de 4 de Abril).

Para o desenvolvimento das atividades da certificação energética e dos projetos térmicos, o Decreto-Lei n.º 118/2013 de 20 de agosto é o decreto base utilizado na folha de cálculo da ITECONS.

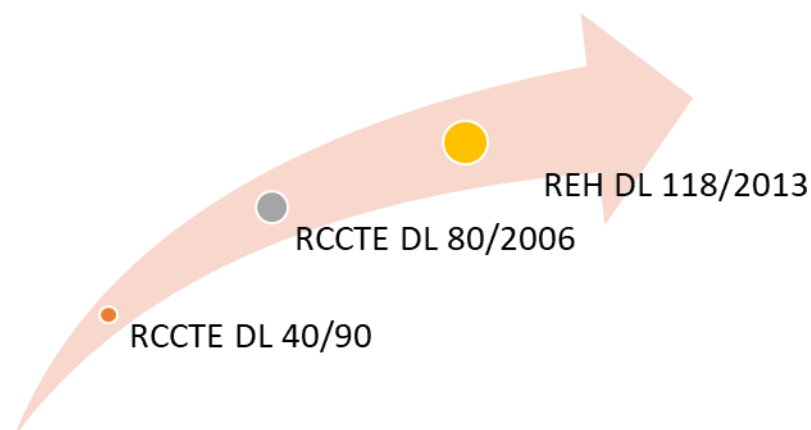


Figura 3-1 Evolução da legislação no âmbito do comportamento térmico.

A Certificação Energética dos Edifícios, foi implementada em 2007 por via da transposição da Diretiva Europeia de Desempenho Energético dos Edifícios, avalia a eficiência energética de um imóvel numa escala pré-definida de 8 classes, em que A+ é muito eficiente e F é muito pouco eficiente. Fornece ainda aos proprietários informação sobre os impactos dessa classificação no conforto, na saúde e nos consumos energéticos relativos à climatização e águas quentes sanitárias. Através de um documento digital (Certificado Energético) emitido por profissionais independentes e qualificados para o efeito, os Peritos Qualificados, são também identificadas as medidas necessárias personalizadas ao imóvel, que possibilitarão uma redução do consumo energético, tais como a instalação de janelas eficientes ou o reforço de isolamento de forma a otimizar e a reduzir o consumo energético e a aumentar o conforto do mesmo.

Em 2013, segundo o site do Sistema de Certificação Energética, SCE, foram certificadas cerca de 87 503 habitações, no entanto, no gráfico que se segue é possível ter a perceção que a maioria dos edifícios estão classificados com classe energética inferior a C, o que significa que ainda existem edifícios com construções com fraco desempenho energético.

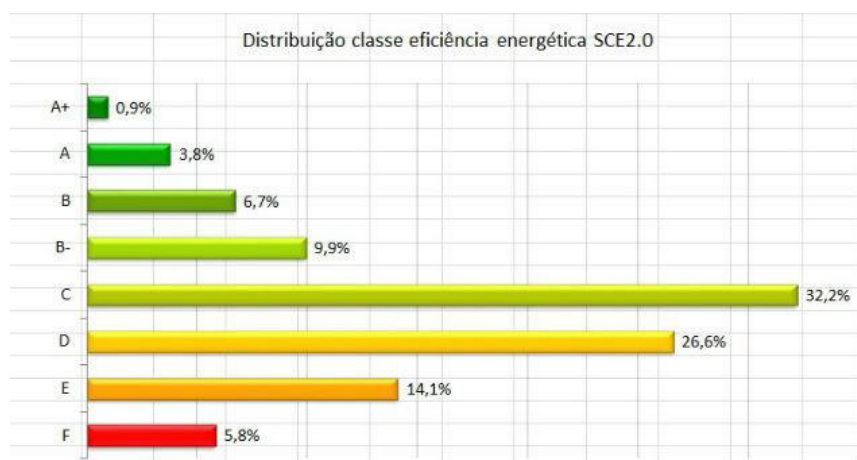


Tabela 3-1 Classe energética dos edifícios certificados em 2013

Segundo, a atualidade do parlamento Europeu, a União Europeia aprovou os novos objetivos, a fim de aumentar a utilização de energias renováveis e melhorar a eficiência energética.

- Pelo menos 32% do consumo de energia da EU em 2030, terá de provir de fontes renováveis, como o Sol e ou o vento;
- Garantir pelo menos 14% dos combustíveis para os transportes provenham de fontes renováveis;
- Aumentar a eficiência energética em 32.5% e tornar mais fácil para as famílias o processo de produzir, armazenar e construir a sua própria energia verde.

A longo prazo, mais precisamente até 2050 a UE pretende reduzir as emissões substancialmente, em 80 a 95% em relação aos níveis de 1990, enquanto parte dos esforços exigidos ao conjunto dos países desenvolvidos.

*(Texto atualizado a 13 de novembro de 2018 com referência a aprovação da legislação pelo Parlamento Europeu).*

Ao longo do relatório, foram tidos em conta os objetivos da União Europeia de modo a que as medidas de melhoria propostas para os edifícios em estudo, fossem de encontro ao pretendido a nível europeu para contribuir para um melhor desempenho energético dos edifícios. Em baixo é apresentada a legislação aplicável, o respetivo desenvolvimento e alterações, bem como, umas breves descrições.

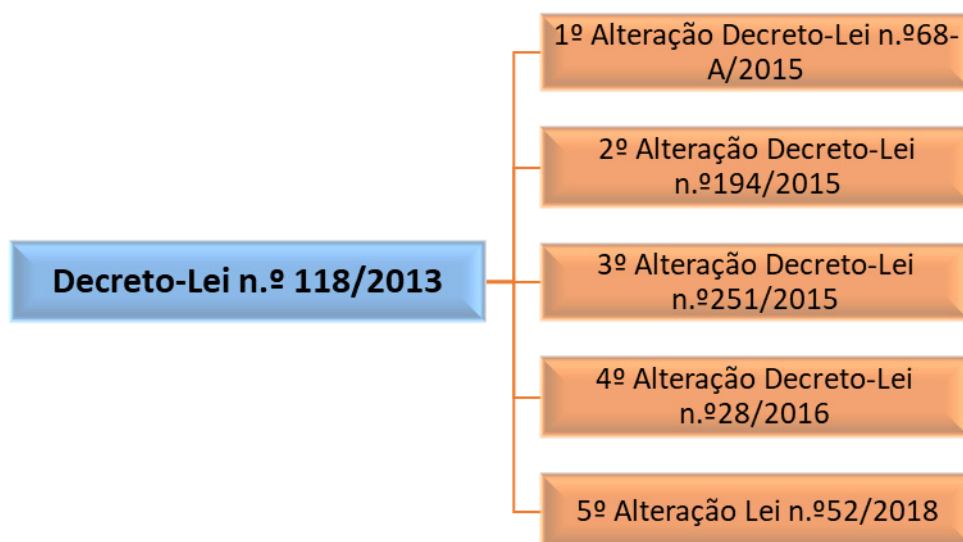


Figura 3-2 – Apresentação dos Decretos-Lei

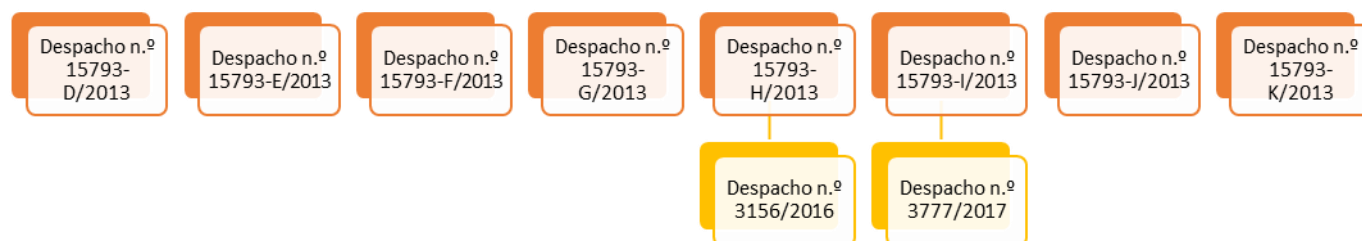


Figura 3-3 Desenvolvimento dos despachos.

Tendo em conta o pretendido pela União Europeia, que tem em vista o melhoramento do desempenho energético dos edifícios novos e existentes de modo a instigar a criação de edifícios mais sustentáveis e autónomos a nível de consumos energéticos é crucial a análise prévia na fase de projeto, tendo como foco os materiais que deverão ser usados, os equipamentos e a o aproveitamento solar que o mesmo poderá tirar, dada a sua localização.

### 3.2 INFLUÊNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR

É importante conhecer os diferentes percursos do sol ao longo do dia para as diferentes estações do ano no sentido de:

- Aproveitar da melhor forma os ganhos solares para o interior do edifício nos casos em que o contributo da radiação se afigura necessário e;
- Restringir a sua entrada, nos casos em que o mesmo efeito se afigura inconveniente.

O estudo da forma do edifício e das obstruções à incidência de radiação solar designa-se habitualmente por geometria da insolação ou geometria Solar. Geralmente incluem-se neste estudo os efeitos de palas e sombreamentos do próprio edifício, bem como os efeitos sombreadores devidos aos edifícios vizinhos, a árvores, vegetação e à forma urbana do espaço circundante (praças, ruas, avenidas, etc.).

Em Portugal, no solstício de Inverno (21 de dezembro) o sol nasce relativamente próximo da orientação Sudeste e põe-se relativamente próximo da orientação Sudoeste, variando o ângulo de azimute do Nascer e do Pôr-do-Sol com a latitude do lugar. Neste dia, o ângulo de altura do Sol apresenta os valores mais baixos de todo o ano.

Nos Equinócios (21 de março e 21 de setembro) o sol nasce exatamente na orientação Este e põe-se exatamente na orientação Oeste.

No solstício de Verão (21 de junho) o sol nasce relativamente próximo da orientação Nordeste e põe-se relativamente próximo da orientação Noroeste, variando o ângulo de azimute do Nascer e do Pôr-do-Sol com a latitude do lugar. Neste dia, o ângulo de altura do Sol apresenta os valores mais altos de todo o ano (Graça, 2004).

### 3.3 ORIENTAÇÃO DE FACHADAS ENVIDRAÇADAS

A localização do Sol ao longo do ano tem uma grande importância, no que respeita à definição da localização das fachadas envidraçadas num edifício, a sua dimensão e o tipo de vidro que se escolhe. Apresentam-se algumas linhas de orientação relativamente à utilização das fachadas envidraçadas para a latitude de Portugal.

Em termos anuais verifica-se que uma fachada envidraçada orientada a Sul, receberá um maior nível de radiação solar do que fachadas noutras orientações, sendo que no Verão é uma fachada mais facilmente protegida dessa mesma radiação.

- No Inverno, sendo necessário aquecer os edifícios, a estratégia correta será a de captar a radiação solar disponível.
- É a orientação a sul aquela que propicia maiores ganhos solares. O percurso do Sol no Inverno é vantajoso para esta orientação, uma vez que o seu percurso se efetua para azimutes muito próximos do Sul geográfico.
- No Verão, torna-se necessário minimizar os ganhos solares, uma vez que, no seu percurso de nordeste (onde nasce) até noroeste (onde se põe), o Sol “vê” todas as orientações, sendo que, é a horizontal (coberturas), que maior nível de radiação recebe. Assim, verifica-se que o percurso do Sol, apresenta um ângulo de incidência com a normal de valor mais elevado. Carrega menos ganhos solares, facilmente atenuáveis se existir uma pala sombreadora sobre o vidro, no caso de uma fachada orientada a sul.

Numa fachada orientada a Este, o dimensionamento dos vãos envidraçados deverá ter em conta que:

- No Inverno, uma fachada com esta orientação recebe pouca radiação, uma vez que o sol nasce próximo da orientação Sudeste, incidindo na fachada durante poucas horas do período da manhã e com um pequeno ângulo de incidência.
- No Verão, a radiação solar incide em abundância numa fachada com esta orientação, durante longas horas da manhã, desde o nascer do Sol, que ocorre cedo e próximo da orientação Nordeste, até ao meio-dia. Os ângulos de incidência são próximos da perpendicular à fachada, o que maximiza a captação de energia solar, que nesta estação é indesejável.

Na fachada orientada a Oeste, sendo simétrica em relação à fachada orientada a Este, os efeitos da ação Solar são semelhantes aos desta, diferindo apenas no período do dia em que ocorrem. É no período da tarde que ocorrem as maiores temperaturas do ar no exterior, conjugando-se assim dois efeitos muito negativos. Assim:

- No Inverno, uma Fachada orientada a Oeste recebe pouca radiação durante poucas horas do período da tarde. Os ângulos de incidência são elevados, o que reduz o efeito da radiação.
- No Verão, a radiação solar incide em abundância numa fachada com esta orientação, durante longas horas da tarde, desde o meio-dia, até ao pôr do Sol, que ocorre tarde e próximo da orientação Noroeste. Esta é a fachada mais problemática em termos de Verão. Estas fachadas são responsáveis por grandes cargas térmicas nos edifícios, sendo necessário ter um maior cuidado com elas, quer em termos de áreas, tipos de vidros e sombreamentos.

A fachada orientada a Norte é a menos problemática num edifício em termos de radiação solar, sendo, pois, a mais fria:

- No Inverno, não recebe nenhuma radiação direta, porém recebe radiação difusa a partir da abóbada celeste;
- No Verão, recebe uma pequena fração de radiação direta do Sol no princípio da manhã e fim da tarde (Graça, 2004).

Em caso de edifícios existentes, em que os mesmos estarão sujeitos a grandes intervenções, no projeto térmico é possível fazer o estudo de como fazer melhor aproveitamento das orientações solares disponíveis. Através das folhas de cálculo é perceptível o desempenho energético do edifício nas diferentes orientações solares.

### **3.4 FOLHAS DE CÁLCULO UTILIZADAS PARA A EXECUÇÃO DA CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA**

Para a realização do trabalho a desenvolver tanto na área de certificação energética como na área de projeto térmico foram apenas usadas as folhas de cálculo da IteCons, para edifícios destinados a habitação, comércio ou mistos.

Todos os cálculos efetuados automaticamente pela folha de cálculo da IteCons tem por base a legislação anteriormente apresentada.

Na Figura 3-4 é apresentado o menu com os diversos separadores existentes na folha de cálculo usada para a certificação energética., como é possível observar no menu é possível distinguir que os separadores estão divididos por grupos.



Figura 3-4 Menu disponível na folha IteCons

O primeiro grupo é referente à localização da fração, onde deverá ser descrita a identificação geográfica para o cálculo da zona climática, as características do imóvel onde se pretende ter presente o ano em que o edifício foi construído, bem como, a identificação de todos os compartimentos aquecidos que compõe a fração e o respetivo pé-direito.

O segundo grupo trata de definir toda a envolvente exterior referente à fração, características das paredes que perfazem a envolvente exterior, espessura e material, pavimentos em contacto com o



exterior, vãos envidraçados levantamento de áreas e respetivas características e pavimentos, por último a definição das pontes térmicas lineares exteriores.

Após a definição do envolvente interior, btr's, ou seja, espaços não aquecidos (ENU's) que compõe a fração verifica-se o terceiro grupo que será a definição dos mesmos elementos do grupo anterior, mas para espaços não aquecidos.

O quarto grupo trata somente do tipo de ventilação do edifício, natural ou mecânica, onde se deve colocar o caudal estimado ou medido e o quinto grupo diz respeito a todos os equipamentos que estão presentes no edifício, equipamentos estes que contribuem para a climatização da fração e para o aquecimento das AQS .

Por último, no sexto grupo a folha de cálculo de uma maneira resumida fornece o balanço energético da fração, através de tabelas faz a comparação dos valores reais com os valores de referência e o potencial de melhoria. Mediante os valores apresentados é possível apresentar medidas de melhoria, o respetivo orçamento e verificar qual a classe energética máxima que a fração poderá chegar.

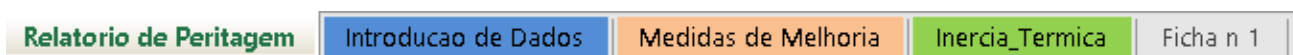


Figura 3-5 Separadores presentes na folha de cálculo

Na figura 3-5, estão representados os separadores que estão presentes na folha de cálculo, onde no primeiro separador Relatório de Peritagem estão os dados inseridos no separador de Introdução de Dados de uma forma sucinta, no separador referente às Medidas de Melhorias estão preconizadas todas as medidas de melhoria aplicadas com o respetivo descritivo e o custo associado. No separador Inercia Térmica serve para o cálculo da inércia conforme indica, quando existem dados suficientes da construção da fração para esse mesmo efeito.

A folha de cálculo permite ainda uma verificação rápida em cada objeto de estudo se os valores estão ou não dentro dos limites regulamentares, quando é verificada a situação de incumprimento a célula é colorida a vermelho e deste modo alerta de eventuais erros e torna a informação mais rigorosa.

Durante o período de estágio e para a realização dos certificados energéticos apenas foi usada a folha de cálculo da IteCons.

Esta folha de calculo é a única a ser utilizada na empresa porque permite facilmente o preenchimento de toda a informação essencial para os certificados energéticos e os pré-certificados conforme

abordado anteriormente. Após a folha de cálculo se encontrar devidamente preenchida é possível a conversão do ficheiro para XML.

A conversão do ficheiro para XML é feita online na plataforma da ADENE, o que permite à posteriori na página para emissão do certificado que os dados sejam inseridos na plataforma automaticamente, evitando o preenchimento manual.

Para o cálculo dos painéis solares, foi utilizado como ferramenta de apoio a folha de cálculo SCE.ER.



Figura 3-6 Menu da folha de cálculo de apoio das energias renováveis

Após a apresentação da folha de cálculo de ITECONS, nos capítulos que se seguem caracteriza-se as envolventes de um edifício, objeto de estudo, no desenvolvimento do relatório de estágio, de modo a perceber as definições possíveis existentes na folha de cálculo.

### **3.5 DEFINIÇÕES DA FOLHA DE CÁLCULO PARA AS ENVOLVENTES**

De modo a ser efetuado o cálculo do desempenho energético a folha de cálculo obriga ao utilizador definir as envolventes dos edifícios com as possibilidades que estão apresentadas na mesma, de modo a efetuar o cálculo rigoroso. A folha de cálculo prevê ainda todas as situações que a envolvente poderá conter.

Na maioria das reabilitações, quando não estão previstas demolições e apenas aproveitamento dos espaços não é possível verificar a constituição das paredes, a folha de cálculo permite definir as mesmas por defeito. Usando como exemplo o projeto de Lordelo do Ouro, é possível verificar o tipo de envolvente que é definida na folha de cálculo, bem como, a definição da ventilação.

#### **3.5.1 Paredes exteriores**

Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960). No caso em estudo apenas foi definido um tipo de parede exterior, PDE1 que sendo de um edifício existente foi considerada posterior a 1960, com uma espessura aproximada de 30cm, tendo em linha de conta o local da construção a data e o tipo de construção.

#### **3.5.2 Pavimentos enterrados**

Pavimento sem isolamento térmico. Pavimento enterrado (PVET1), por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para pavimentos enterrados com profundidade  $1 < Z < 3$  e  $R_f = 0.5$ .

Para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica, sugere-se colocar nos pavimentos em contacto com o solo, uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno), para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, de forma a mitigar o seu efeito.

O gás radão tem vindo a ser reconhecido como um importante fator de risco ambiental podendo a sua inalação resultar num significativo aumento no risco de cancro do pulmão.

### **3.5.3 Paredes interiores**

Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960). À semelhança das paredes exteriores não foi possível determinar a constituição das mesmas, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correções das pontes térmicas.

### **3.5.4 Paredes enterradas**

Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960). Parede enterrada (PDET1), por impossibilidade de determinação da constituição da parede, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para paredes enterradas com profundidade  $1 < Z < 3$  e  $R_w = 0.73$ .

À semelhança dos pavimentos enterrados e devido à presença de Gás Radão, para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do gás (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica.

### **3.5.5 Pavimento interior**

Pavimento sem isolamento térmico. Pavimento interior em contacto com espaço não útil, por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para pavimentos pesados.

### **3.5.6 Coberturas interiores**

Cobertura horizontal sem isolamento térmico. cobertura interior para o desvão do telhado, por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas pesadas horizontais.

### **3.5.7 Ventilação**

A ventilação dos edifícios pode ser feita através de forma natural ou mecânica. A ventilação natural é o fornecimento de ar novo sem recurso a qualquer meio mecânico, resulta do efeito da diferença de pressões entre as diferentes fachadas do edifício, estas diferenças resultam da ação do vento e dos gradientes de temperatura existente entre o interior e o exterior.

A ventilação mecânica fornece ou extrai o ar com recurso a meios mecânicos, os gradientes de pressões são provocados pela existência de ventiladores. Na introdução de ar novo o ar é insuflado no edifício através de uma rede de condutas à qual está associado um ventilador. Na extração de ar viciado o ar é extraído através de uma rede de condutas à qual está associado um ventilador.

Existem ainda situações em que estes dois tipos de situações funcionam em simultâneo de modo a balancear os caudais de ar novo.

### 3.6 NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA AQUECIMENTO

De acordo com o despacho (extrato) n.º 15793-I/2013 as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento são determinadas, para efeitos do presente despacho, de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790, considerando:

- a) O método sazonal de cálculo de necessidades de aquecimento de edifícios e as adaptações permitidas pela referida norma;
- b) Cada edifício e/ou fração autónoma do edifício como única zona, com as mesmas condições interiores de referência;
- c) A ocorrência dos fenómenos envolvidos em regime permanente, integrados ao longo da estação de aquecimento.

A expressão utilizada para o cálculo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento do edifício,  $N_{ic}$ , é calculada pela seguinte expressão:

$$N_{ic} = \frac{Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i}}{A_p} \text{ [kWh/m}^2\text{.ano]}$$

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 ( $m^2$ )

### 3.6.1 Transferência de calor por transmissão através da envolvente

A transmissão de calor na estação de aquecimento, acontece devido à diferença de temperatura entre o interior e o exterior do edifício, a transmissão de calor por transmissão global, que ocorre através da envolvente, traduz-se em perdas de calor calculadas de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_{tr,i} = 0.024 \times GD \times H_{tr,i}$$

Em que:

GD – Número de graus-dias de aquecimento especificados para cada região NUTS III, (°C.dia)

$H_{tr,i}$  – Coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento, (W/°C)

Para o cálculo do coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento depende das perdas de calor pelos elementos em contacto com o exterior, das perdas pelos elementos em contacto com os espaços não úteis, pelos elementos em contacto com os edifícios adjacentes e elementos em contacto com o solo. Assim sendo, o coeficiente global de transferência de calor por transmissão é calculado através da seguinte expressão:

$$H_{tr,i} = H_{ext} + H_{enu} + H_{adj} + H_{ecs}$$

Em que:

$H_{ext}$  – Coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com o exterior [W/°C]

$H_{enu}$  – Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com espaços não úteis [W/°C]

$H_{adj}$  – Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com edifícios adjacentes [W/°C]

$H_{ecs}$  – Coeficiente de transferência de calor através de elementos em contacto com o solo [W/°C]

Para o cálculo do coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com o exterior é calculado a partir da seguinte expressão:

$$H_{ext} = \sum_i [U_i \cdot A_i] + \sum_j [\psi_j \cdot B_j]$$

$U_i$  – Coeficiente de transmissão térmica do elemento  $i$  da envolvente, [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$A_i$  – Área do elemento  $i$  da envolvente, medida pelo interior do edifício, [m<sup>2</sup>]

$\psi_j$  – Coeficiente de transmissão térmica linear da ponte térmica linear  $j$ , calculado de acordo com o presente despacho, [W/m.°C]

$B_j$  – Desenvolvimento linear da ponte térmica linear  $j$ , medido pelo interior do edifício, [m]

O cálculo dos coeficientes de transmissão de calor através de elementos em contacto com edifícios adjacentes e de elementos em contacto com o solo, são calculados pela mesma expressão:

$$H_{enu,adj} = b_{tr} \times \left( \sum_i [U_i \cdot A_i] + \sum_j [\psi_j \cdot B_j] \right)$$

$b_{tr}$  – Coeficiente de redução de perdas de determinado espaço não útil ou de edifício adjacente, determinado de acordo com o descrito na Tabela 22 do mesmo despacho.

O cálculo do coeficiente de transferência de calor através de elementos da envolvente em contacto com o solo, é calculado com recurso à seguinte expressão:

$$H_{escs} = \sum_i [U_{bfi} \cdot A_i] + \sum_j [z_j \cdot P_j \cdot U_{bwj}]$$

Em que,

$U_{bfi}$  - Coeficiente de transmissão térmica do pavimento enterrado  $i$  [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

$A_i$  – Área do pavimento em contacto como solo  $i$ , medida pelo interior do edifício [m<sup>2</sup>]

$z_j$  – Profundidade média enterrada da parede em contacto com o solo  $j$  [m]

$P_j$  – Desenvolvimento total da parede em contacto com o solo  $j$ , medido pelo interior [m]

$U_{bwj}$  – Coeficiente de transmissão térmica da parede em contacto com o solo  $j$  [W/(m<sup>2</sup>.°C)]

### 3.6.2 Perdas de calor por renovação do ar

As perdas de calor por ventilação correspondentes à renovação do ar interior durante a estação de aquecimento são calculadas de acordo com a equação:

$$Q_{ve,i} = 0.024 \times GD \times H_{ve,i}$$

Em que,

$H_{ve,i}$  – Coeficiente global de transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [W/°C]

O coeficiente global de transferência de calor por ventilação pode ser calculado com recurso à seguinte expressão:

$$H_{ve,i} = 0.34 \times R_{ph,i} \times A_p \times P_d$$

$R_{ph,i}$  – Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento [h<sup>-1</sup>]

$A_p$  – Área interior útil de pavimento, medida pelo interior [m<sup>2</sup>]

$P_d$  – Pé direito médio da fração [m]

$H_{ve,i}$  – Coeficiente global de transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento [W/°C]

No caso em estudo a taxa nominal de renovação de ar interior, foi obtida através da folha de cálculo da IteCons.

### 3.6.3 Ganhos térmicos úteis

A conversão da parte dos ganhos térmicos brutos que se traduzem em ganhos térmicos úteis faz-se de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i}$$

Em que,

$\eta_i$  – Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento

$Q_{g,i}$  – Ganhos térmicos brutos na estação de aquecimento, [kWh]

O fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento, é determinado através de três critérios, em que primeiramente deve ser calculado o parâmetro que permite a obtenção do valor do fator de utilização de ganhos térmicos com a seguinte expressão:

$$\gamma = \frac{Q_g}{Q_{tr} + Q_{ve}}$$

Deverão ser considerados as seguintes condições:

- i. Se  $\gamma \neq 1$  e  $\gamma > 0$  então  $\eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$



ii. Se  $\gamma = 1$  então  $\eta = \frac{a}{a+1}$

iii. Se  $\gamma < 0$  então  $\eta = \frac{1}{\gamma}$

Em que o valor de  $a$  é obtido em função da classe de inércia térmica do edifício, sendo igual a um dos seguintes parâmetros:

- i.  $a=1,8$  – edifício com inércia térmica fraca;
- ii.  $a=2,6$  – edifício com inércia térmica média;
- iii.  $a=4,2$  – edifício com inércia térmica forte.

Os ganhos térmicos brutos a considerar no cálculo das necessidades nominais de aquecimento do edifício têm duas origens, conforme a seguinte expressão:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i}$$

$Q_{int,i}$  – Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor, na estação aquecimento [kWh]

$Q_{sol,i}$  – Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados, na estação de aquecimento [kWh]

Com as exclusões do sistema de aquecimento, os ganhos térmicos internos incluem qualquer fonte de calor situada no espaço a aquecer, nomeadamente, os ganhos de calor associados ao metabolismo dos ocupantes, e o calor dissipado nos equipamentos e nos dispositivos de iluminação.

Assim, os ganhos térmicos internos são calculados, durante toda a estação de aquecimento, de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{int,i} = 0,72q_{int} \cdot M \cdot A_p$$

Em que:

$q_{int}$  – Ganhos térmicos internos médios por unidade de superfície, iguais a  $4 \text{ W/m}^2$

$M$  – Duração média da estação convencional de aquecimento [mês]

$A_p$  – Área interior útil de pavimento do edifício, medida pelo interior [ $\text{m}^2$ ]

O cálculo dos ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de aquecimento deve ser efetuado de acordo com a metodologia que será indicada de seguida, e na qual os ganhos solares são calculados de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_{sol,i} = G_{sul} \cdot \sum_j \left[ X_j \cdot \sum_n F_{s,i_{nj}} \cdot A_{s,i_{nj}} \right] \cdot M$$

Em que:

$G_{sul}$  – Valor médio mensal de energia solar média incidente numa superfície vertical orientada a Sul, durante a estação de aquecimento, por unidade de superfície, [kWh/m<sup>2</sup>.mês]

$X_j$  – Fator de orientação para as diferentes exposições de acordo com a Tabela 3-2.

Tabela 3-2 Fator de orientação para as diferentes exposições,  $X_j$

Orientação do vão (j)	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
$X_j$	0.27	0.33	1	0.84	0.56	0.89

$F_{s,i_{nj}}$  – Fator de obstrução do vão envidraçado  $n$  com orientação em  $j$  na estação de aquecimento

$A_{s,i_{nj}}$  – Área efetiva coletora de radiação solar do vão envidraçado na superfície  $n$  com a orientação  $j$  [m<sup>2</sup>]

A área efetiva acima mencionada deverá ser calculada com recurso à seguinte expressão:

$$A_{s,i_{nj}} = A_w \cdot F_g \cdot g_i$$

Em que:

$A_w$  – Área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e caixilho, [m<sup>2</sup>]

$F_g$  – Fração envidraçada do vão envidraçado, obtida de acordo com o despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos

$g_i$  – Fator solar de inverno

$$g_i = F_{w,i} \times g_{L,vi}$$

Ainda referente à expressão inicial, do cálculo dos ganhos solares brutos através dos vãos envidraçados na estação de aquecimento verifica-se ainda:

$j$  – índice que corresponde a cada uma das orientações

$n$  – Índice que corresponde a cada uma das superfícies com a orientação  $j$

$M$  – Duração média da estação convencional de aquecimento [mês]

### 3.7 NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA ÚTIL DE REFERÊNCIA PARA AQUECIMENTO

Segundo a portaria n.º 349-B/2013, no anexo referente ao regulamento de desempenho energético dos edifícios de habitação (REH), o valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento ( $N_i$ ) deve ser determinado de acordo com a metodologia indicada em Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia, considerando valores e condições de referência e obtido a partir da seguinte expressão:

$$N_i = (Q_{tr,i_{ref}} + Q_{ve,i_{ref}} - Q_{gu,i_{ref}}) / A_p$$

Em que:

$Q_{tr,i_{ref}}$  – Transferência de calor por transmissão através da envolvente de referência na estação de aquecimento [kWh]

$Q_{ve,i_{ref}}$  – Transferência de calor por ventilação de referência na estação de aquecimento [kWh]

$Q_{gu,i_{ref}}$  – Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento [kWh]

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

O cálculo dos diversos parâmetros apresentados na expressão acima, são calculados com as fórmulas já anteriormente apresentadas, no entanto, nessas fórmulas serão alterados alguns valores para valores de referência. Analisando os parâmetros:

- 1) O valor de referência da transferência de calor por transmissão através da envolvente ( $Q_{tr,i_{ref}}$ ) deve ser considerado o seguinte:

- i. Coeficientes de transmissão térmica superficial de referência ( $U_{ref}$ ) para elementos opacos e envidraçados previstos na Tabela I.01, em função do tipo de elemento da envolvente e da zona climática;
  - ii. Coeficientes de transmissão térmica linear ( $\psi_{ref}$ ) indicados na Tabela I.02, em função do tipo de ligação entre elementos da envolvente do edifício;
  - iii. Área de vãos até 20% da área interior útil de pavimento do edifício, devendo a eventual área excedente ser somada à área de envolvente opaca exterior, sendo que para ambos os tipos de elementos devem ser usados os respetivos  $U_{ref}$  referidos na sublinha i.
- 2) O valor de referência da transferência de calor por ventilação através da envolvente,  $Q_{ve,iref}$ , deve ser determinado considerando uma taxa de renovação de ar de referência ( $R_{phref}$ ) igual à taxa de renovação para o edifício em estudo, até um máximo de 0,6 renovações por hora.
- 3) O cálculo dos ganhos de calor úteis  $Q_{gu,iref}$ , deve ser determinado considerando:
- i. Ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar ( $Q_{sol,i} = G_{sul} \times 0.182 \times 0.20 A_p$ ) e internos;
  - ii. Fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento de referência unitário ( $\eta_{iref} = 0.60$ ).

### 3.8 NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL PARA ARREFECIMENTO

As necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento são calculadas com base nos mesmos parâmetros que os cálculos feitos para o aquecimento:

- a) O método sazonal de cálculo de necessidades de arrefecimento de edifícios e as adaptações permitidas pela referida norma;
- b) Cada edifício e/ou fração autónoma do edifício como uma única zona, com as mesmas condições interiores de referência;
- c) A ocorrência dos fenómenos envolvidos em regime permanente, integrados ao longo da estação de arrefecimento.

### 3.8.1 Expressão geral e forma de cálculo

O valor das necessidades nominais de energia útil para arrefecimento do edifício,  $N_{vc}$ , será calculado de acordo com a seguinte expressão:

$$N_{vc} = (1 - \eta_v) \cdot Q_{g,v} / A_p$$

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>]

A metodologia de cálculo do fator de utilização de ganhos térmicos deve aplicada de acordo com o definido no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, em função da transferência ao longo da estação de arrefecimento que ocorre por transmissão  $Q_{tr,v}$  e devido à renovação do ar  $Q_{ve,v}$ , bem como dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento  $Q_g$ , que se encontram definidos nos números seguintes.

### 3.8.2 Transferência de calor por transmissão

A transferência de calor por transmissão que ocorre através da envolvente calcula-se de acordo com a seguinte expressão:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \cdot (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \cdot L_v / 1000$$

Em que:

$H_{tr,v}$  – Coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento [W/°C]

$\theta_{v,ref}$  – Temperatura de referência para o cálculo das necessidades de energia na estação de arrefecimento, igual a 25°C

$\theta_{v,ext}$  – Temperatura média do ar exterior para a estação de arrefecimento [°C]

$L_v$  – Duração da estação de arrefecimento igual a 2928 horas

### 3.8.3 Transferência de calor por renovação do ar

A transferência de calor correspondente à renovação de ar interior durante a estação de arrefecimento,  $Q_{ve,v}$  é calculada de acordo com a equação:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} \cdot (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \cdot L_v / 1000$$

Onde:

$$H_{ve,v} = 0.34 \cdot R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d$$

Em que:

$R_{ph,v}$  – Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento, [ $h^{-1}$ ]

$A_p$  – Área interior útil de pavimento, medida pelo interior [ $m^2$ ]

$P_d$  – Pé direito médio da fração [m]

### 3.8.4 Ganhos térmicos úteis

Os ganhos térmicos brutos,  $Q_{g,v}$ , a considerar no cálculo das necessidades nominais de arrefecimento do edifício são obtidos pela soma de duas parcelas, conforme a seguinte equação:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v}$$

Em que:

$Q_{int,v}$  – Ganhos térmicos associados a fontes internas de calor [kW.h]

Os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor são calculados a partir da seguinte expressão:

$$Q_{int,v} = q_{int} \cdot A_p \cdot L_v / 1000$$

$Q_{sol,v}$  – Ganhos térmicos associados à radiação solar incidente à envolvente exterior opaca e envidraçada.

Os ganhos solares na estação de arrefecimento resultantes da radiação solar incidente na envolvente opaca e envidraçada calculam-se de acordo com a seguinte equação, sendo que a determinação do fator de obstrução de superfícies opacas é opcional devendo, quando considerada, seguir uma abordagem comum à dos vãos envidraçados:

$$Q_{sol,v} = \sum_j [G_{sol,v} \cdot \sum_n (F_{s,v\eta_j} \cdot A_{s,v\eta_j})]$$

Em que:

$G_{sol,v}$  – Energia solar média incidente numa superfície com orientação j durante toda a estação de arrefecimento [kWh/m<sup>2</sup>]

### 3.9 NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA ÚTIL DE REFERÊNCIA PARA ARREFECIMENTO

Assim como na estação de aquecimento, também, na estação de arrefecimento são calculados os valores de referência para comparação com os valores reais.

O valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento,  $N_v$ , de um edifício será calculado através da expressão:

$$N_v = (1 - \eta_{vref}) \cdot Q_{g,vref} / A_p$$

Em que:

$\eta_{vref}$  – Fator de utilização de ganhos de referência. Este valor é obtido através da seguinte equação:

$$\eta_{vref} = \begin{cases} 0.52 + 0.22 \times \ln \Delta\theta & \text{Se } \Delta\theta > 1 \\ 0.45 & \text{Se } 0 < \Delta\theta < 1, \text{ sendo } \Delta\theta = \theta_{ref,v} - \theta_{ext,v} \\ 0.35 & \text{Se } \Delta\theta \leq 1 \end{cases}$$

Em que:

$\theta_{ext,v}$  – Temperatura exterior média na estação de arrefecimento local, de acordo com o Despacho do Diretor Geral de Energia e Geologia [°C]

$Q_{g,vref}$  – Ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento [kWh]

Os ganhos térmicos de referência são dados através da expressão:

$$\frac{Q_{g,vref}}{A_p} = q_{int} \cdot \frac{L_v}{1000} + g_{vref} \cdot \left( \frac{A_w}{A_p} \right)_{ref} \times I_{solref}$$

Em que:

$I_{solref}$  – Radiação solar média de referência, correspondente à radiação incidente numa superfície orientada a Oeste, de acordo com Despacho do Diretor Geral de Energia e Geologia [kWh/(m<sup>2</sup>.ano)]

$\left(\frac{A_W}{A_p}\right)_{ref}$  – Razão entre a área de vãos e a área interior útil de pavimento, que se assume igual a 20%.

$g_{vref}$  – Fator solar de referência para a estação de arrefecimento, contabilizado em 0.43

### 3.10 NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

Para efetuar o cálculo das necessidades nominais de energia primária,  $N_{ic}$ , num edifício de habitação é necessário a contribuição de vários fatores, que resultam das somas nominais de energia primária com diversas utilidades, aquecimento ( $N_{ic}$ ), arrefecimento ( $N_{vc}$ ), produção de AQS  $\left(\frac{Q_a}{A_p}\right)$  e ventilação mecânica. Assim, com as respectivas contribuições incluindo eventualmente as fontes de energia renovável  $\left(\frac{E_{ren,p}}{A_p}\right)$ , caso existam, obtém-se a seguinte expressão:

$$N_{ic} = \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{i,k} \times N_{ic}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,i} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{v,k} \times G \times N_{vc}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \left( \sum_k \frac{f_{a,k} \times \frac{Q_a}{A_p}}{\eta_k} \right) \times F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \times F_{pu,j} - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \times F_{pu,p}$$

$f_{i,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para aquecimento supridas pelo sistema k;

$f_{v,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para arrefecimento supridas pelo sistema k;

$f_{a,k}$  – Parcela das necessidades de energia útil para produção de AQS supridas pelo sistema k;

$Q_a$  - Necessidades de energia útil para a preparação de AQS, supridas pelo sistema k, [kW.h/ano];

$\eta_k$  - 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 energia renovável;



$E_{ren,p}$  – Energia produzida a partir de fontes de energia renovável p, [kW.h/ano], incluindo apenas energia produzida;

$W_{vm}$  – Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, [kW.h/ano]

$F_{pu,j}$  e  $F_{pu,p}$  – Fator de conversão de energia útil para energia primária;

$\delta$  – Para o uso de arrefecimento pode tomar valor de 0 se o fator de utilização de ganhos for superior ao respetivo fator de referência, o que apresenta as condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

No capítulo seguinte, com base no anteriormente apresentado, estará presente o cálculo aplicado no exemplo do caso em estudo.



## CAPÍTULO 4

### ESTUDO DO DESEMPENHO ENERGÉTICO DOS EDIFÍCIOS

#### 4.1 OBJETIVOS

Neste capítulo propõe-se desenvolver o estudo sobre o comportamento térmico com vista à certificação energética de três edifícios de diferentes tipologias, diversidade de construção e exposição solar. O estudo focar-se-á na importância da orientação solar dos edifícios em fase de projeto não focando apenas as soluções construtivas. No desenvolvimento do relatório, serão feitas comparações do valor da classificação energética nas diversas orientações solares possíveis de modo a tirar maior partido do mesmo, com as soluções construtivas base, preconizadas em projeto. Será também perceptível, a influência da relação da área dos vãos envidraçados com as áreas opacas (paredes).

#### 4.2 APRESENTAÇÃO DOS EDIFÍCIOS OBJETOS DE ESTUDO

Foram escolhidos três edifícios para aplicação da legislação apresentada anteriormente e para a verificação da influência solar nas diferentes orientações dos edifícios. Os edifícios situam-se nas uniões de freguesias de Matosinhos e Leça da Palmeira, Lordelo do Ouro e Massarelos e Gulpilhares e Valadares.

O primeiro edifício situado em Matosinhos e Leça da Palmeira é um edifício existente que irá ser sujeito a uma grande intervenção, sendo assim necessário o pré-certificado. O edifício é de tipologia T1 com dois pisos com uma área útil de 81.52m<sup>2</sup>, as peças desenhadas referentes ao edifício estão executadas em Autocad.

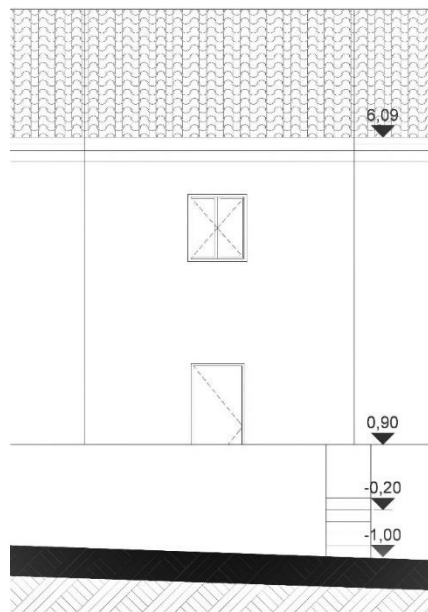


Figura 4-1 Alçado Norte do edifício situado em Matosinhos e Leça da Palmeira. (Fonte: Arquitecta Filipa Magalhães)

O segundo edifício situado em Lordelo do Ouro e Massarelos, também é um edifício existente que tem a necessidade do pré-certificado, visto que, está prevista uma grande intervenção. O edifício é de tipologia T5 com três pisos com uma área útil de 348.80m<sup>2</sup>, as peças desenhadas referentes ao edifício estão executadas em AutoCad.



Figura 4-2 Localização do edifício na união de freguesias Lordelo do Ouro e Massarelos (Fonte: Google Maps)



Figura 4-2 Alçado principal do edifício localizado na união de freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende)

O terceiro edifício situado em Gulpilhares, é um edifício existente que tem com necessidade do pré-certificado, neste edifício está também prevista uma grande intervenção. O edifício é de tipologia T3 com dois pisos com uma área útil de 128.63 m<sup>2</sup>, as peças desenhadas referentes ao edifício estão executadas em Autocad.



Figura 4-3 Alçado principal do edifício localizado na união de freguesias de Gulpilhares e Valadares (Fonte: a3S)

#### 4.2.1 Edifício para análise da influência da orientação solar no desempenho energético.

Aos edifícios anteriormente descritos foram efetuaram-se cálculos com recurso à folha do ITECONS para avaliação da classe energética de cada um deles, com as soluções base preconizadas em projeto. Dado que se trata de reabilitações de edifícios, em que serão aproveitadas soluções construtivas de origem, existe espaço para aplicação de medidas de melhoria, sendo que, a questão em análise no desenvolvimento do trabalho, é a melhoria do desempenho energético dos edifícios, tendo em vista a melhor orientação solar para o mesmo.

Os cálculos base efetuados nos três projetos, objetos de análise com as respetivas medidas de melhoria para a obtenção do melhor desempenho energético estarão presentes neste relatório nos anexos II, III e IV. O projeto que será desenvolvido nos subcapítulos, onde será apresentada a metodologia de cálculo, é o edifício situado na união de freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos.

### 4.3 CARACTERIZAÇÃO DO EDIFÍCIO LORDELO DO OURO

O edifício em questão é um edifício dos anos 70, localizado na cidade do Porto, em Lordelo do Ouro. Será sujeito a uma intervenção de reabilitação aproveitando deste modo a aplicação de melhorias construtivas para o desempenho energético do mesmo.

O edifício desenvolve-se em 2 pisos com cave, rés-do-chão e 1º andar, é dedicado exclusivamente para habitação.

O edifício localiza-se a uma altitude de 63 m e a fachada principal está orientada a Nordeste. As plantas do edifício encontram-se abaixo, representadas nas Figuras 4-3 e 4-4.

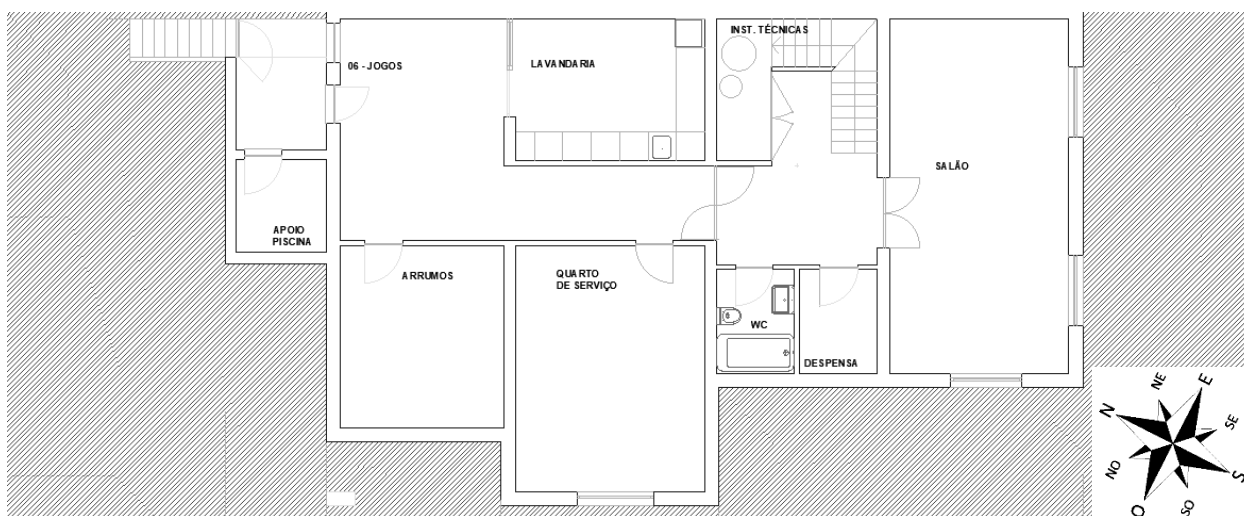


Figura 4-3 Planta do piso da cave (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende)

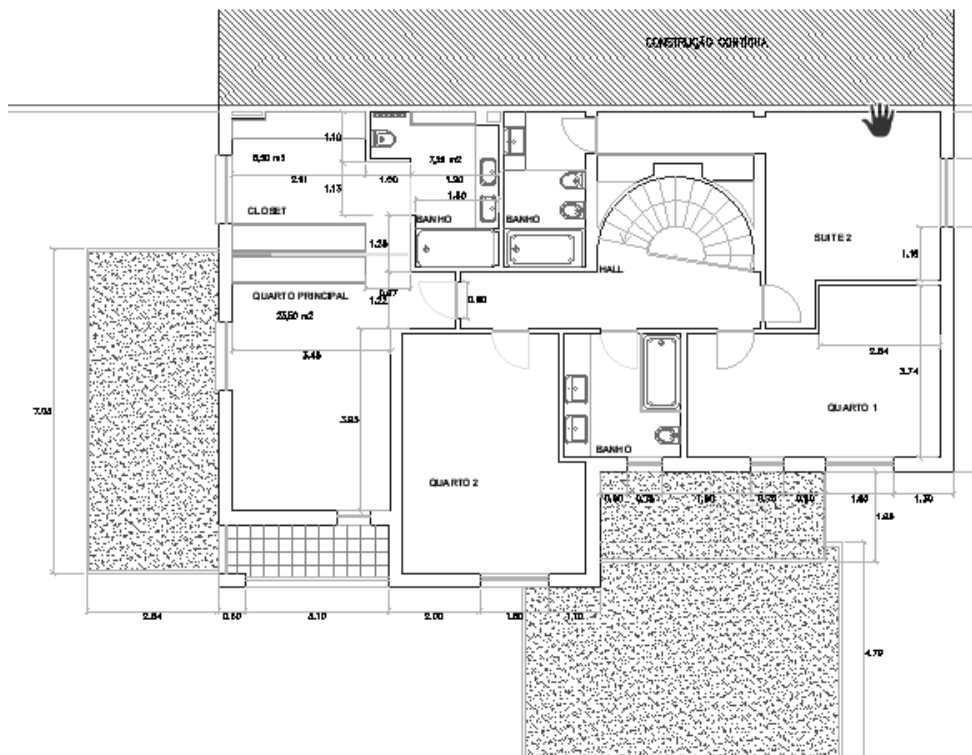
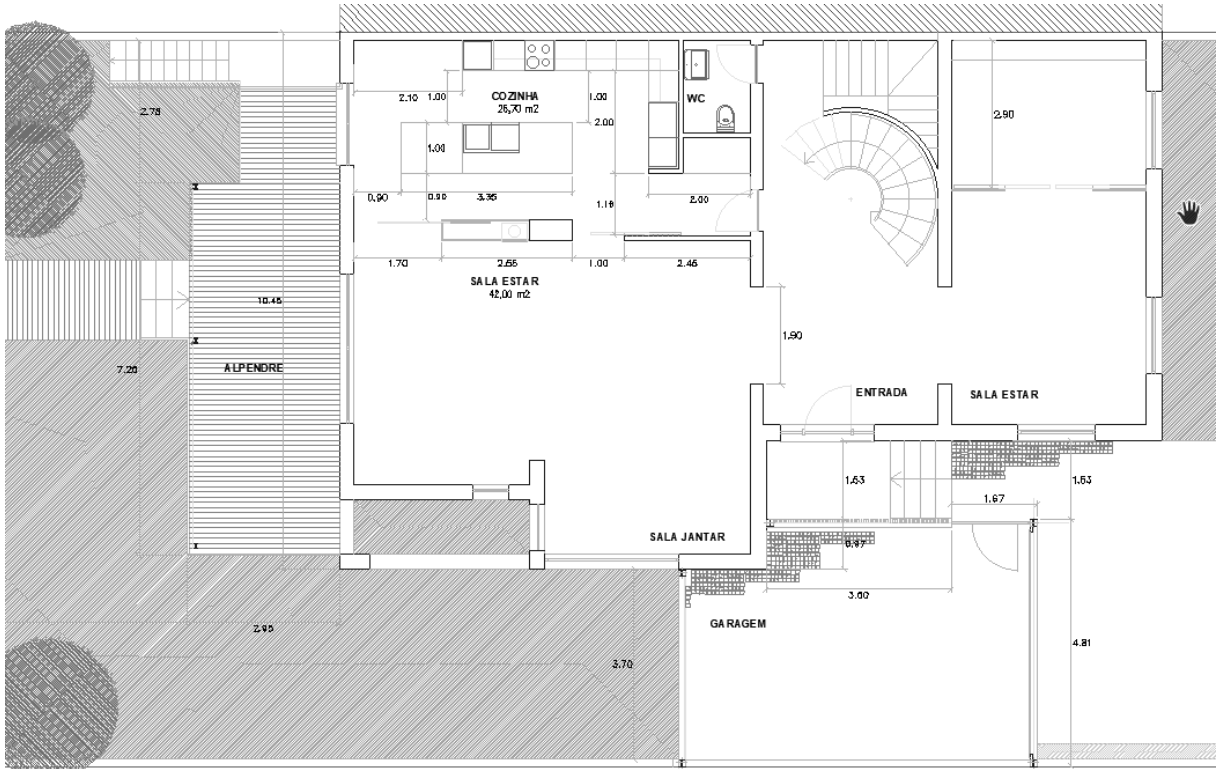


Figura 4-4 Planta do piso do rés-do-chão e 1º piso (Fonte: Arquiteto Alfredo Resende)

#### 4.4 DADOS E ZONAS CLIMÁTICAS

O edifício localiza-se no concelho e distrito do Porto, encaixando-se assim no Grande Porto na tabela das NUTS III. A distância à costa é inferior a 5km no interior de uma zona urbana e com altitude de 63 m.

Utilizando a expressão que permite o cálculo dos parâmetros climáticos:

$$X = X_{REF} + a(Z - Z_{REF}) \text{ [meses ou } ^\circ\text{C]}$$

Em que:

X – Parâmetro climático a definir;

X<sub>ref</sub> – Parâmetro climático de referência a definir;

a – Declive;

z – Altitude do local em estudo (m);

z<sub>ref</sub> – altitude de referência (NUTS III)

##### 4.4.1 Estação de aquecimento

Para obtenção da zona climática da estação de aquecimento, deverão ser consultadas as seguintes tabelas 4-1 e 4-2.

Tabela 4-1 Valores de referência para aplicação na fórmula dos parâmetros (Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-

	z	M	GD	$\theta_{ext,i}$		Gsul		
	REF	REF	a	REF	a	REF	a	kWh/m <sup>2</sup>
Grande Porto	m	meses	mês/km	°C	°C/km	°C	°C/km	por mês
	94	6.2	2	1250	1600	9.9	-7	130

F/2013)

$$GD = 1250 + 1.6 \times (63 - 94) \cong 1200^\circ\text{C.dia}$$

De acordo com a tabela 02, do despacho 15793-F/2013 com o intervalo dos critérios a habitação em estudo está situada na zona I<sub>1</sub>.



#### 4.4.2 Estação de arrefecimento

Conforme o método utilizado anteriormente, o cálculo para a definição da zona climática de arrefecimento é muito similar.

Será necessário obter os parâmetros  $L_v$ , indica a duração da estação,  $\theta_{ext,v}$ , temperatura exterior média e  $I_{SOL}$  que se refere à energia solar acumulada durante a estação, recebida na horizontal e em superfícies verticais para os quatro pontos cardeais e os quatro colaterais.

Tabela 4-2 Valores de referência e declives para ajudes em altitude para a estação convencional de arrefecimento  
(Fonte: Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013)

	z REF	$\theta_{EXT, V}$		$I_{SOL}$ kWh/m <sup>2</sup> acumulados de junho e setembro								
				REF °C	a °C/km	0°	90° N	90° NE	90° E	90° SE	90° S	90° SW
Grande Porto	94	20.9	0	800	220	350	490	490	425	490	490	350

$$\theta_{ext,v} = 20.9 + 0 \times (63 - 94) = 20.9^{\circ}C$$

De acordo com a tabela 05, do despacho 15793-F/2013 com o intervalo dos critérios a habitação em estudo está situada na zona V<sub>2</sub>.

#### 4.5 MARCAÇÃO DAS ENVOLVENTES EM FUNÇÃO DA DETERMINAÇÃO TÉRMICA

Antes de ser possível o estudo das envolventes do edifício ou da fração em estudo, é necessário a marcação das envolvente através de cores. Esse código de cores está predefinido pelas entidades competentes pela certificação energética. Assim, na figura 4-5 serão apresentadas as cores utilizadas, bem como, a designações associadas a cada uma.

LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE	
Envoltente exterior	
Envoltente interior sem trocas de calor	
Envoltente interior com trocas de calor	
Envoltente sem requisitos	
Troca pavimento com a cor da envoltente	
Troca cobertura com a cor da envoltente	

Figura 4-5 Legenda da marcação das envolventes

A marcação da envolvente tem como função a identificação das envolventes a serem consideradas para os cálculos, identifica os locais dentro da fração que estão sujeitos a trocas de calor ou que não têm trocas. Esta marcação permite através das cores a perceber também a natureza das trocas de calor:

- Vermelho: está associado às trocas de calor através da envolvente em contacto com o exterior, paredes coberturas e pavimentos.
- Amarelo: está associado às trocas de calor através da envolvente interior em contacto com espaços não úteis e  $b_{tr}$  superior a 0.7;
- Azul: está associado às trocas de calor através da envolvente interior em contacto com espaços não úteis e  $b_{tr}$  inferior ou igual a 0.7;
- Verde: esta marcação normalmente surge na envolvente interior em contacto com espaços aquecidos (frações vizinhas) ou em contacto com o solo;

Assim, é necessário o cálculo do  $b_{tr}$ , para a determinação do mesmo será necessário recorrer ao Despacho 15793-K/2013 à tabela 22, referente ao coeficiente de redução de perdas de espaços não úteis,  $b_{tr}$ .

No caso em estudo, existem 6 casos de perdas de calor para espaços não úteis, o edifício adjacente, arrumos piscina, a garagem, os desvãos da cobertura e a lavandaria. Assim, o cálculo das áreas e dos volumes para a obtenção do  $b_{TR}$  estão especificados na tabela 4-3.

Tabela 4-3 Tabela resumo com o cálculo dos  $b_{TR}$  dos espaços não úteis

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	$A_i/A_u$	Volume do ENU $m^3$	Ventilação	$b_{tr}$
Edifício Adjacente	-	-	-	0,60
Lavandaria	$2 \leq A_i/A_u < 4$	$V \leq 50$	Fraca	0,40
Arrumos Piscina	$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$50 < V \leq 200$	Forte	1,00
Garagem	$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$50 < V \leq 200$	Fraca	0,80
Desvão do Telhado 1	$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$V \leq 50$	Fraca	0,70
Desvão do Telhado 2	$1 \leq A_i/A_u < 2$	$V > 200$	Fraca	0,80

As imagens que se seguem representam as plantas dos diferentes pisos que compõe o edifício, com as respetivas envolventes desenhadas

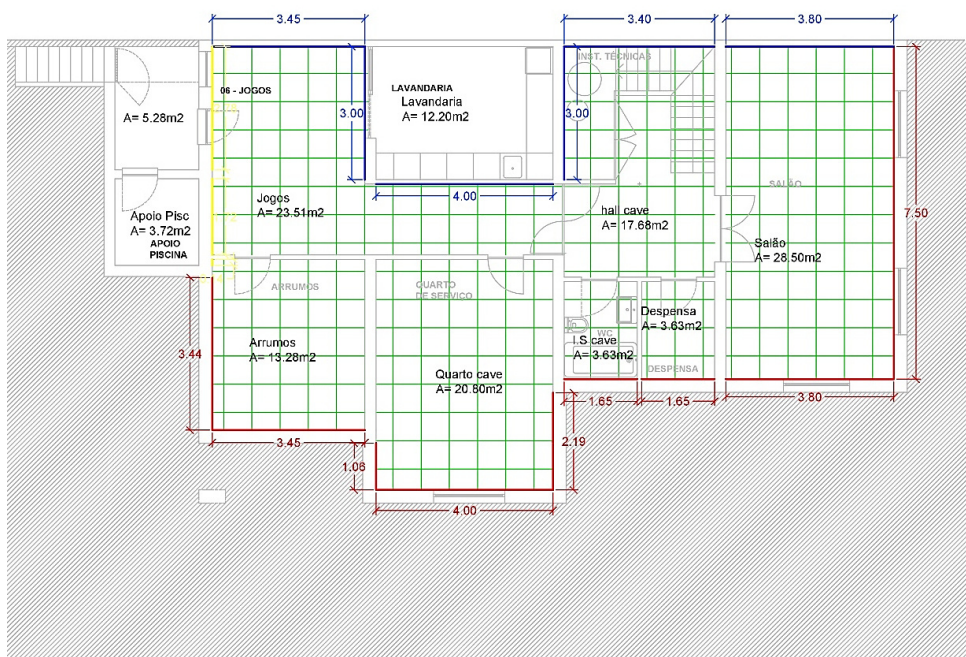


Figura 4-6 Planta da cave com respetiva envolvente

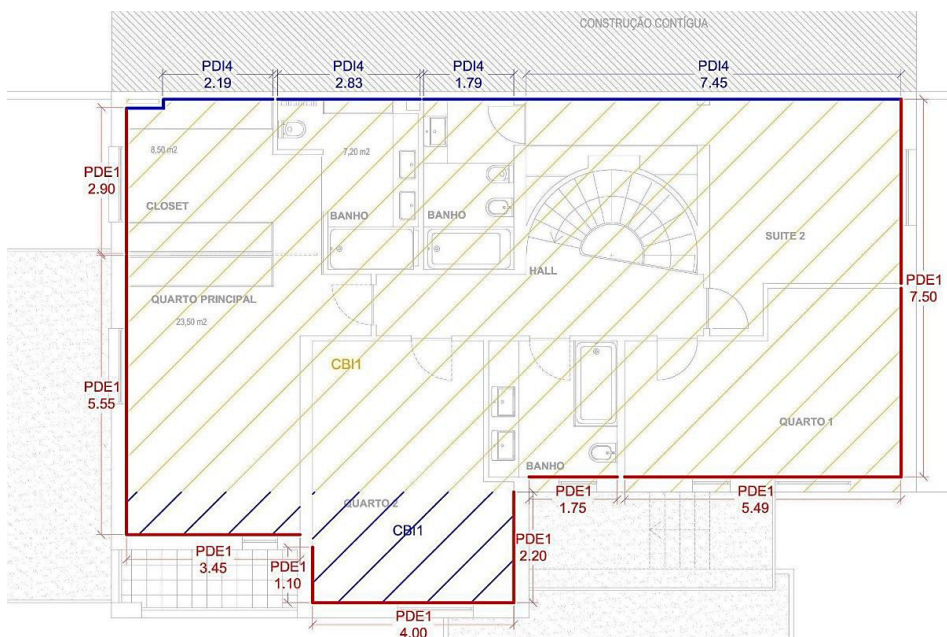


Figura 4-6 Planta do 1º piso com respectiva envolvente

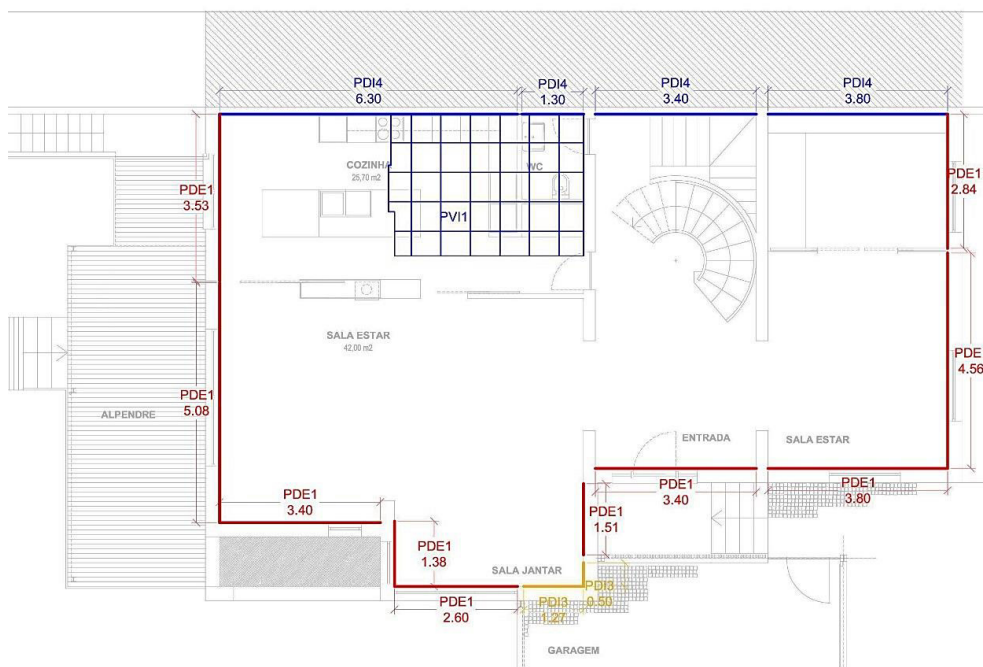


Figura 4-7 Planta do R/C com respectiva envolvente

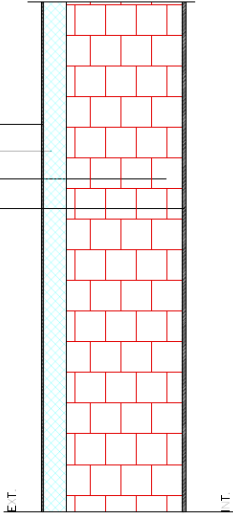
## 4.6 REQUISITOS MÍNIMOS DE QUALIDADE DAS ENVOLVENTES

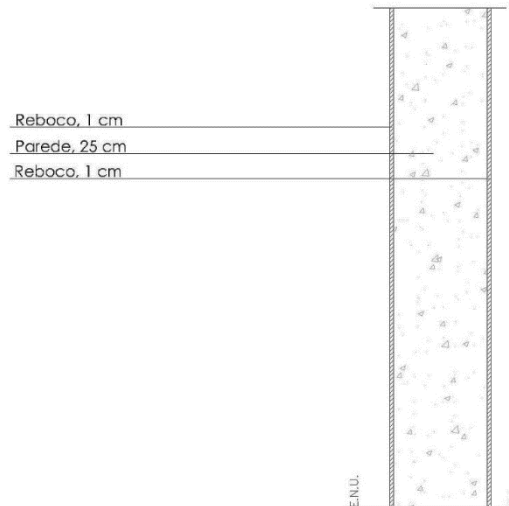
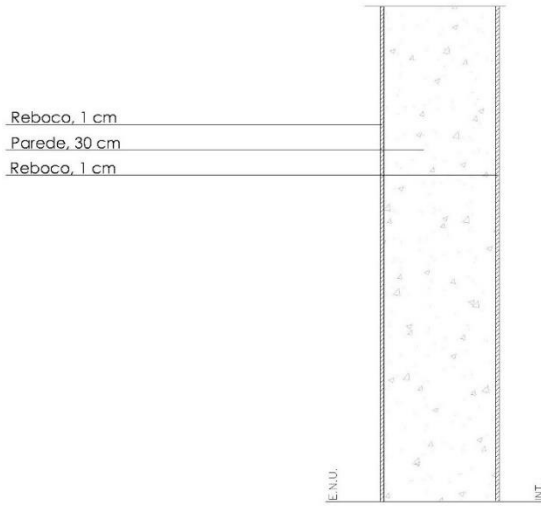
### 4.6.1 Envolvente opaca

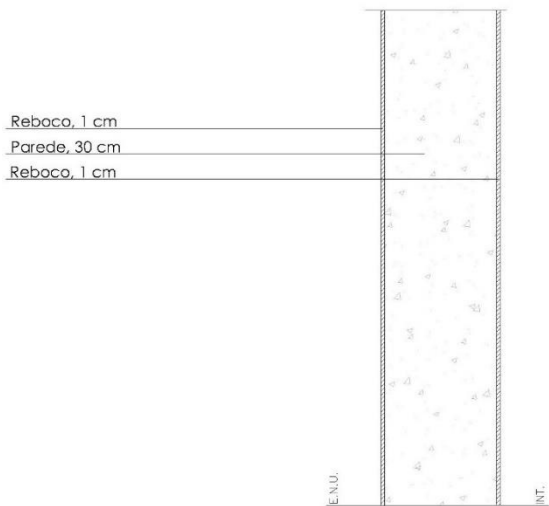
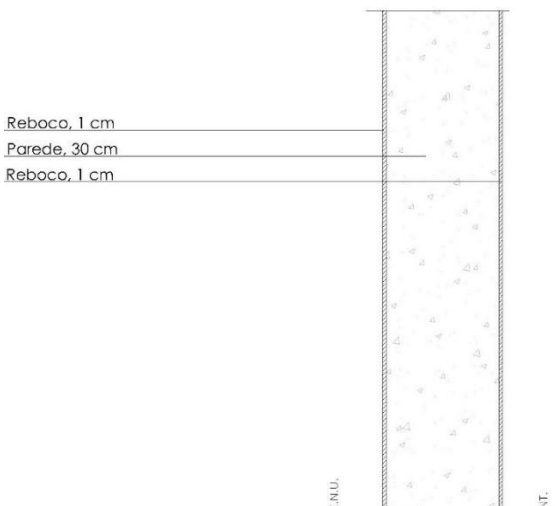
Relativamente às envoltentes opacas é necessário que seja feita a verificação de cada uma das soluções propostas pela arquitetura, através do cumprimento dos requisitos mínimos presentes no estabelecido no REH.

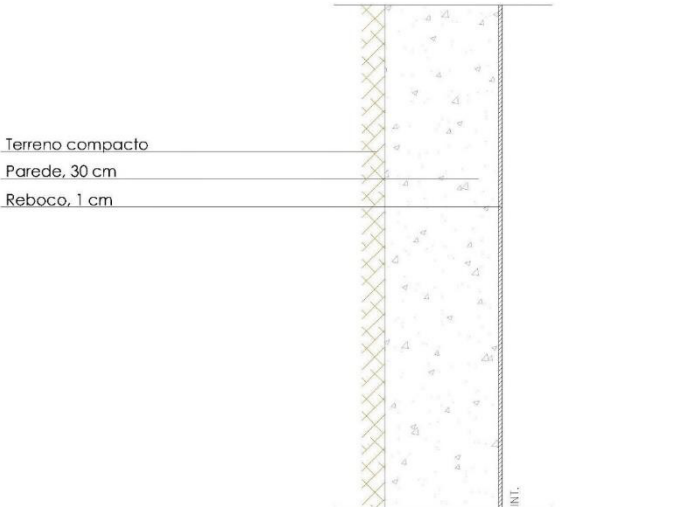
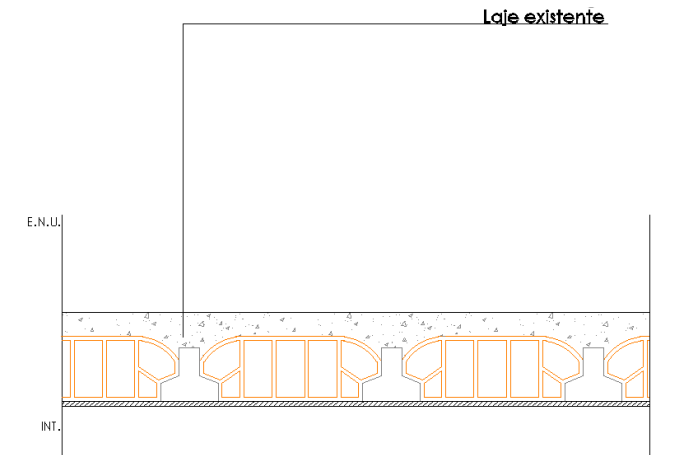
Para tal, é necessário analisar a constituição da envolvente opaca e verificar a condutibilidade térmica de cada material que constitui a envolvente opaca de forma a verificar, mediante as zonas climáticas, determinadas anteriormente, se cumprem com os valores da Tabela I.05B da Portaria n.º 379-A/2015.

Tabela 4-4 Valores de condutibilidade térmica das envoltentes opacas e verificação de requisitos

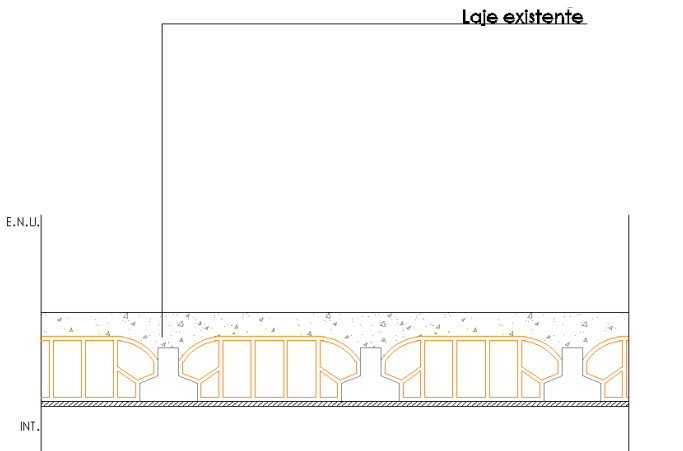
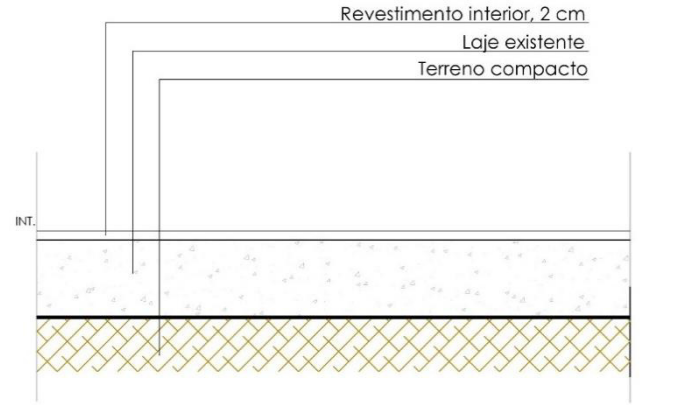
Tipo de Envolvente	Solução	U [W/m <sup>2</sup> .°C]	U <sub>Ref.</sub> [W/m <sup>2</sup> .°C]	U <sub>Máx.</sub> [W/m <sup>2</sup> .°C]
Paredes exteriores	<p><b>Paredes exteriores (PED1):</b> A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de isolamento térmico com 6 cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0.037 W/m.°C, seguindo de reboco armado com 5 mm de espessura condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C. Considera-se ainda que foram feitas as correções das pontes térmicas.</p>  <p>Reboco armado, 5 mm          Poliestireno expandido (EPS), 6 cm          Parede existente, 30 cm          Reboco 1 cm</p>	0.39	0.50	0.50

<b>Paredes Interiores</b>	<p><b>Parede interior para a lavanderia (PDI1):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 25 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p>  <p>Reboco, 1 cm Parede, 25 cm Reboco, 1 cm</p>	1.16	0.80	-
	<p><b>Parede interior para os arrumos da piscina (PDI2):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p>  <p>Reboco, 1 cm Parede, 30 cm Reboco, 1 cm</p>	1.00	0.50	-

	<p><b>Parede interior para a garagem (PD13):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE Q113, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p>  <p>Reboco, 1 cm Parede, 30 cm Reboco, 1 cm</p>	1.00	0.50	-
	<p><b>Parede interior para o edifício adjacente (PD14):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE Q113, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p>  <p>Reboco, 1 cm Parede, 30 cm Reboco, 1 cm</p>	1.00	0.80	-

<p><b>Paredes enterradas</b></p>	<p><b>Parede enterrada (PDET1):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da parede, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para paredes enterradas com profundidade <math>1 &lt; Z &lt; 3</math> e <math>R_w = 0.73</math>.</p> 	<p>0.69</p>	<p>0.50</p>	<p>-</p>
<p><b>Coberturas interiores</b></p>	<p><b>Cobertura interior para o desvão do telhado 1 (CBI1):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas pesadas horizontais.</p> 	<p>2.25</p>	<p>0.60</p>	<p>-</p>

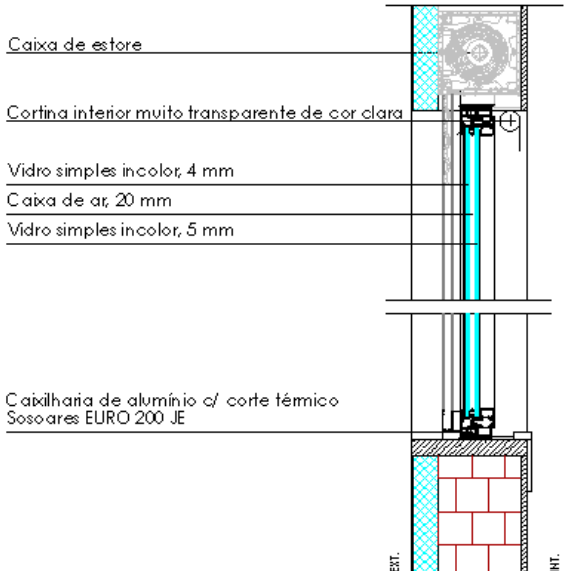


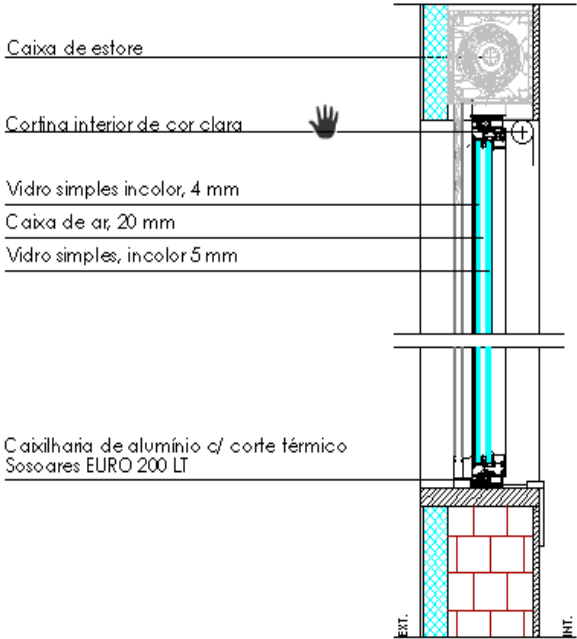
	<p><b>Cobertura interior para o desvão do telhado 2 (CBI2):</b>                  Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas pesadas horizontais.</p> 	2.25	0.40	-
<p><b>Pavimento interior</b></p>	<p><b>Pavimento interior em contacto com a lavandaria (PVI1):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para pavimentos pesados.</p>	2.21	0.60	-
<p><b>Pavimento enterrado</b></p>	<p><b>Pavimento enterrado (PVET1):</b> Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para pavimentos enterrados com profundidade <math>1 &lt; Z &lt; 3</math> e <math>R_f = 0.5</math>.</p> 	0.57	0.50	-

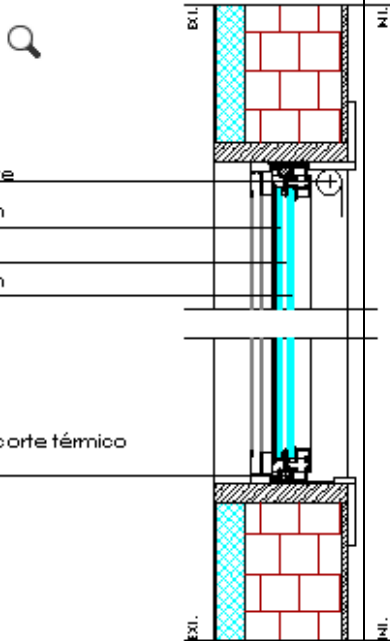
### 4.6.1.1 Envoltente envidraçada

Foram considerados três tipo de vãos envidraçados no edifício. Os envidraçados foram designados como VE1, VE2 e VE3 e apresentam a seguinte constituição:

Tabela 4-5 Condutibilidade térmica da envoltente envidraçada e verificação dos requisitos

Envoltente Envidraçada Exterior	U [W/m <sup>2</sup> .°C]	U <sub>máx.</sub> [W/m <sup>2</sup> .°C]	g <sub>L</sub> vidro	g <sub>L</sub> móvel	g <sub>L</sub> permanente
<p><b>Envidraçado Exterior (VE1):</b></p> <p>Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia de alumínio Sosoares, EURO 2000 JE com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, de correr, com vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.42 W/(m<sup>2</sup>.°C).</p> <p>Proteção solar exterior em persiana de régua de cor clara, fator solar com proteção 100% ativa de 0.04.</p>  <p>Caixa de estore</p> <p>Cortina interior muito transparente de cor clara</p> <p>Vidro simples incolor, 4 mm</p> <p>Caixa de ar, 20 mm</p> <p>Vidro simples incolor, 5 mm</p> <p>Caixilharia de alumínio c/ corte térmico Sosoares EURO 2000 JE</p>	2.42	2.80	0.75	0.04	0.63

Envolvente Envidraçada Exterior	U [W/m <sup>2</sup> .°C]	U <sub>máx.</sub> [W/m <sup>2</sup> .°C]	g <sub>L</sub> vidro	g <sub>L</sub> móvel	g <sub>L</sub> permanente
<p><b>Envidraçado Exterior (VE2):</b></p> <p>Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia de alumínio Sosoares, EURO 2000 LT com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, oscilo-batente, com vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.42 W/(m<sup>2</sup>.°C).</p> <p>Proteção solar exterior em persiana de réguas de cor clara, fator solar com proteção 100% ativa de 0.04.</p>  <p>Caixa de estore</p> <p>Cortina interior de cor clara</p> <p>Vidro simples incolor, 4 mm</p> <p>Caixa de ar, 20 mm</p> <p>Vidro simples, incolor 5 mm</p> <p>Caixilharia de alumínio c/ corte térmico Sosoares EURO 2000 LT</p>	2.42	2.80	0.75	0.04	0.63

Envolvente Envidraçada Exterior	U [W/m <sup>2</sup> .°C]	U <sub>máx.</sub> [W/m <sup>2</sup> .°C]	g <sub>L</sub> vidro	g <sub>L</sub> móvel	g <sub>L</sub> permanente
<p><b>Envidraçado Exterior (VE3):</b></p> <p>Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia de alumínio Sosoares, EURO 2000 LT com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, oscilo-batente, com vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.74 W/(m<sup>2</sup>.°C).</p> <p>Protecção solar interior em cortina transparente de cor clara, factor solar com protecção 100% activa de 0.39.</p>  <p>Cortina interior transparente</p> <p>Vidro simples incolor, 4 mm</p> <p>Caixa de ar, 20 mm</p> <p>Vidro simples, incolor 5 mm</p> <p>Caixilharia de alumínio c/ corte térmico Sosoares EURO 2000 LT</p>	2.74	2.80	0.75	0.39	0.39

## 4.7 VENTILAÇÃO

No caso do edifício em estudo foram consideradas aberturas de admissão de ar nas fachadas com aberturas auto-reguláveis a 2 Pa com um caudal total de 624,56 m<sup>3</sup>/h e condutas de ventilação de exaustão nas instalações sanitárias. As caixilharias a serem instaladas são de permeabilidade ao ar de classe 4. O resultado da ventilação no edifício foi de 0,84 renovações por hora.

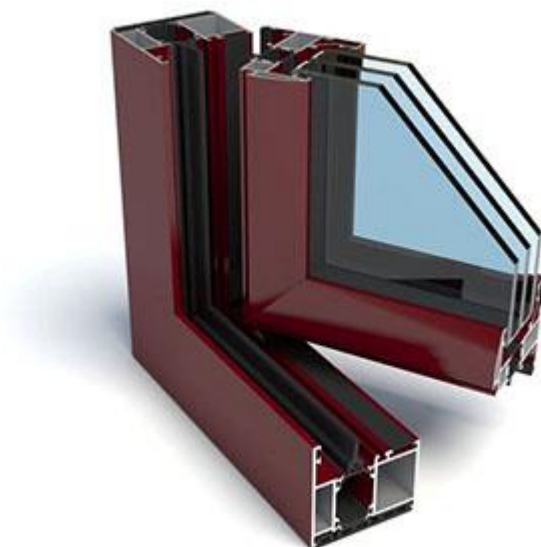


Figura 4-7 Exemplo de caixilho a ser aplicado no edifício em estudo (Fonte: <http://www.inoxave.pt/site/pt/caixilharias/sistema-lt>)

## 4.8 ÁGUAS QUENTES SANITÁRIAS

Foi previsto como fonte de aquecimento de águas, o painel solar. Para efetuar o cálculo do painel solar foi necessário recorrer à folha de cálculo SCE.ER, que emite um relatório em PDF, com a informação das necessidades anuais de fração solar que o edifício necessita, tendo em conta a tipologia, bem como, a área que o painel solar deverá ter para absorção da luz solar. Após este cálculo estão definidos os requisitos mínimos necessários para verificar se o equipamento previsto em projeto se aplica ao edifício.

#### CAPÍTULO 4

Para a análise dos requisitos mínimos foi considerada para a folha de cálculo a localização geográfica da moradia, as necessidades regulamentares para uma moradia com tipologia T5, obteve-se um valor mínimo de energia renovável necessária, satisfeita por origem solar de 2257 kWh.

Após estabelecido o limite mínimo de energia renovável, para as águas quentes sanitárias, foi agora feito o dimensionamento de um painel solar constituído por 3 coletores de modelo PROTEU, modelo CPC ML1840, que apresenta um valor de energia renovável satisfeita por origem solar de 2560 kWh.

Este sistema será composto por 3 coletores solares, com uma área de captação de 1.85m<sup>2</sup> cada um, perfazendo uma área total de 5.55m<sup>2</sup>, instalados na cobertura inclinada com um azimute de 63º e inclinação de 18º. A acumulação é efetuada num depósito de acumulação vertical, com 500 litros de capacidade.



Figura 4-8 Modelo painel solar térmico CPC ML 1840 (Fonte: <https://proteu.pt/producos/pt-cpc-ml-1840/>)

Para apoio à produção de águas quentes sanitárias, instalou-se uma bomba de calor ar-água, para aquecimento de AQS e aquecimento das divisões principais.

#### **4.9 BOMBA DE CALOR (AR-ÁGUA)**

Conforme mencionado anteriormente, no caso em estudo também foi considerada uma bomba de calor (ar-água) da marca DAIKIN ALTHERMA, modelo ERSQ014AY1, como sistema de AQS e aquecimento ambiente para as divisões principais da habitação. A bomba de calor tem uma potência térmica para aquecimento e AQS de 14kW, eficiência em modo de aquecimento e AQS (COP) de 2.48, interligada aos radiadores distribuídos pelas vários compartimentos que compõe a habitação.



Figura 4-9 – Bomba de calor Daikin Altherma ERSQ-AY1 (Fonte: [https://www.daikin.pt/pt\\_pt/products/ERSQ-AY1.html](https://www.daikin.pt/pt_pt/products/ERSQ-AY1.html))

#### 4.10 RECUPERADOR DE CALOR

O aquecimento ambiente no edifício será assegurado, através de um recuperador de calor, ADF 680 NV, instalado na sala de estar e cozinha, com uma potência nominal de 7.7 kW e rendimento de 77%. O recuperador como apresenta um rendimento superior a 75%, satisfaz o requisito mínimo de qualidade térmica.



Figura 4-10 – Recuperador de calor ADF 680 NV (Fonte: <https://www.domuscalida.pt/shop/recuperadores/recuperador-de-calor-adf-680-nv-ventilado/>)

### 4.11 APLICAÇÃO NO EXEMPLO DO EDIFÍCIO EM ESTUDO

No capítulo 3, foram apresentadas as fórmulas necessárias para obtenção da classe energética do edifício e estudo do desempenho dos edifícios, nos seguintes subcapítulos serão abordados os valores obtidos através da folha de cálculo da ITECONS, os mesmos serão analisados e comparados nas diferentes orientações solares, de modo a demonstrar a influência da orientação solar na classificação energética.

#### 4.11.1 Cálculo do coeficiente de transferência de calor global

O cálculo do coeficiente de transferência de calor global, para cada estação é calculado através das seguintes fórmulas:

$$\text{Estação de aquecimento} - H_{tr,i} = H_{ext} + (H_{enu} + H_{adj}) + H_{ecs}$$

$$\text{Estação de arrefecimento} - H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$$

De seguida serão quantificadas, cada parcela que compõe o cálculo do coeficiente de transferência de calor, através da folha de cálculo de modo a chegar ao resultado do mesmo.

##### 4.11.1.1 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior

Tabela 4-6 Contribuição das paredes exteriores

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>	Uref W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
					0	-	-
PDE1	50,78	0,39	19,8	PDE1	50,78	0,5	25,39
PDE1	40,73	0,39	15,88	PDE1	40,73	0,5	20,36
PDE1	69,04	0,39	26,92	PDE1	69,04	0,5	34,52
					-	-	-
		TOTAL	62,61		TOTAL		80,27

Através da tabela 4-6 é possível perceber que a solução construtiva adotada para as paredes exteriores do edifício é uma solução adequada, visto que, o valor de U.A fica abaixo do valor de referência.



Tabela 4-7 Contribuição dos vãos envidraçados exteriores

VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C	VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES	Área A m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
1 (VE1)	3	2,42	7,26	1 (VE1)	3	2,8	8,4
2 (VE1)	3	2,42	7,26	2 (VE1)	3	2,8	8,4
3 (VE1)	3	2,42	7,26	3 (VE1)	3	2,8	8,4
4 (VE3)	1,8	2,74	4,93	4 (VE3)	1,8	2,8	5,04
5 (VE1)	3	2,42	7,26	5 (VE1)	3	2,8	8,4
6 (VE1)	3	2,42	7,26	6 (VE1)	3	2,8	8,4
7 (VE2)	3,38	2,42	8,18	7 (VE2)	3,38	2,8	9,46
8 (VE2)	6	2,42	14,52	8 (VE2)	6	2,8	16,8
9 (VE1)	1,54	2,42	3,73	9 (VE1)	1,54	2,8	4,31
10 (VE1)	1,54	2,42	3,73	10 (VE1)	1,54	2,8	4,31
11 (VE1)	3	2,42	7,26	11 (VE1)	3	2,8	8,4
12 (VE1)	0,77	2,42	1,86	12 (VE1)	0,77	2,8	2,16
13 (VE1)	3,77	2,42	9,12	13 (VE1)	3,77	2,8	10,56
14 (VE2)	7,54	2,42	18,25	14 (VE2)	7,54	2,8	21,11
15 (VE1)	3	2,42	7,26	15 (VE1)	3	2,8	8,4
16 (VE3)	0,9	2,74	2,47	16 (VE3)	0,9	2,8	2,52
17 (VE3)	0,9	2,74	2,47	17 (VE3)	0,9	2,8	2,52
					-	-	-
TOTAL			120,07	TOTAL			137,59

Tabela 4-8 Contribuição através das pontes térmicas lineares

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
Fachada com varanda	18,92	0,60	11,35	Fachada com varanda	18,92	0,50	9,46
Fachada com cobertura	33,94	0,80	27,15	Fachada com cobertura	33,94	0,50	16,97
Duas paredes verticais em ângulo saliente	22,10	0,40	8,84	Duas paredes verticais em ângulo saliente	22,10	0,40	8,84
Fachada com caixilharia	120,40	0,25	30,10	Fachada com caixilharia	120,40	0,20	24,08
Fachada com pavimento intermédio	129,66	0,15	19,45	Fachada com pavimento intermédio	129,66	0,50	64,83
Fach. com pavimentos térreos	31,52	0,70	22,06	Fach. com pavimentos térreos	31,52	0,50	15,76
Zona da caixa de estores	29,40	0,30	8,82	Zona da caixa de estores	29,40	0,20	5,88
					-	-	-
TOTAL			127,78	TOTAL			145,82

Com estes valores, foi possível a obtenção do coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior de  $H_{ext}=310.46 \text{ W/}^\circ\text{C}$ , valor este, que se encontra abaixo do valor de referência, que é  $363.68 \text{ W/}^\circ\text{C}$ .

### 4.11.1.2 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pelo envolvente interior

Tabela 4-9 – Contribuição das paredes em contacto com os espaços não úteis

PAREDES 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	PAREDES 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
PDI1	24,00	1,57	0,40	15,03	PDI1	24,00	0,80	0,40	7,68
PDI2	4,46	1,35	1,00	6,03	PDI2	4,46	0,50	1,00	2,23
PDI3	4,25	1,35	0,80	4,59	PDI3	4,25	0,50	0,80	1,70
TOTAL				25,65	TOTAL				11,61

Tabela 4-10 – Contribuição de paredes em contacto com edifícios adjacentes

PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	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	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	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
PDI4	102,25	1,35	0,60	82,82	PDI4	102,25	0,80	0,60	49,08
TOTAL				82,82	TOTAL				49,08

Tabela 4-11 – Contribuição dos pavimentos sobre espaços não-úteis

PAVIMENTOS SOBRE 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	PAVIMENTOS SOBRE 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
PVI1	12,20	2,21	0,40	10,78	PVI1	12,20	0,60	0,40	2,93
TOTAL				10,78	TOTAL				2,93

Tabela 4-12 – Contribuição das coberturas interiores sob espaços não-úteis

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
CBI1	11,73	2,25	0,70	18,47	CBI1	11,73	0,60	0,70	4,93
CBI2	120,12	2,25	0,80	216,22	CBI2	120,12	0,40	0,80	38,44
TOTAL				234,69	TOTAL				43,37

Tabela 4-13 – Contribuição das pontes térmicas lineares (para elementos em contacto com espaços não úteis)

PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $b_{tr} > 0,7$ )	Comp. B m	$\psi$ W/m. $^{\circ}$ C	$b_{tr}$	$\psi \cdot B \cdot b_{tr}$ W/ $^{\circ}$ C	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $b_{tr} > 0,7$ )	Comp. B m	$\psi$ W/m. $^{\circ}$ C	$b_{tr}$	$\psi \cdot B \cdot b_{tr}$ W/ $^{\circ}$ C
Fach. com pavimentos térreos	1,86	0,80	1,00	1,49	Fach. com pavimentos térreos	1,86	0,50	1,00	0,93
Fachada com pavimento intermédio	1,86	0,50	1,00	0,93	Fachada com pavimento intermédio	1,86	0,50	1,00	0,93
Duas paredes verticais em ângulo saliente	3,54	0,50	0,80	1,42	Duas paredes verticais em ângulo saliente	3,54	0,40	0,80	1,13
Fachada com pavimento intermédio	2,70	0,50	0,80	1,08	Fachada com pavimento intermédio	2,70	0,50	0,80	1,08
						-		-	-
TOTAL				4,91	TOTAL				4,07

Através do somatório dos totais obtidos nas tabelas à esquerda é possível obter o valor do coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior, o somatório dos totais das tabelas situadas à direita dão o valor do coeficiente de referência.

Assim, o coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior,  $H_{int}$ , 358,86W/ $^{\circ}$ C e o coeficiente de referência  $H_{intref}=111,06W/ $^{\circ}$ C. Esta diferença de valores verifica-se quando as soluções construtivas, neste caso as paredes e as coberturas não são intervencionadas e são mantidas as soluções construtivas iniciais.$

#### 4.11.1.3 Elementos em contacto com o solo

Tabela 4-14 – Contribuição das paredes enterradas

PAREDES ENTERRADAS	Área m $^2$	$U_{bw}$ W/m $^2$ . $^{\circ}$ C	A. $U_{bw}$ W/ $^{\circ}$ C	PAREDES ENTERRADAS	Área m	$U_{bw}$ W/m $^2$ . $^{\circ}$ C	A. $U_{bw}$ W/ $^{\circ}$ C	
PDET1	11,93	0,69	8,18	PDET1	11,93	0,50	5,96	
PDET1	5,43	0,62	3,37	PDET1	5,43	0,50	2,72	
PDET1	10,12	0,64	6,47	PDET1	10,12	0,50	5,06	
					-		-	
TOTAL				18,03	TOTAL			13,74

Tabela 4-15 – Contribuição dos pavimentos enterrados

PAVIMENTOS ENTERRADOS Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade $z > 0$ ).	Área m $^2$	$U_{bf}$ W/m $^2$ . $^{\circ}$ C	A. $U_{bf}$ W/ $^{\circ}$ C	PAVIMENTOS ENTERRADOS Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade $z > 0$ ).	Área m	$U_{bf}$ W/m $^2$ . $^{\circ}$ C	A. $U_{bf}$ W/ $^{\circ}$ C	
PVET1	111,03	0,57	63,04	PVET1	111,03	0,50	55,52	
					-		-	
TOTAL				63,04	TOTAL			55,52

Conforme os cálculos anteriormente demonstrados, o mesmo acontece para os elementos enterrados em que os resultados obtidos dizem respeito ao coeficiente de transferência por elementos em contacto com o solo,  $H_{ecs}$ .

Através do somatório dos totais obtidos nas tabelas do lado esquerdo, é determinado o valor do coeficiente de transferência por elementos em contacto com o solo de 81,07 W/°C, somando os totais obtidos nas tabelas do lado direito obtém-se um valor do coeficiente de referência de 69,25 W/°C.

Novamente verifica-se que o valor de referência está abaixo do valor real, isto porque, como o ponto anterior estes elementos construtivos não foram sujeitos a intervenção.

Resumindo os cálculos efetuados anteriormente:

- Coeficiente de transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento:

$$H_{tr,i} = H_{ext} + (H_{enu} + H_{adj}) + H_{ecs}$$

$$H_{tr,i} = 310.46 + 358.86 + 81.07$$

$$H_{tr,i} = 750.39 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,iREF} = H_{ext} + (H_{enu} + H_{adj}) + H_{ecs}$$

$$H_{tr,iREF} = 363.68 + 11.06 + 69.25$$

$$H_{tr,iREF} = 543.99 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

- Coeficiente de transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento:

$$H_{tr,v} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$$

$$H_{tr,v} = 310.46 + 276.04 + 81.07$$

$$H_{tr,v} = 667.57 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$H_{tr,vREF} = H_{ext} + H_{enu} + H_{ecs}$$

$$H_{tr,vREF} = 363.68 + 61.93 + 69.25$$

$$H_{tr,vREF} = 494.91 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

#### 4.11.2 Cálculo do coeficiente de transferência de calor por ventilação

Para o cálculo deste coeficiente é tido em conta se é conhecido o rendimento do sistema de recuperação de calor e qual o seu rendimento, assim como, informação sobre o caudal médio diário insuflado, no caso de existir ventilação mecânica. No caso em estudo não existe o sistema de recuperação de calor, logo será atribuído 0 à sua parcela, bem como, a parcela de caudal médio insuflado pois o sistema predominante do edifício é ventilação por exaustão, com condutas de ventilação natural.

##### 4.11.2.1 Estação de aquecimento

$$H_{ve,i} = 0.34 \times R_{ph,i} \times Ap \times Pd$$

$$H_{ve,i} = 0.34 \times 0.84 \times 348.80 \times 2.60$$

$$H_{ve,i} = 258.07 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

$$H_{ve,iREF} = 0.34 \times R_{ph,iREF} \times Ap \times Pd$$

$$H_{ve,iREF} = 0.34 \times 0.60 \times 348.80 \times 2.60$$

$$H_{ve,iREF} = 185.35 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

##### 4.11.2.2 Estação de arrefecimento

$$H_{ve,v} = 0.34 \times R_{ph,v} \times Ap \times Pd$$

$$H_{ve,v} = 0.34 \times 0.84 \times 348.80 \times 2.60$$

$$H_{ve,v} = 258.07 \text{ W/}^{\circ}\text{C}$$

### 4.11.3 Ganhos térmicos úteis na estação de aquecimento

#### 4.11.3.1 Ganhos internos

Nos ganhos internos considera-se  $q_{int}$  igual a 4, este valor é uma constante. A duração da estação de aquecimento foi calculada através da NUTSII com o valor de 6.14 meses. Assim, é obtido:

$$Q_{int,i} = 0,72q_{int} \cdot M \cdot A_p$$

$$Q_{int,i} = 0,72 \times 4 \times 6.14 \times 348.80$$

$$Q_{int,i} = 6165.89 \text{ kwh/ano}$$

#### 4.11.3.2 Ganhos solares

Os ganhos solares são calculados através da contribuição dos vãos envidraçados.

Tabela 4-16 – Tabela com o cálculo da área efetiva de cada envidraçado orientado a Sul

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)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
2 (VE1)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
3 (VE1)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
4 (VE3)	Nordeste	0,39	1,80	0,72	0,70	0,35	0,33	0,13
5 (VE1)	Sudoeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
6 (VE1)	Sudoeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
7 (VE2)	Sudoeste	0,63	3,38	0,43	0,70	0,64	0,84	0,54
8 (VE2)	Sudoeste	0,63	6,00	0,43	0,70	1,14	0,84	0,96
9 (VE1)	Sudoeste	0,63	1,54	0,43	0,70	0,29	0,84	0,25
10 (VE1)	Sudeste	0,63	1,54	0,43	0,70	0,29	0,84	0,25
11 (VE1)	Sudeste	0,63	3,00	0,38	0,70	0,50	0,84	0,42
12 (VE1)	Sudeste	0,63	0,77	0,43	0,70	0,15	0,84	0,12
13 (VE1)	Sudeste	0,63	3,77	0,19	0,70	0,31	0,84	0,45
14 (VE2)	Sudeste	0,63	7,54	0,43	0,70	1,44	0,84	1,21
15 (VE1)	Sudeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
16 (VE3)	Sudeste	0,39	0,90	0,43	0,70	0,11	0,84	0,09
17 (VE3)	Sudeste	0,39	0,90	0,43	0,70	0,11	0,84	0,09
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto <math>X_i \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f</math> deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	7,02

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

Após o cálculo da área efetiva total equivalente na orientação a Sul, através da tabela da NUTSII do grande Porto retira-se o valor de referência para o  $G_{sul}$ . Assim, os dados para o cálculo dos ganhos solares brutos são os seguintes:

Área efetiva total equivalente na orientação a Sul =  $7.02\text{m}^2$

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul,  $G_{sul} = 130 \text{ kWh/m}^2.\text{mês}$

Duração da estação de aquecimento,  $M = 6.14$  meses

$$Q_{sol,i} = 7.02 \times 130 \times 6.14$$

$$Q_{sol,i} = 5598.44 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.3.3 Ganhos térmicos brutos

Os ganhos térmicos brutos, não são mais que a soma dos ganhos internos brutos e os ganhos solares brutos, já calculados anteriormente. Assim, obtém-se:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i}$$

$$Q_{g,i} = 6165.89 + 5598.44$$

$$Q_{g,i} = 11764.33 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.3.4 Ganhos térmicos brutos de referência

O cálculo dos ganhos térmicos brutos de referência são feitos com recurso à seguinte expressão:

$$G_{sul} \times 0.146 \times 0.15 \times A_p \times M = Q_{sol,i} + Q_{int,i} = Q_{g,i}$$

$$130 \times 0.146 \times 0.15 \times 348.80 \times 6.14 = 6095.94 + 6165.89 = 12261.1313 \text{ kWh/ano}$$

### 4.11.4 Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento

#### 4.11.4.1 Ganhos internos

Semelhante ao que acontece na estação de aquecimento, para o cálculo dos ganhos internos considera-se os ganhos internos médios, a duração da estação de arrefecimento em horas e a área útil de pavimento.

$$Q_{int,v} = \frac{q_{int} \times L_v \times A_p}{1000}$$

$$Q_{int,v} = \frac{4 \times 2928 \times 348.80}{1000}$$

$$Q_{int,v} = 4085.15 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.4.2 Ganhos solares pelos vãos envidraçados e envolvente opaca

Tabela 4-17 – Ganhos solares pelos vãos envidraçados

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>g</sub>	Factor Sel. angular F <sub>w,v</sub>	Fracção Tempo Prot. Móveis activas F <sub>m,v</sub>	FS Global Prot. Moveis 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>s,v</sub> =A <sub>w</sub> .F <sub>g</sub> .g <sub>v</sub> m <sup>2</sup>	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> kWh/m <sup>2</sup> .ano	I <sub>sol</sub> .F <sub>s,v</sub> .A <sub>s</sub> kWh/ano
1 (VE1)	Nordeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,40	0,04	0,63	0,39	0,83	0,90	350,00	260,63
2 (VE1)	Nordeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,40	0,04	0,63	0,39	0,83	0,90	350,00	260,63
3 (VE1)	Nordeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,40	0,04	0,63	0,39	0,83	0,90	350,00	260,63
4 (VE3)	Nordeste	1,80	Duplo	0,70	0,85	0,40	0,39	0,39	0,39	0,49	0,90	350,00	154,79
5 (VE1)	Sudoeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,46	0,90	490,00	200,96
6 (VE1)	Sudoeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,46	0,90	490,00	200,96
7 (VE2)	Sudoeste	3,38	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,51	0,90	490,00	226,42
8 (VE2)	Sudoeste	6,00	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,91	0,90	490,00	401,93
9 (VE1)	Sudoeste	1,54	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,23	0,77	490,00	88,26
10 (VE1)	Sudeste	1,54	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,23	0,90	490,00	103,16
11 (VE1)	Sudeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,46	0,90	490,00	200,96
12 (VE1)	Sudeste	0,77	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,12	0,90	490,00	51,58
13 (VE1)	Sudeste	3,77	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,57	0,47	490,00	130,48
14 (VE2)	Sudeste	7,54	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	1,15	0,90	490,00	505,09
15 (VE1)	Sudeste	3,00	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,04	0,63	0,22	0,46	0,90	490,00	200,96
16 (VE3)	Sudeste	0,90	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,39	0,39	0,39	0,25	0,90	490,00	108,35
17 (VE3)	Sudeste	0,90	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,39	0,39	0,39	0,25	0,90	490,00	108,35
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL												3464,17	



Tabela 4-18 – Ganhos solares pelas paredes exteriores

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	Área $A_{op}$ m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .°C)/W	Área efectiva $A_s = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_s = F_h \cdot F_o \cdot F_f$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$I_{sol} \cdot F_s \cdot A_s$ kWh/ano
PDE1	Nordeste	0,40	50,78	0,39		0,32	0,90	350,00	99,81
PDE1	Sudoeste	0,40	40,73	0,39	0,04	0,25	0,90	490,00	112,08
PDE1	Sudeste	0,40	69,04	0,39		0,43	0,90	490,00	189,98
-	-	-	-	-		-	-	-	-
TOTAL									401,87

Tabela 4-19 – Ganhos solares pelas coberturas interiores

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	Área $A_{op}$ m <sup>2</sup>	U W/m <sup>2</sup> .°C	$R_{se}$ (m <sup>2</sup> .°C)/W	Área efectiva $A_s = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$ m <sup>2</sup>	Factor de Obstrução $F_s$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$I_{sol} \cdot F_s \cdot A_s$ kWh/ano
CBI1	Horizontal	0,40	11,73	1,71	0,04	0,32	1,00	800,00	256,75
CBI2		0,40	120,12	1,71		3,29			2629,19
TOTAL									2885,93

Os ganhos solares brutos são calculados pelo somatório dos valores totais apresentados nas tabelas.

Assim, obtém-se:

$$Q_{sol,v} = 3464.17 + 401.87 + 2885.93$$

$$Q_{sol,v} = 6751.97 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.4.3 Ganhos térmicos brutos

Os ganhos térmicos brutos são calculados através do somatório dos ganhos internos brutos e os ganhos solares brutos.

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v}$$

$$Q_{g,v} = 4085.15 + 6751.96$$

$$Q_{g,v} = 10837.11 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.4.4 Ganhos térmicos brutos de referência

$$\frac{q_{int} \times L_v}{1000} + g_{vREF} \times \frac{A_w}{A_{pREF}} \times I_{solREF} = 53.85 \times A_p = Q_{gREF}$$

$$\frac{4 \times 2928}{1000} + 0.43 \times 0.2 \times 490 = 53.85 \times 348.8 = Q_{gREF}$$

$$Q_{gREF} = 18783.58 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5 Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

Com os valores obtidos anteriormente é possível a realização do cálculo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento.

##### 4.11.5.1 Coeficiente de transferência de calor

O coeficiente de transferência de calor é obtido com o somatório do coeficiente de calor por transmissão calculado anteriormente, assim como, o coeficiente de transferência de calor por renovação do ar.

$$H_{t,i} = H_{tr} + H_{ve,i}$$

$$H_{t,i} = 750.39 + 258.07$$

$$H_{t,i} = 1008.46 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

##### 4.11.5.2 Coeficiente de transferência de calor de referência

$$H_{t,iREF} = H_{trREF} + H_{ve,iREF}$$

$$H_{t,iREF} = 543.99 + 195.32$$

$$H_{t,iREF} = 729.32 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

##### 4.11.5.3 Transferência de calor por transmissão

$$Q_{tr,i} = 0.024 \times GD \times H_{tr}$$

$$Q_{tr,i} = 0.024 \times 1200 \times 750.39$$

$$Q_{tr,i} = 21618.29 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.4 Transferência de calor por transmissão de referência

$$Q_{tr,iREF} = 0.024 \times GD \times H_{trREF}$$

$$Q_{tr,iREF} = 0.024 \times 1200 \times 543.99$$

$$Q_{tr,iREF} = 15672.13 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.5 Transferência de calor por renovação do ar

$$Q_{vs,i} = 0.024 \times GD \times H_{vs,i}$$

$$Q_{vs,i} = 0.024 \times 1200 \times 258.07$$

$$Q_{vs,i} = 7434.96 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.6 Transferência de calor por renovação do ar de referência

$$Q_{vs,iREF} = 0.024 \times GD \times H_{vs,iREF}$$

$$Q_{vs,iREF} = 0.024 \times 1200 \times 185.32$$

$$Q_{vs,iREF} = 5339.11 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.7 Fator de utilização de ganhos

Como não existem dados suficientes para efetuar o cálculo da inércia térmica, foi considerado que a inércia do edifício seria forte. A expressão que permite o cálculo do fator de utilização de ganhos é a seguinte:

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i}$$

Antes de ser possível o cálculo acima descrito é necessário proceder ao cálculo dos parâmetros.

$$\gamma_i = \frac{Q_{g,i}}{Q_{tr,i} + Q_{vs,i}}$$

$$\gamma_i = \frac{11764.33}{29053.25} = 0.40 \text{ então se, } \gamma \neq 1 \text{ e } \gamma > 0 \text{ então } \eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Como a inércia é forte, considera-se  $a=4.20W/^\circ C$

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

$$\eta = \frac{1 - 0.40^{4.20}}{1 - 0.40^{4.20+1}} = 0.99$$

Calculados todos os parâmetros necessários, é possível o cálculo do fator de utilização dos ganhos.

$$Q_{gu,i} = \eta_i \times Q_{g,i}$$

$$Q_{gu,i} = 0.99 \times 11764.33 = 11605.82 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.8 Fator de utilização de ganhos de referência

$$Q_{gu,iREF} = \eta_{iREF} \times Q_{g,iREF}$$

$$Q_{gu,iREF} = 0.60 \times 12261.13 = 7356.68 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.5.9 Necessidades nominais anuais de energia útil de aquecimento

$$N_{ic} = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{vs,i} - Q_{gu,i})}{Ap}$$

$$N_{ic} = \frac{(21618.29 + 7434.96 - 11605.82)}{348.80} = 50.02 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

**4.11.5.10 Limite das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento**

$$N_i = \frac{(Q_{tr,iREF} + Q_{vs,iREF} - Q_{gu,iREF})}{Ap}$$

$$N_i = \frac{(15672.18 + 5339.11 - 7356.68)}{348.80} = 39.15 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

**4.11.6 Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento**

Com os valores obtidos anteriormente é possível o cálculo das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento.

**4.11.6.1 Transferência de calor**

$$H_{t,v} = H_{tr} + H_{vs,i}$$

$$H_{t,v} = 667.57 + 258.07$$

$$H_{t,v} = 925.64 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

**4.11.6.2 Transferência de calor por transmissão**

$$Q_{tr,v} = \frac{H_{tr} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times Lv}{1000}$$

$$Q_{tr,v} = \frac{667.57 \times 4 \times 2928}{1000}$$

$$Q_{tr,v} = 8013.99 \text{ kWh/ano}$$

**4.11.6.3 Transferência de calor por renovação de ar**

$$Q_{vs,v} = \frac{H_{vs,v} \times (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \times Lv}{1000}$$

$$Q_{vs,v} = \frac{258.07 \times 4 \times 2928}{1000}$$

$$Q_{ve,v} = 3098.11 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.6.4 Factor de utilização de ganhos

Conforme realizado anteriormente no cálculo do fator de utilização de ganhos na estação de aquecimento, a inércia térmica para o presente cálculo é considerada forte.

$$Q_{gu,v} = \eta_v \times Q_{g,v}$$

Antes de ser possível o cálculo acima descrito é necessário proceder ao cálculo dos parâmetros.

$$\gamma_v = \frac{Q_{g,v}}{Q_{tr,v} + Q_{ve,v}}$$

$$\gamma_i = \frac{10837.11}{11112.10} = 0.98 \text{ então se, } \gamma \neq 1 \text{ e } \gamma < 0 \text{ então } \eta = \frac{1-\gamma^a}{1-\gamma^{a+1}}$$

Como a inércia é forte, considera-se  $av=4.20W/^\circ C$

$$\eta = \frac{1 - \gamma^a}{1 - \gamma^{a+1}}$$

$$\eta = \frac{1 - 0.98^{4.20}}{1 - 0.98^{4.20+1}} = 0.82$$

Tendo calculado todos os parâmetros necessários, é possível o cálculo do fator de utilização dos ganhos.

$$Q_{gu,v} = \eta_v \times Q_{g,v}$$

$$Q_{gu,v} = 0.82 \times 10837.11 = 8886.43 \text{ kWh/ano}$$

#### 4.11.6.5 Necessidades nominais de energia útil para arrefecimento

$$N_{vc} = \frac{(1 - \eta_v) \times Q_{g,v}}{A_p}$$

$$N_{vc} = \frac{(1 - 0.82) \times 10837.11}{348.80}$$

$$N_{vc} = 5.66 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

#### 4.11.6.6 Limite das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

$$N_v = \frac{(1 - \eta_{vREF}) \times Q_{g,vREF}}{A_p}$$

$$N_v = \frac{(0.17) \times 18783.58}{348.80}$$

$$N_v = 9.13 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

#### 4.11.7 Necessidades nominais anuais globais de energia primária

Na habitação objeto de estudo existem os sistemas já anteriormente mencionados. O sistema de AQS e aquecimento ambiente para as divisões principais é realizado através da bomba de calor e o sistema de aquecimento ambiente para a sala é realizado através do recuperador de calor. O aquecimento de águas sanitárias também pode ser realizado através do painel solar.

##### 4.11.7.1 Necessidades nominais de energia primária para aquecimento

Tabela 4-20 Necessidades nominais de energia primária para aquecimento

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{ic}$	$f_i$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_i$	Factor de Conversão $F_{pui}$	Necessidades de Energia Final $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} / \eta_i \cdot A_p$	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$
		kWh/m <sup>2</sup> .ano					kWh/ano	kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 2	Biomassa	50,02	0,19	1	0,77	1	4394,08	12,60
Sistema 3	Electricidade		0,81		2,48	2,5	5670,97	40,65
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1	2,5	0,00	0,00
TOTAL							10065,05	53,24

Tabela 4-21 Necessidades nominais de energia primária para aquecimento de referência

SISTEMA PARA AQUECIMENTO	Fonte de Energia	Limite das Necessidades de Energia Útil $N_i$	$f_i$	Eficiência Nominal de Referência $\eta_i \text{ REF}$	Factor de Conversão $F_{pui}$	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot N_i \cdot F_{pui} / \eta_i$
		kWh/m <sup>2</sup> .ano				kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 2	Biomassa	39,15	0,19	0,89	1	8,53
Sistema 3	Electricidade		0,81	3	2,5	26,30
Sistema por defeito	Electricidade		0,00	1	2,5	0,00
TOTAL						34,83

### 4.11.7.2 Necessidades nominais de energia primária para arrefecimento

Tabela 4-22 Necessidades nominais de energia primária para arrefecimento

SISTEMA PARA ARREFECIMENTO	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $N_{vc}$ kWh/m <sup>2</sup> .ano	$f_v$	$\delta$	Eficiência Nominal $\eta_v$	Factor de Conversão $F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot N_{vc} / \eta_v \cdot A_p$ <b>kWh/ano</b>	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	658,63	4,72
TOTAL							658,63	4,72

Tabela 4-23 Necessidades nominais de energia primária para arrefecimento de referência

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 $\eta_{vREF}$	Factor de Conversão $F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot N_v \cdot F_{puv} / \eta_v$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61
TOTAL						7,61

### 4.11.7.3 Necessidades nominais de energia primária para produção de AQS

Para o cálculo das necessidades de energia primária recorreu-se ao programa SCE\_ER. No cálculo, foi considerado um edifício com tipologia T5, que tenha por defeito 6 ocupantes, obtendo-se assim, um consumo diário por ocupante de 40l e um consumo global diário de 240l. Como o sistema de duche não tem classificação, foi considerado  $f_{eh} = 1.0$ .

Consumo de AQS:

$$M_{AQS} = 40 \times \eta \times f_{eh}$$

$$M_{AQS} = 40 \times 6 \times 1.0 = 240l$$

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS:

$$\frac{Q_a}{A_p} = \frac{M_{AQS} \times 4187 \times \Delta T \times n_d}{3600000 A_p}$$



$$\frac{Q_a}{A_p} = \frac{240 \times 4187 \times 35 \times 365}{3600000} = 10.22 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano}$$

Tabela 4-24 Necessidades nominais de energia primária para a produção de AQS

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil $Q_a/A_p$ 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 $f \cdot \delta \cdot Q_a / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia primária $f \cdot \delta \cdot Q_a / A_p \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 3	Electricidade	10,22	0,28	1	2,48	2,5	405,62	2,91
Sistema 1	Renovável Térmica		0,72		1,00	1	2560,00	7,34
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,00
TOTAL							2965,62	10,25

Para a casa de referência o consumo de AQS e as necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS, são calculados com os mesmos valores anteriormente aplicados.

Tabela 4-25 Necessidades nominais de energia primária para a produção de AQS de referência

SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_a/A_p$ 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 $f \cdot \delta \cdot Q_a / A_p \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>EP</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 3	Electricidade	10,22	1,00	2,8	2,5	9,13
Sistema por defeito	Electricidade	0,00	0,00	0,95	2,5	0,00
TOTAL						9,13

#### 4.11.7.4 Necessidades nominais de energia primária para ventilação mecânica

No caso em estudo a ventilação mecânica não existe, desta forma, este parâmetro irá apresentar um valor nulo na expressão de cálculo.

#### 4.11.7.5 Energia primária proveniente de fontes de energia renovável

Tabela 4-26 Contribuição das energias renováveis

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
Sistema 1	Renovável Térmica	7,34	1	7,34
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
TOTAL				19,94

#### 4.11.7.6 Necessidades nominais anuais globais de energia primária

$$N_{tc} = 53.24 + 4.72 + 10.25 + 0 - 19.94$$

$$N_{tc} = 48.27 kWh_{EP}/m^2.ano$$

O cálculo para a casa de referência é o somatório dos valores anteriormente calculados para a mesma, assim obtém-se:

$$N_t = 34.33 + 7.61 + 9.13$$

$$N_t = 51.56 kWh_{EP}/m^2.ano$$

#### 4.11.8 Determinação da classe energética

Para a obtenção da classificação energética, é determinado o rácio da classe energética ( $R_{NT}$ ), através da seguinte expressão:

$$R_{NT} = \frac{N_{tc}}{N_t}$$

$$R_{NT} = \frac{48.27}{51.56} = 0.94$$

Através da tabela 4-27, onde estão inseridos os intervalos para a determinação da classe energética é possível a classificação do edifício com B-. O despacho n.º 15793-J/2013 apresenta a tabela em infra, conforme é possível analisar.

Tabela 4-27 Intervalos de valor de  $R_{Nt}$  para a determinação da classe energética (Fonte: Despacho n.º 15793-J/2013)

Classe Energética	Valor de $R_{Nt}$
A <sup>+</sup>	$R_{Nt} \leq 0.25$
A	$0.26 \leq R_{Nt} \leq 0.50$
B	$0.51 \leq R_{Nt} \leq 0.75$
B <sup>-</sup>	$0.76 \leq R_{Nt} \leq 1.00$
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	$R_{Nt} \geq 2.51$

#### 4.11.9 Propostas de medidas de melhoria

No edifício objeto de estudo foi obtida uma classificação de B<sup>-</sup>, apesar de ser considerada uma grande remodelação é essencial salientar que os edifícios sujeitos a estas intervenções, devem ter uma classificação mínima de B<sup>-</sup>.

Neste caso, para obtenção de uma classe energética superior, foram propostas medidas de melhoria para o edifício, que não estavam previstas na intervenção do mesmo.

O edifício tem diversas vantagens na apresentação das medidas de melhoria, através delas consegue ter a perceção do melhoramento do desempenho energético do edifício, assim como, os custos que as mesmas acarretam e a possibilidade de saber qual o período de retorno do investimento.

##### 4.11.9.1 Medida 1 – Envoltentes opacas – cobertura

Conforme anteriormente mencionado, não estava prevista qualquer tipo de intervenção na cobertura, assim, na primeira medida de melhoria foi proposta a intervenção na cobertura interior em contacto

com o desvão do telhado, aplicando isolamento térmico do tipo lã de rocha com 8cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.036 W/m.°C, forrada com placas de gesso cartonado.

A zona a ser intervencionada tem o total de 132 m<sup>2</sup>, para o cálculo do investimento foi considerado um custo de 40€/m<sup>2</sup> sendo que o total de investimento seria de 5280€. Foi possível também avaliar que o período de retorno do investimento é de 13 anos.

A classificação energética obtida com esta medida de melhoria foi de B com o valor de 0.60, ou seja, houve uma melhoria considerável conforme é possível verificar na tabela 4-28.

Tabela 4-28 Tabela comparativa I

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Medida 1		Medida de Melhoria associada a:				Envolventes Opacas - Coberturas	
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	28,13	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	5,55	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	30,39	Classe Energética	B
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		

Através da tabela 4-28, é possível analisar que tipo de melhorias esta solução proporciona ao edifício, as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento diminuiram, assim, o consumo de energia na estação de aquecimento irá ser mais reduzido e será notada na respetiva fatura. O mesmo se verifica na estação de arrefecimento.

**4.11.9.2 Medida 2 – Envolventes opacas – paredes**

Na segunda medida de melhoria, foi proposto a intervenção nas paredes interiores em contacto com o edifício adjacente, através da aplicação de isolamento térmico pelo lado da habitação em estudo em lã de rocha com 5cm de espessura com coeficiente de condutibilidade térmica 0.037W/m.°C, seguido de revestimento interior em gesso cartonado com espessura de 12.5mm e condutibilidade térmica de 0.25 W/m.°C.

A zona proposta a ser intervencionada tem 102 m<sup>2</sup> na sua totalidade, tendo este investimento um custo de 2550€, tendo uma redução anual da fatura energética de 95€ e um período de retorno de 27 anos.

A classificação energética obtida através desta medida de melhoria é de B, com um valor associado de 0.80 que comparado com o valor inicial (0.86) é pouco relevante.

Através da tabela 4-29, é possível perceber que as melhorias, conforme dito anteriormente, foram pouco significativas focando-se mais nas necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e nas necessidades nominais anuais globais de energia primária.

Tabela 4-29 Tabela comparativa II

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Medida 2		Medida de Melhoria associada a:				Envolventes Opacas - Paredes	
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	39,66	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	40,72	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		

#### 4.11.9.3 Medida 3 – Envolventes opacas – pavimentos

Na medida de melhoria 3, a proposta foca-se na intervenção do pavimento térreo, através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com o terreno, em poliestireno extrudido, com espessura de 3 cm e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/m.°C

A zona proposta a ser intervencionada é no pavimento térreo e tem de área 25 m<sup>2</sup>, com um investimento total de 2776€ e uma redução anual da fatura energética de 40€ e um período de retorno de 70 anos.

Tabela 4-30 Tabela comparativa III

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Medida 3		Medida de Melhoria associada a:				Envolventes Opacas - Pavimentos	
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	41,68	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	7,07	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	42,67	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		

Conforme analisado na medida de melhoria anterior, os resultados obtidos foram pouco relevantes. A classificação energética obtida foi igualmente B', com um valor associado de 0.84.

#### 4.11.9.4 Aplicação de todas as medidas de melhoria

Pelas tabelas apresentadas anteriormente, verifica-se que as soluções apresentadas isoladamente não têm um grande impacto, no entanto, na folha de cálculo agrupando todas as medidas de melhoria anteriormente descritas verifica-se que é possível a classificação energética para A.

Todas estas soluções preconizavam um investimento de 10.606,00€ e refletem uma poupança no total da fatura energética anual de 510€.


Tabela 4-31 Tabela comparativa com todas as medidas de melhoria



Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Todas as Medidas							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,88	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	5,93	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	23,19	Classe Energética	A
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	34,05	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	47,03		

Em análise à tabela 4-31 com todas as medidas de melhoria é possível verificar que o edifício obtém um melhor desempenho energético, em todas as colunas da tabela à exceção da coluna que diz respeito aos sistemas de AQS, verifica-se uma grande redução dos valores reais, relativamente aos valores de referência.

No entanto, será objeto de estudo e análise no presente relatório se seria possível uma melhor classificação energética, sem a aplicação das medidas de melhoria, tendo apenas em consideração a alteração da orientação solar do edifício.

Tabela 4-32 Tabela comparativa das diferentes orientações solares I

Alçado Principal	Orientação inicial	1º Opção	2º Opção	3º Opção	4º Opção	5º Opção	6º Opção	7º Opção
	NE	E	N	S	O	NO	SO	SE

Alçado Lateral								
	SE	S	E	O	N	NE	NO	SO
Alçado Posterior								
	SO	O	S	N	E	SE	NE	NO
<b>Classificação energética (valor associado)</b>	B <sup>-</sup> (0,86)	B <sup>-</sup> (0,91)	B <sup>-</sup> (0,88)	B <sup>-</sup> (0,90)	B <sup>-</sup> (0,92)	B <sup>-</sup> (0,89)	B <sup>-</sup> (0,91)	B <sup>-</sup> (0,87)

Em análise à tabela 4-32, verifica-se que para as diferentes orientações solares a classificação energética é sempre a mesma, no entanto, dentro da classe energética B<sup>-</sup>, existem diferentes valores associados, uns mais gravosos que outros. Esta situação acontece, visto que, a área opaca das três fachadas do edifício estão dotadas de uma área de envidraçados bastante semelhantes, logo, não irá existir grandes alterações nas orientações solares. O melhor resultado obtido é o B<sup>-</sup> com o valor de 0.88, isto porque, a fachada com maior área de envidraçados está orientada a Este.

#### 4.12 ANÁLISE DA RELEVÂNCIA DA ORIENTAÇÃO SOLAR DOS RESTANTES EDIFÍCIOS

Nos edifícios localizados nas uniões de freguesias de Matosinhos e Leça da Palmeira e Gulpilhares e Valadares, que serão objeto de análise, do impacto das orientações solares, no presente capítulo, as metodologias de cálculo foram as mesmas aplicadas no edifício anterior, serão ainda apresentados nos anexos III e IV, o cálculo através da folha de ITECONS e respetivas medidas de melhoria.

#### 4.12.1 Edifício Matosinhos e Leça da Palmeira

O edifício está localizado na Rua Mar da Cartola, na união de freguesias de Matosinhos e Leça da Palmeira, a uma distância da costa inferior a 5km.

O edifício é exclusivamente para habitação e é de tipologia T1, com 2 pisos com uma área útil de 82.51m<sup>2</sup>. Não dispõe de sistema de climatização ambiente e a produção de águas quentes sanitárias é assegurado por um termossifão. Relativamente à ventilação, é processada de forma mecânica com recurso a admissões de ar na caixilharia e exaustão através de válvulas de extração, localizadas nas instalações sanitárias.

O edifício será sujeito a uma grande intervenção, deste modo, deverá apresentar uma classe energética no mínimo de B.

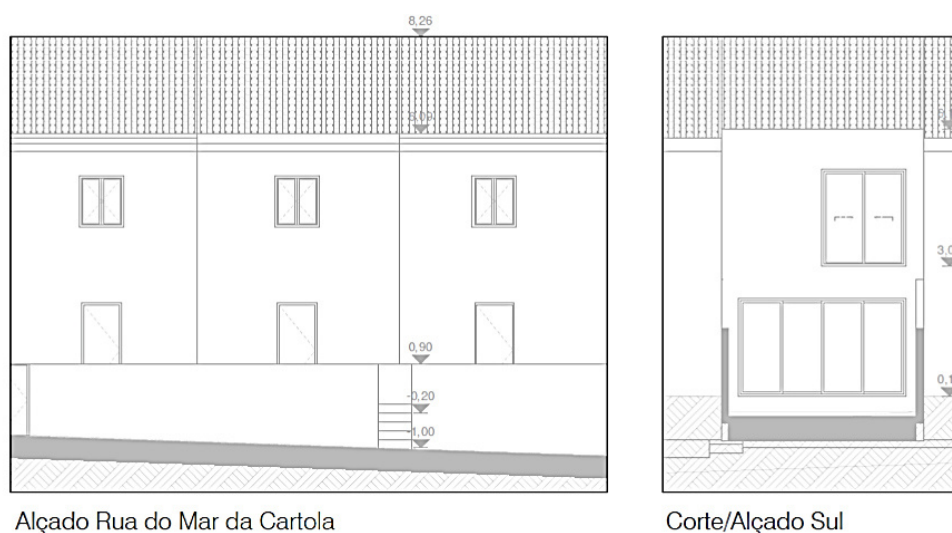


Figura 4-11 Fachadas principal e tardoz

Com as soluções preconizadas em projeto obteve-se uma classificação energética de B.

##### 4.12.1.1 Propostas de medidas de melhoria

Foram propostas duas medidas de melhoria, de modo a beneficiar o desempenho energético do edifício. As soluções propostas incidem nos sistemas técnicos de aquecimento e nos vãos envidraçados, conforme indicado na tabela 4-33.



Tabela 4-33 Medidas de melhoria propostas para melhorar o desempenho energético

Identificação da Medida de Melhoria e Classe energética	Classe Energética	Medida de Melhoria associada a ...	Descrição sucinta da medida proposta	Descrição detalhada da medida proposta
Medida de Melhoria 1	<b>B</b>	Sistemas Técnicos - Aquecimento	Substituição do equipamento atual e/ou instalação de ar condicionado (bomba de calor) split, multiplit ou VRF com elevada classe energética, para climatização	Instalação de um sistema de ar condicionado multi-split reversível (bomba de calor) tipo Inverter com classe energética A, para climatização ambiente, composto por uma unidade exterior e unidades interiores com uma eficiência em modo de aquecimento (COP) de 3.60 e arrefecimento (EER) 3.20. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 3200€, para uma redução anual de energia de 360€
Medida de Melhoria 2	<b>B</b>	Vãos Envidraçados	Instalação de proteções solares exteriores móveis nos vãos envidraçados	Propõe-se a instalação de proteções solares exteriores móveis, em portadas de madeira opaca em cor clara nos vãos envidraçados do alçado orientado a sudoeste, que resultará num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.50 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar do vidro de 0.75 e factor solar com proteção 100% ativa de 0.03. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 500€, para uma redução anual de energia de 120€.
Medida de Melhoria 3	<b>B</b>	Sistemas Técnicos - Aquecimento	Substituição do equipamento atual e/ou instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente	Instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente a instalar na sala. O valor da eficiência foi determinado segundo o disposto no Despacho n.º 15793-E/2013. O recuperador de calor/salamandra deverá ter um rendimento igual ou superior a 75% e ser homologado de acordo com as normas CE. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2000€, para uma redução anual de energia de 145€.

Após o desenvolvimento das propostas de medidas de melhorias isoladas, as mesmas foram agrupadas e os indicadores de desempenho aumentaram, chegando a uma classe energética de A.

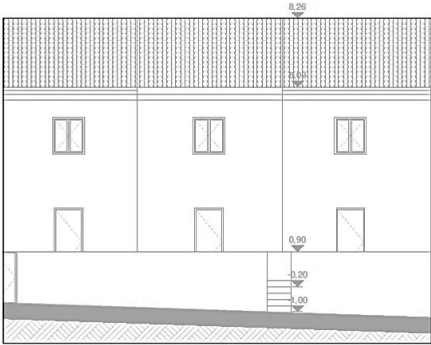
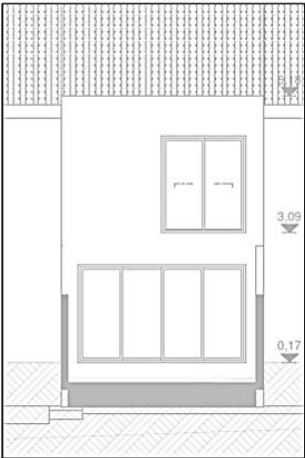
Tabela 4-34 Tabela comparativa da solução inicial para a solução com todas as medidas de melhoria

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	35,15	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	11,12	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	114,17	Classe Energética	<b>B</b>
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	44,27	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	156,19		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Todas as Medidas							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	28,20	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,46	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	32,25	Classe Energética	<b>A</b>
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	44,27	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	86,33		

Através das alterações das orientações solares das fachadas expostas ao exterior, foi avaliado o impacto das mesmas.

A orientação solar inicial nas fachadas, principal e tardo, são sudoeste e nordeste, respetivamente onde obtém-se a classificação energética B, com o valor associado de 0.73.

Tabela 4-35 Tabela comparativa das diferentes orientações solares I

Alçado Principal	Orientação inicial	1º Opção	2º Opção	3º Opção	4º Opção	5º Opção	6º Opção	7º Opção
 <p>Alçado Rua do Mar da Cartola</p>	SO	NE	SE	NO	S	N	O	E
Alçado Tardo								
 <p>Corte/Alçado Sul</p>	NE	SO	NO	SE	N	S	E	O
<b>Classificação energética (valor associado)</b>	B (0,73)	B (0,72)	B (0,72)	B (0,90)	B (0,71)	B (0,70)	B (0,75)	B (0,75)

Em análise à tabela 4-35 verifica-se, á semelhança do edifício anterior, que derivado das áreas dos envidraçados e da sua respetiva orientação é possível um melhor desempenho energético do edifício.

No caso do edifício referido, o mesmo obtém melhor desempenho se a maior área dos envidraçados estiver voltado a Sul. No entanto, para que seja possível manter o equilíbrio entre troca de radiação solar em ambas as estações, tanto de aquecimento como de arrefecimento, a fachada com maior área de envidraçados na superfície, deve ser voltado ao lado Sul, a área dos envidraçados não deve exceder cerca de 40% da superfície total opaca. Se a área de envidraçados da superfície total do lado Sul for superior a 50% a luz solar conseguida no Inverno não aumentará significativamente, e no Verão as divisórias situadas na parte Sul ficarão expostas a um calor excessivo.

Em casos como este, onde não é possível a alteração da disposição dos vãos envidraçados, devem ser associadas ao edifício medidas de melhoria, de modo a compensar as trocas de calor existentes nos vãos envidraçados exteriores, de maneira a melhor o desempenho energético do edifício.

#### **4.12.2 Edifício Gulpilhares e Valadares**

O edifício está localizado na Rua Boaventura Fernandes, na união de freguesias de Gulpilhares e Valadares, pertencente ao concelho de Vila Nova de Gaia a uma distância da costa inferior a 5km.

O edifício é exclusivamente para habitação e é de tipologia T3, com 2 pisos com uma área útil de 128.63m<sup>2</sup>. Não dispõe de sistema de climatização ambiente e a produção de águas quentes sanitárias é assegurado por uma salamandra alimentada a biomassa. Relativamente à ventilação, é processada de forma natural com recurso a admissões de ar na caixilharia e exaustão através de válvulas de extração, localizadas na cozinha e nas instalações sanitárias.

O edifício será sujeito a uma grande intervenção, deste modo, deverá apresentar uma classe energética no mínimo de B<sup>-</sup>.

Com as soluções preconizadas em projeto foi possível a obtenção de uma classificação energética de B<sup>-</sup>, com um valor associado de 0.79.

##### **4.12.2.1 Propostas de medidas de melhoria**

Dado que o proprietário não pretende alterar as paredes exteriores, foi proposto pelo projetista a intervenção do pavimento interior conforme indicado na tabela 4-36.

Tabela 4-36 Medida de melhoria proposta

Identificação da Medida de Melhoria e Classe energética	Classe Energética	Medida de Melhoria associada a ...	Descrição sucinta da medida proposta	Descrição detalhada da medida proposta
Medida de Melhoria 1	<b>B</b>	Envoltentes Opacas - Paredes	Isolamento térmico em paredes exteriores - aplicação pelo interior com revestimento leve	Propõe-se uma intervenção no pavimento interior através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com desvão sanitário, em lã de rocha com massa volúmica seca entre 35-100 Kg/m <sup>3</sup> , espessura de 0.04 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.036 W/(m.°C), seguido de revestimento interior a definir pela arquitetura. O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.59 W/m <sup>2</sup> .°C. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2730 €, para uma redução anual de energia de 130 €.

Assim, e à semelhança do edifício anterior, esta medida de melhoria vem influenciar o desempenho térmico do edifício, trazendo maiores valias essencialmente nas necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e às necessidades nominais anuais globais de energia primária conforme é possível verificar na tabela 4-37.

Tabela 4-37 Tabela comparativa da solução inicial para a solução com todas as medidas de melhoria

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	69,67	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,61	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	72,04	Classe Energética	<b>B-</b>
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	55,77	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	90,92		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Todas as Medidas							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	59,91	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,97	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	66,07	Classe Energética	<b>B</b>
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	52,95	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	87,75		

Através das alterações das orientações solares das fachadas expostas ao exterior, foi avaliado o impacto das mesmas.

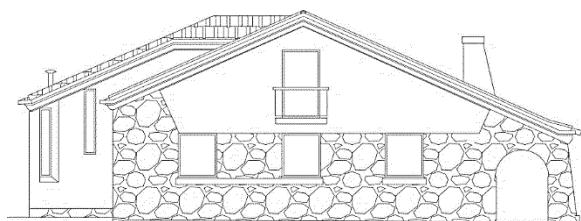
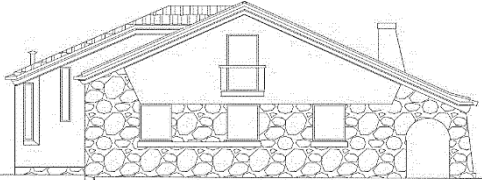
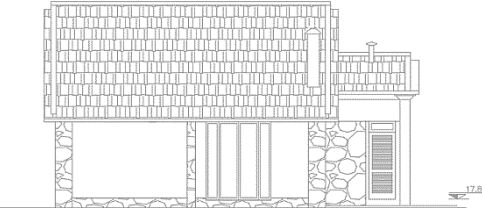
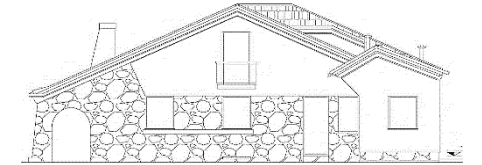
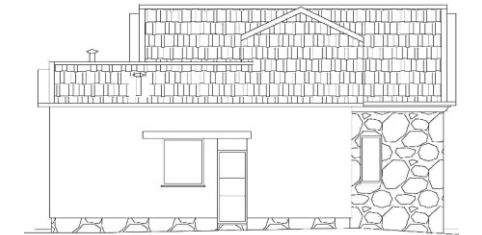


Figura 4-12 Alçado principal do edifício

Tabela 4-38 Tabela comparativa das diferentes orientações solares II

<b>Alçado Principal</b>	<b>Orientação inicial</b>	<b>1º Opção</b>	<b>2º Opção</b>	<b>3º Opção</b>	<b>4º Opção</b>	<b>5º Opção</b>	<b>6º Opção</b>	<b>7º Opção</b>
	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>E</b>	<b>SO</b>	<b>SE</b>	<b>NE</b>	<b>NO</b>
<b>Alçado Oeste</b>								
 ALÇADO OESTE	<b>O</b>	<b>E</b>	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>SE</b>	<b>NE</b>	<b>NO</b>	<b>SO</b>
<b>Alçado Posterior</b>								
	<b>S</b>	<b>N</b>	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>NE</b>	<b>NO</b>	<b>SO</b>	<b>SE</b>
<b>Alçado Este</b>								
	<b>E</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>S</b>	<b>NO</b>	<b>SO</b>	<b>SE</b>	<b>NE</b>
<b>Classificação energética (valor associado)</b>	<b>B (0,81)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,79)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,85)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,82)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,81)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,80)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,82)</b>	<b>B<sup>-</sup> (0,83)</b>

#### *CAPÍTULO 4*

Na orientação solar inicial das fachadas, conforme demonstrado na tabela 4-38, é possível obter a classificação energética B<sup>-</sup>, com o valor associado de 0.81.

No entanto, conforme o exemplo do edifício anterior verifica-se que o edifício mostra melhor desempenho energético, quando a fachada com maior área de vãos envidraçados está orientada a Sul, este desempenho deve-se ao anteriormente mencionado, em que a área opaca envolvente é superior aproximadamente em 40% da área dos vãos envidraçados, permitindo deste modo, um equilíbrio entre perdas e ganhos energéticos através dos vãos envidraçados nas estações de aquecimento e arrefecimento.

## CAPÍTULO 5

### CONCLUSÕES

Na elaboração do presente relatório de estágio, foram escolhidos três edifícios para ser objeto de estudo, em que, dada a informação prévia dos materiais propostos em projeto pelos respetivos projetistas foram realizadas folhas de cálculo, para verificação da classe energética dos edifícios e respetivo desempenho energético. Foi ainda, analisada na fase de pré-certificado a influencia da distribuição dos vãos envidraçados pelos edifícios, bem como, a orientação solar dos mesmos.

É possível estabelecer algumas considerações quanto à influência da orientação solar dos vãos envidraçados, em fase de projeto. Nos três edifícios apresentados foi possível avaliar que a orientação solar influencia o desempenho térmico e conseqüentemente o consumo energético. Em Portugal a orientação mais benéfica para o desempenho térmico é a orientação Sul, esta orientação permite maiores ganhos de calor de Inverno e através de soluções de sombreamento é possível controlar os ganhos solares no Verão, de modo a evitar sobreaquecimentos nos compartimentos do edifício.

É possível concluir que mesmo em edifícios existentes, dependendo do tipo de intervenção que irá ser realizada no mesmo, o projeto poderá beneficiar de um melhor desempenho energético, tendo em conta a disposição dos vãos envidraçados, bem como, sempre que necessário e dada a sua orientação sistemas de oclusão ou sombreamento adequadas.

Em edifícios existentes, que serão objeto de reabilitação onde em muitas situações a localização dos vãos não se alterna será necessário optar por outras soluções de modo a minimizar os efeitos anteriormente mencionados para as orientações solares. É necessário que o projetista tenha em atenção na escolha do tipo de caixilharia, ou seja, no material de que a mesma é feita, o tipo de vidro a ser aplicado e o sistema de abertura do vão, todas estas definições influenciam o desempenho do vão envidraçado.

Assim, dado aos casos que foram analisados conclui-se que em fase de projeto terá de ser considerado a disposição dos vãos envidraçados, o dimensionamento da área dos mesmos nas diferentes disposições solares de modo a tirar o melhor aproveitamento possível dos mesmos.





## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, S. C. (2014). *Análise do Desempenho Acústico de Elementos Construtivos na Reabilitação de Edifícios*. ISEP - Instituto Superior de Engenharia do Porto, Porto.
- Adene. (18 de Dezembro de 2017). *Adene agência para energia*. Obtido de <http://www.adene.pt/sce/legislacao-0>
- Alves, A. P. (2011). *Simulação térmica multizona de um edifício escolar : uma comparação de programas no âmbito do RSECE*. Universidade do Minho.
- Araújo, A. I. (2013). *Avaliação da taxa de renovação de ar de edifícios de habitação*. Universidade do Minho.
- Associação Portuguesa de Segurança. (5 de Novembro de 2017). Obtido de APSEI: <https://www.apsei.org.pt>
- Campeão, J. C. (2016). *Apontamentos teóricos de Conforto térmico e Acústico das Edificações*. ISEP.
- Campeão, J. C. (2016). *Apontamentos Teóricos de Segurança e Estabilidade em Incêndios*. ISEP.
- Cavalcante, R. d. (2010). *Simulação energética para análise da arquitetura de edifícios de escritório além da comprovação de conformidade com códigos de desempenho*. São Paulo.
- Certificação energética de edifícios* . (2019). Obtido de <http://about-buildings.pt/servicos/certificacao-energetica-de-edificios>
- Corvacho, H. (2014). *Nova regulamentação no domínio da térmica dos edifícios*. Porto.
- Couto, A. B. (2006). *Desconstrução : uma ferramenta para a sustentabilidade da construção*. Universidade do Minho.
- Ferreira, A. R. (2007). *Soluções técnicas para isolamento sonoro de edifícios de habitação*. Universidade Técnica de Lisboa.
- Futuro, A. P. (2018). *Ambiente Portugal Ambição para o Futuro*. Obtido de <http://www.apambiente.pt>
- Graça, H. G. (2004). *Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal*. Lisboa: DGGE / IP-3E.
- Isolani, P. (Maio de 2008). Eficiência energética nos edifícios residenciais. p. 46.

*REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS*

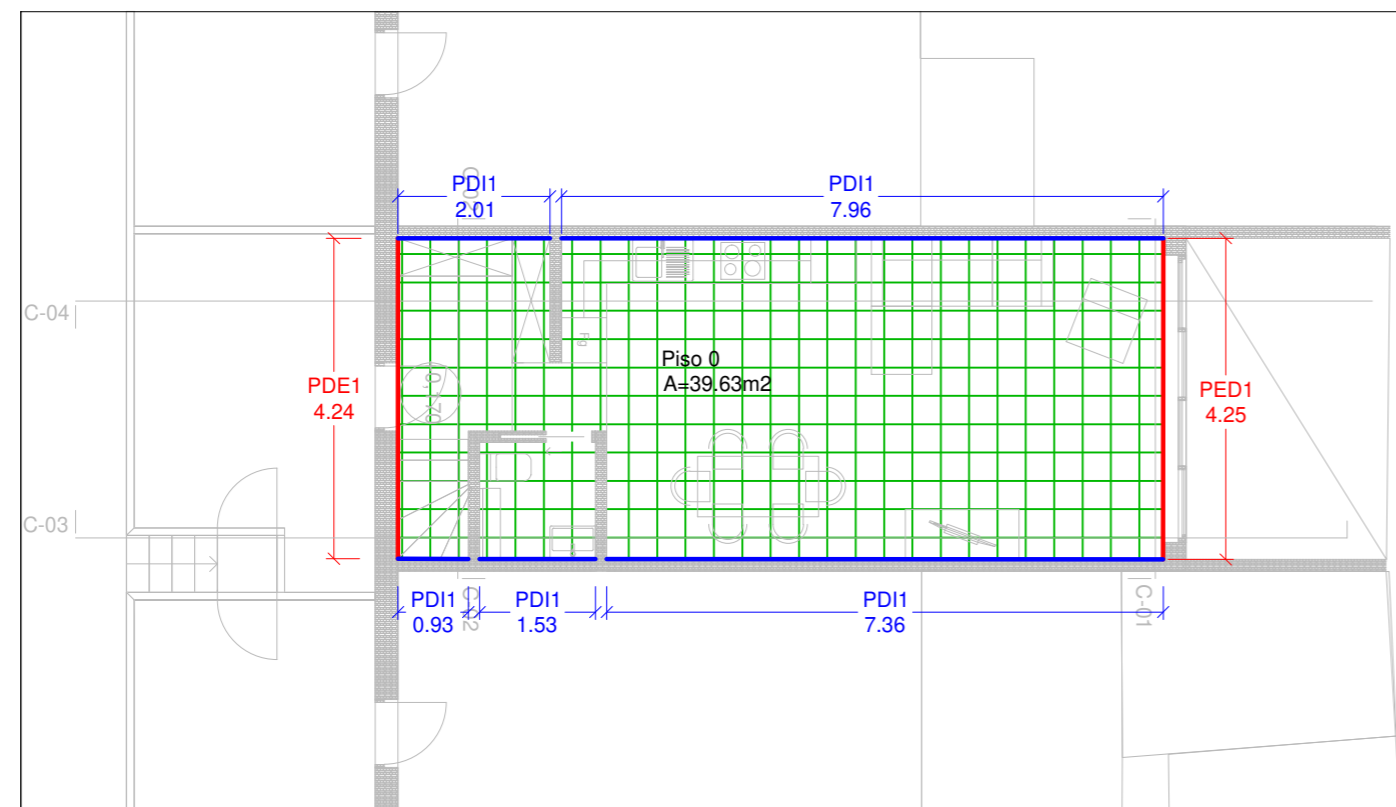
Leal, R. (2017). *Aplicação do REH e do RECS a Casos Integrados em Edifícios Históricos Reabilitados no Centro do Porto*. ISEP , Porto.

Lourenço, J. M. (2012). *Segurança contra incêndios: avaliação do desempenho de edifícios de habitação novos*.

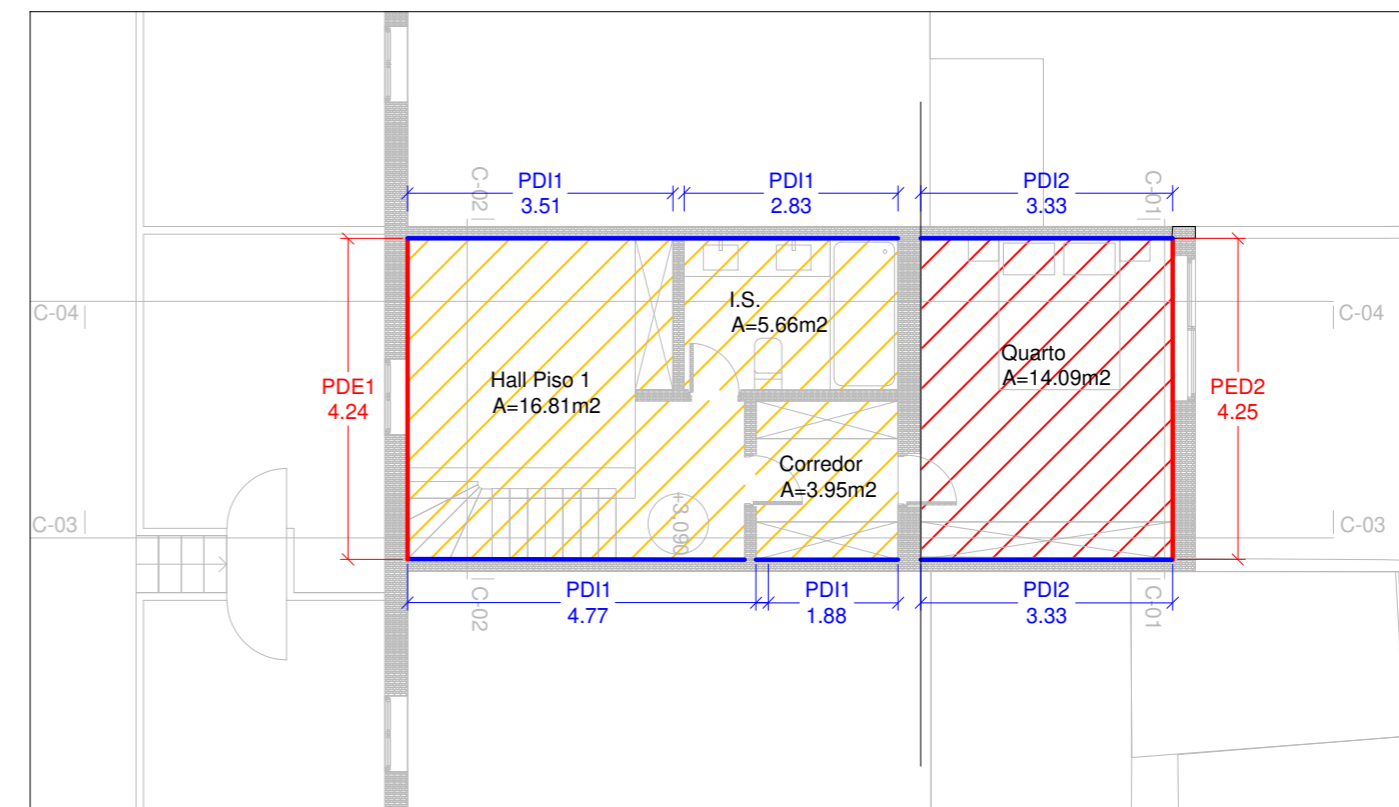
Mateus, D. (2008). *Apontamentos teóricos de acústica de edifícios e controlo de ruído*.



## **ANEXO I – EDIFÍCIO DE MATOSINHOS E LEÇA DA PALMEIRA**



Piso 0

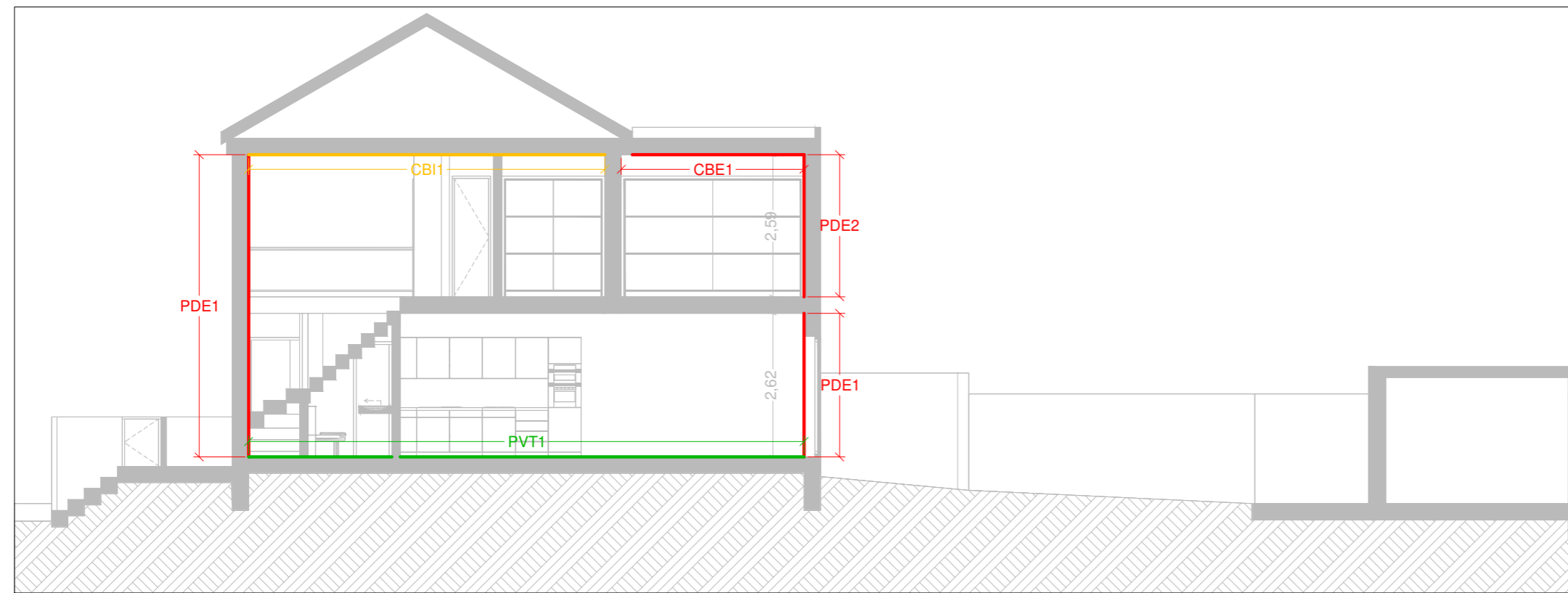


Piso 1

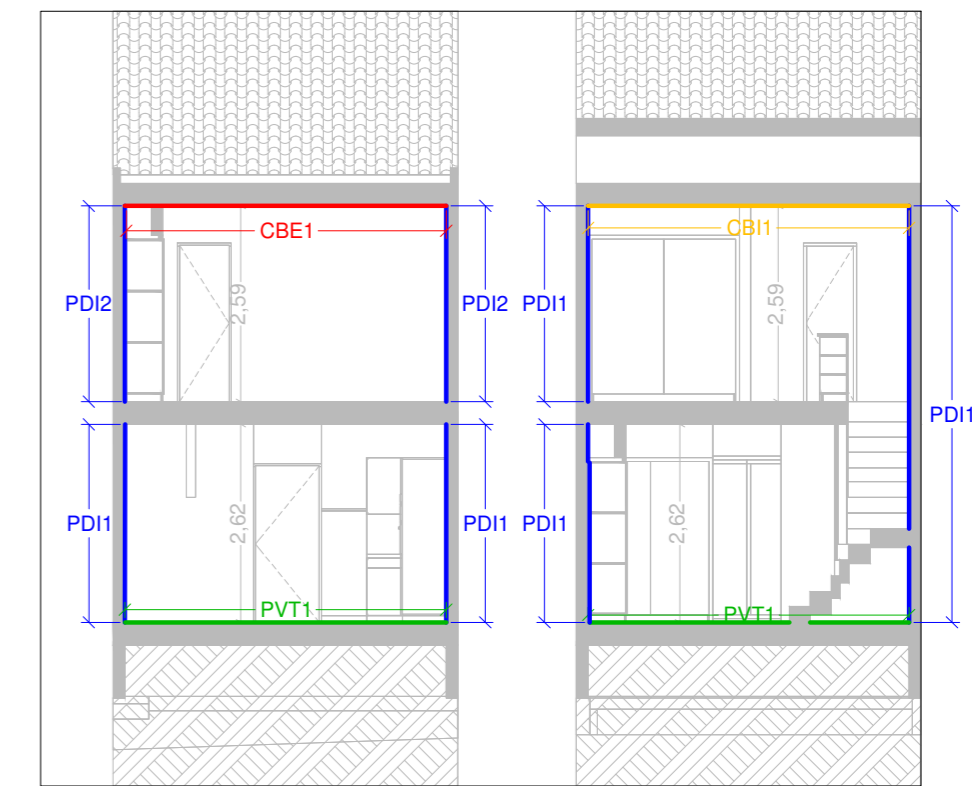
LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE

Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente interior com requisitos de interior	
Envolvente sem requisitos	
Trama pavimento com a cor da envolvente	
Trama cobertura com a cor da envolvente	

REQUERENTE: Cláudia Gomes de Matos Rua São Dinis, nº 521, 2º esq, PORTO	 <small>Rua Fernão Lopes 157, 2º Esq. A 4150-318 Porto Tel. 225 322 736 www.omegafibw.pt</small>
DESIGNAÇÃO DA OBRA: Remodelação de Habitação - Rua do Mar da Cartola, 4 Matosinhos	FASE: PROJECTO DE LICENCIAMENTO
PROJECTO: COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	PROJECTOU: DATA: Paula França Novais Abr.2018
DESIGNAÇÃO: Plantas da envolvente	DESENHO Nº: REVISÃO Nº: ESCALA: 152_01-02 0 1 / 100

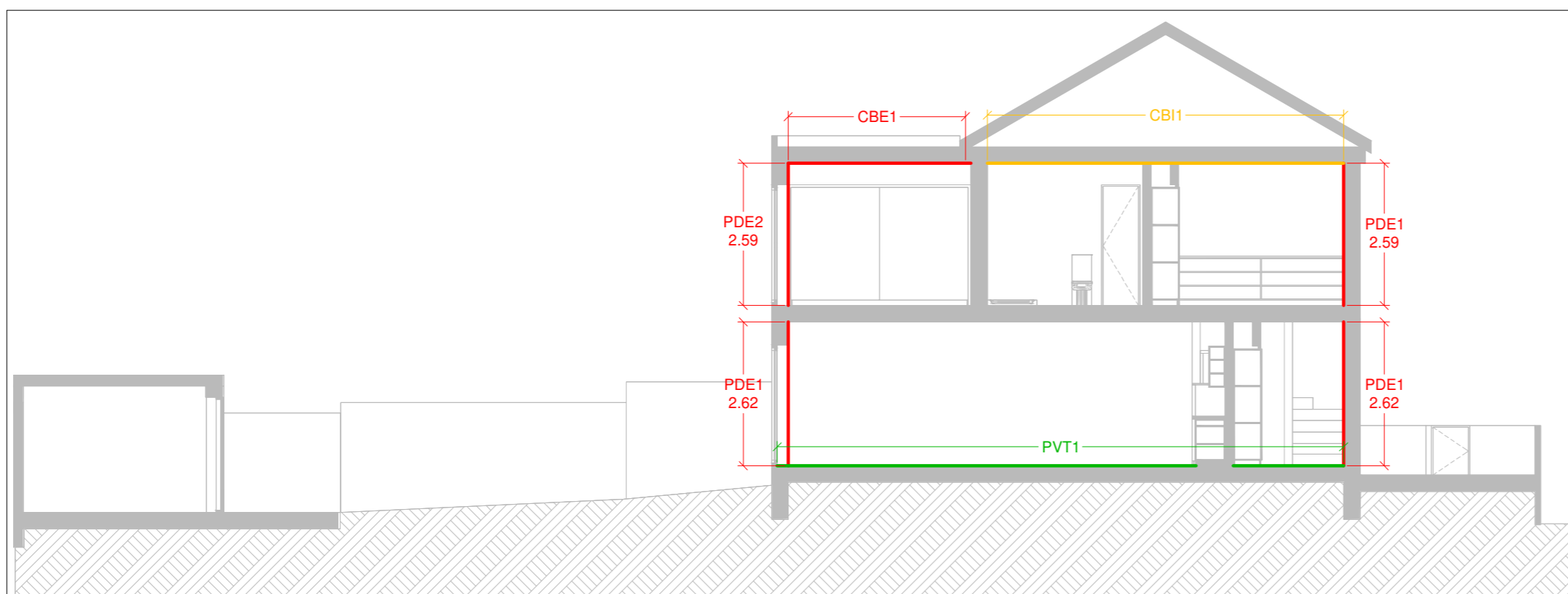


Corte C-04



Corte C-01

Corte C-02

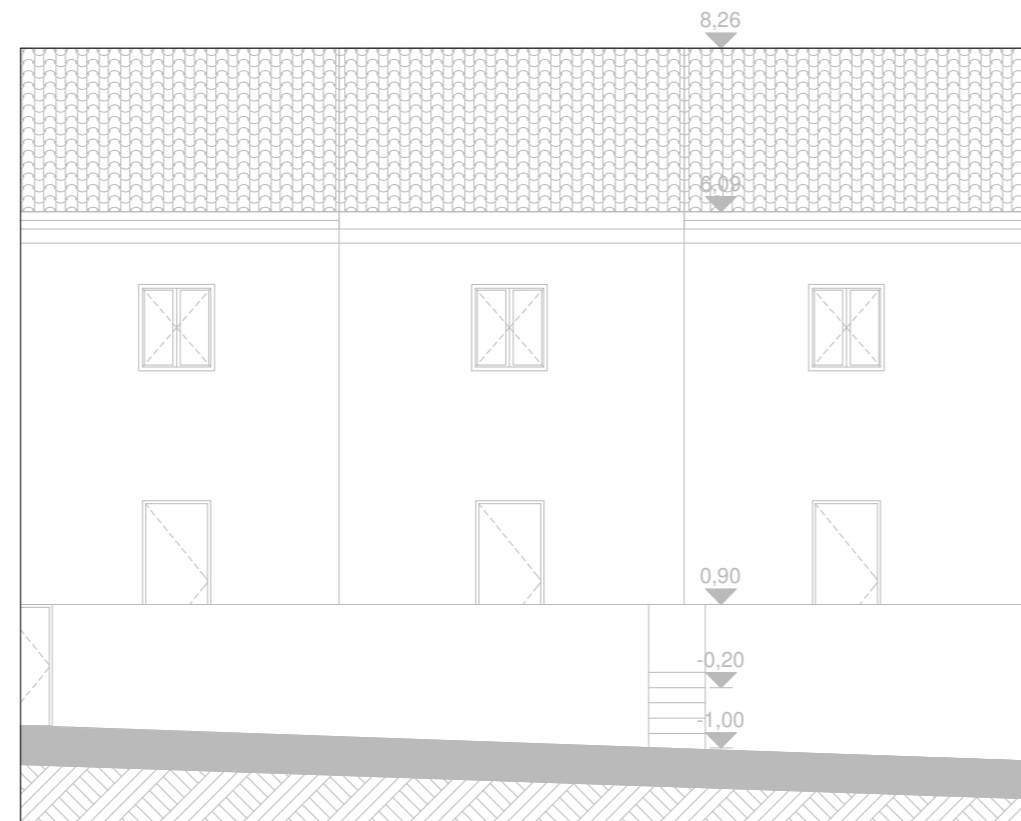


Corte C-03

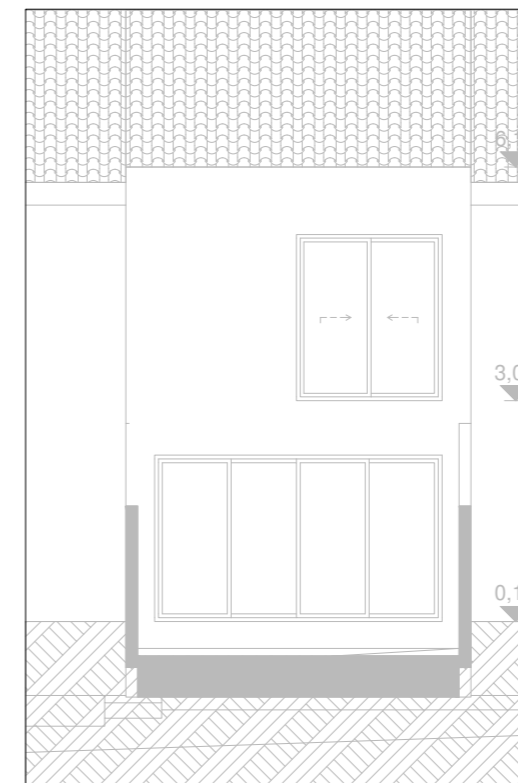
LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE

Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente interior com requisitos de interior	
Envolvente sem requisitos	
Trama pavimento com a cor da envolvente	
Trama cobertura com a cor da envolvente	


REQUERENTE: Cláudia Gomes de Matos Rua São Dinis, nº 521, 2º esq, PORTO	 Rua Fernão Lopes 157, 2º Esq. A 4150-318 Porto Tel: 225 322 758 www.omegafibrow.pt
DESIGNAÇÃO DA OBRA: Remodelação de Habitação - Rua do Mar da Cartola, 4 Matosinhos	FASE: PROJECTO DE LICENCIAMENTO
PROJECTO: COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	PROJECTOU: Paula França Novais DATA: Abr.2018
DESIGNAÇÃO: Cortes da envolvente	DESENHO Nº: 152_01-03 REVISÃO Nº: 0 ESCALA: 1 / 100

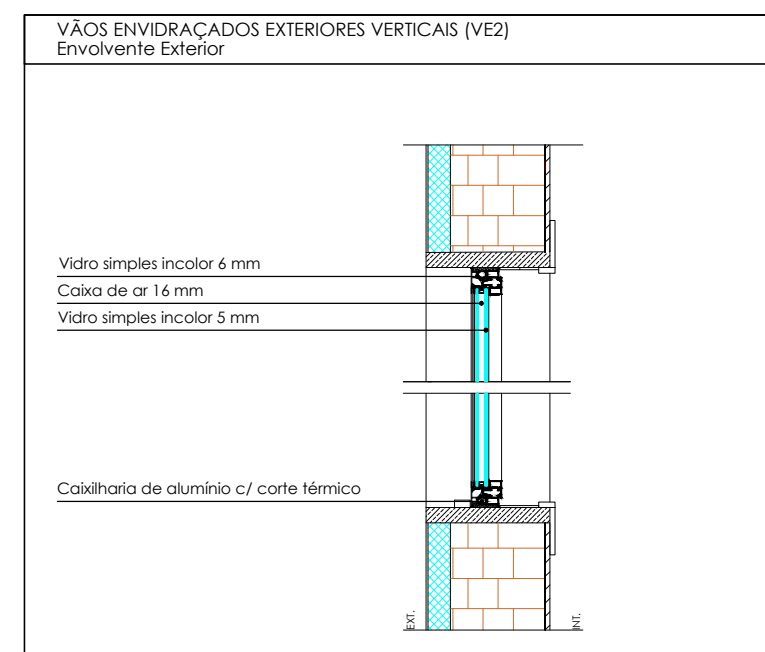
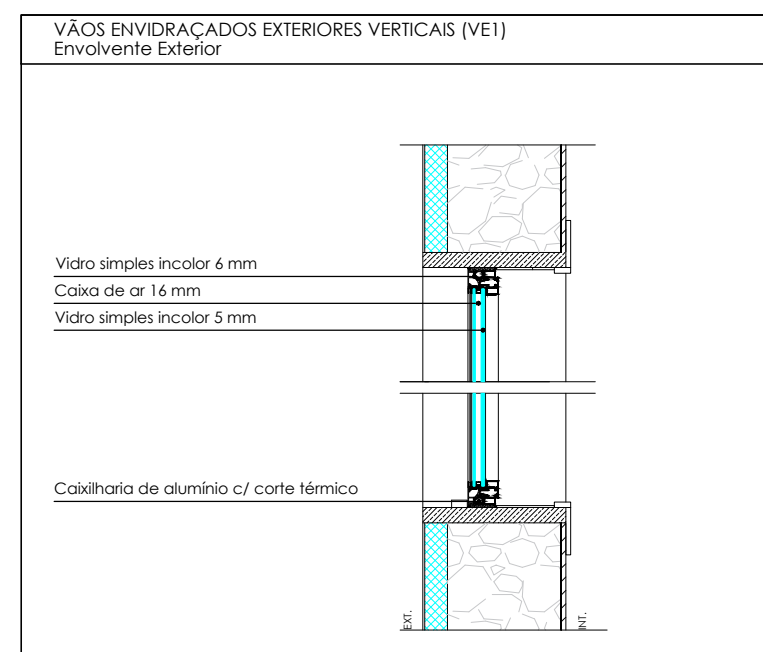
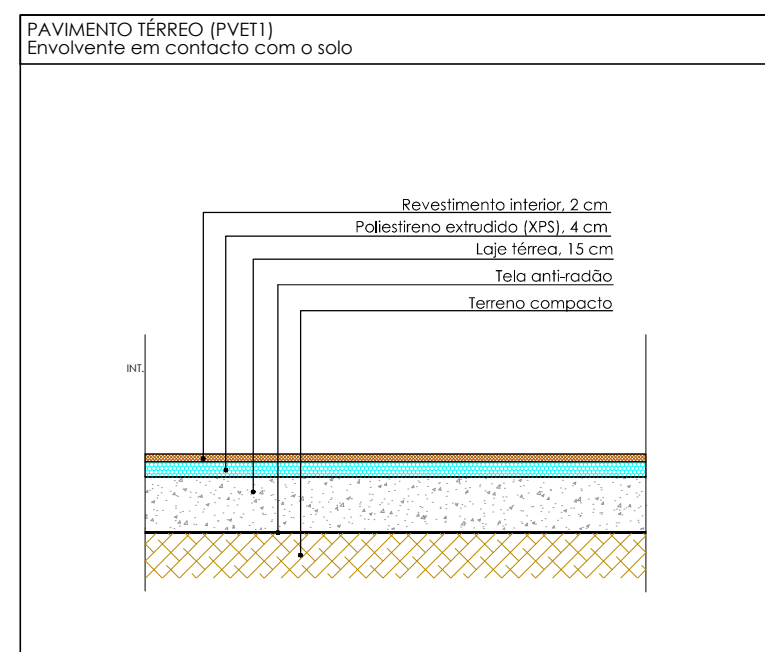
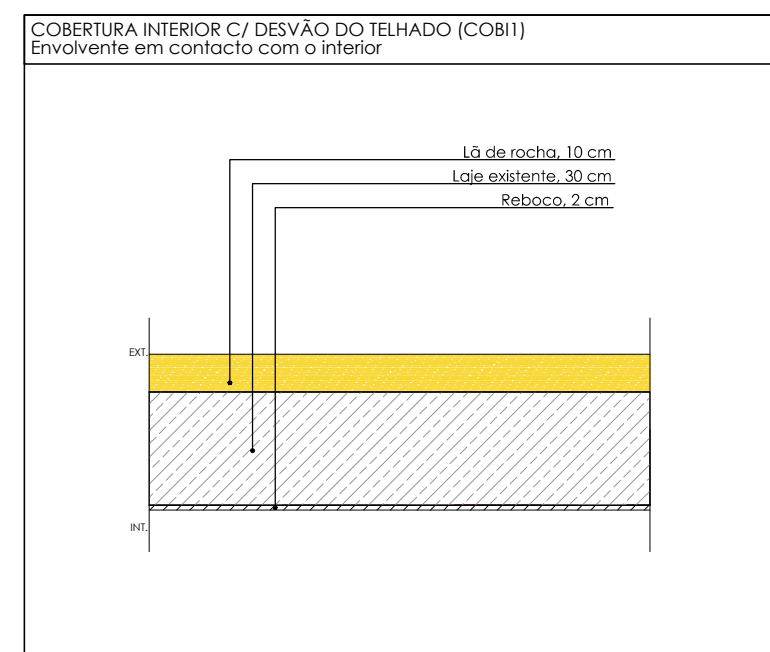
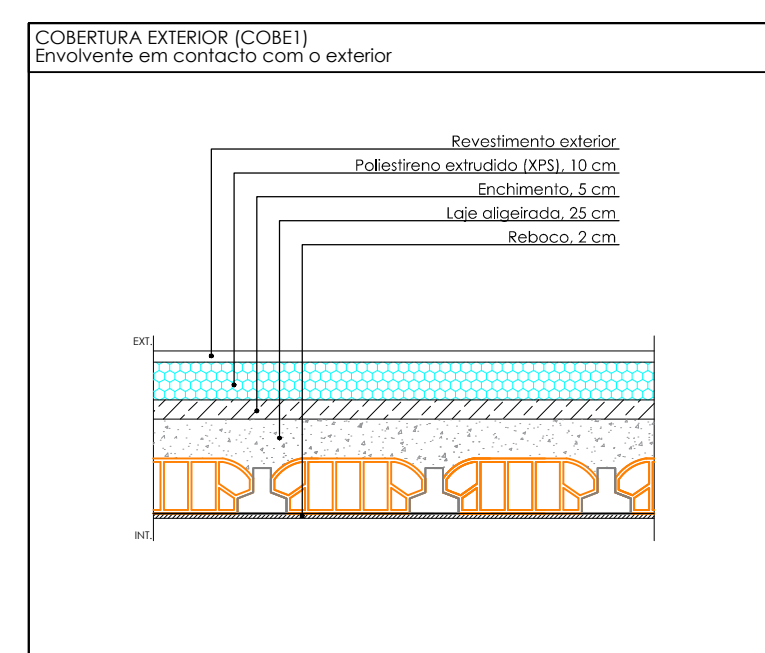
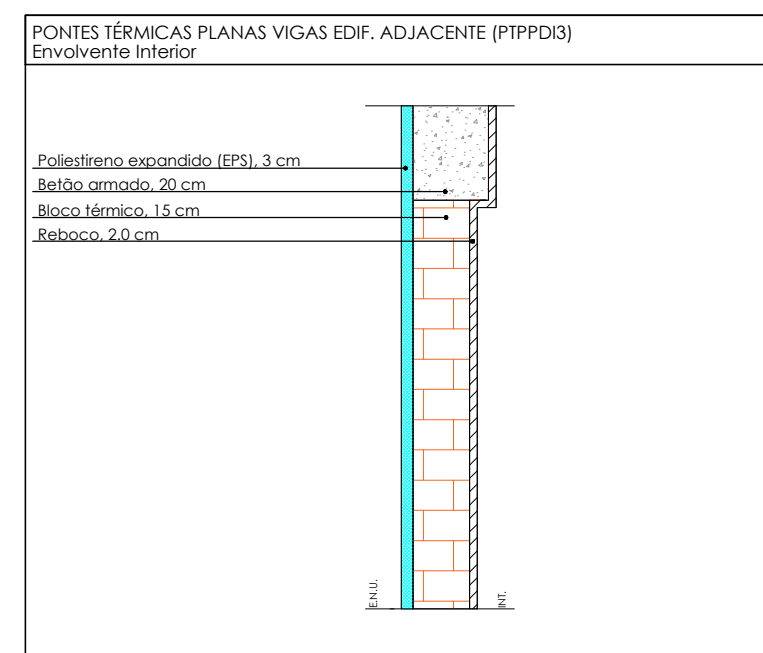
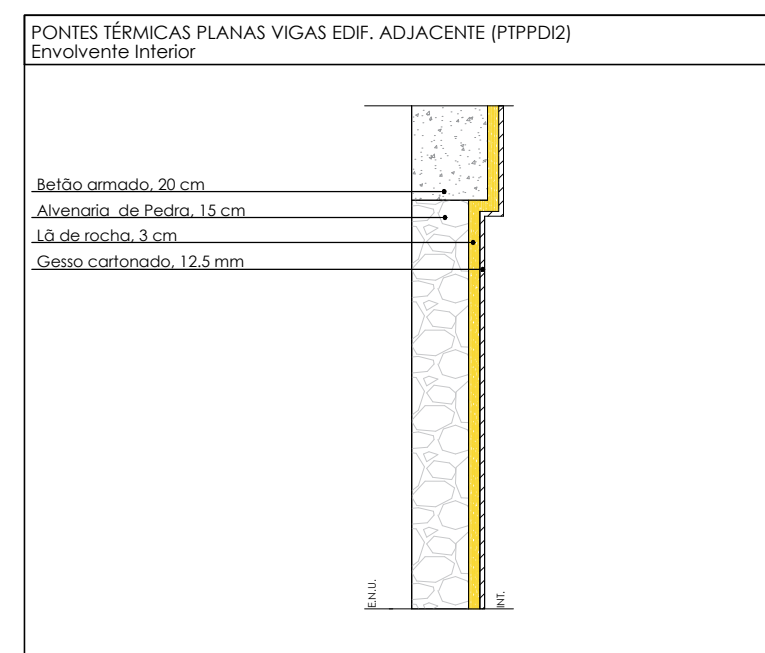
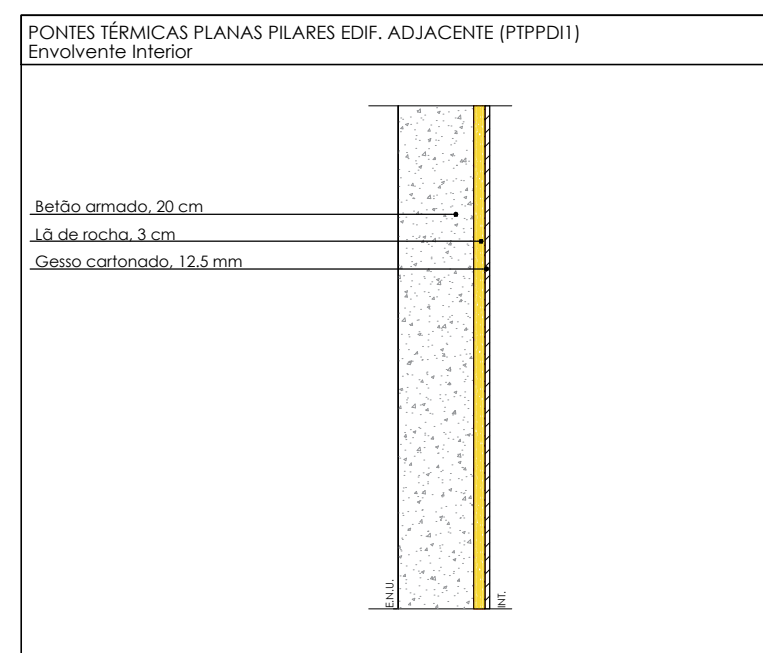
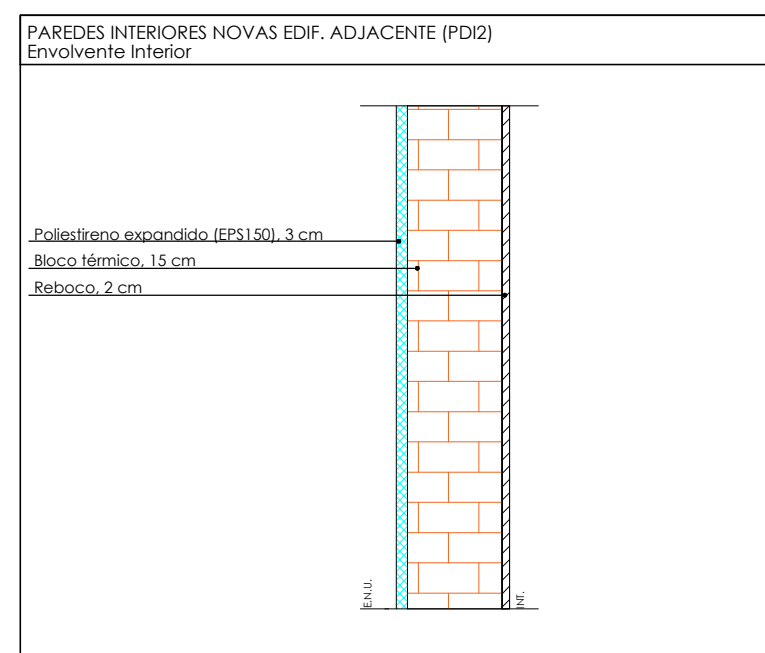
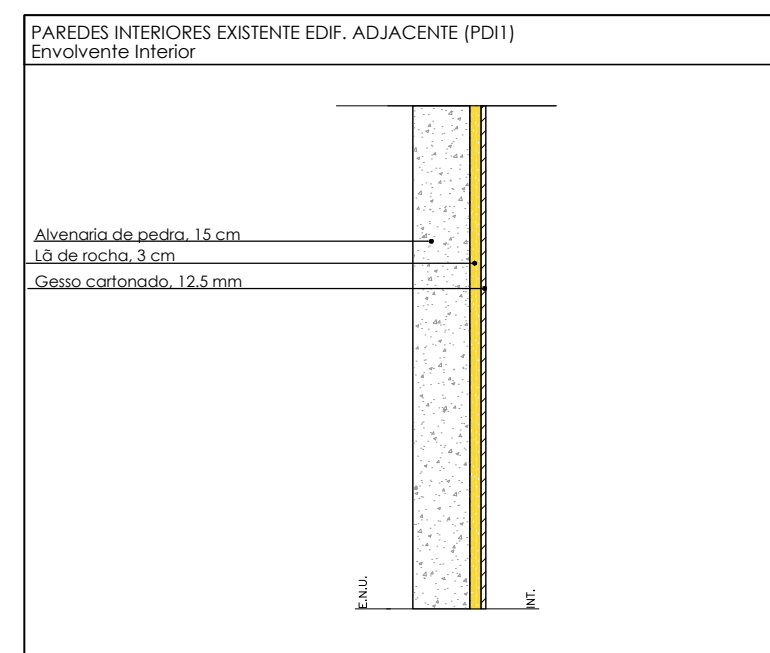
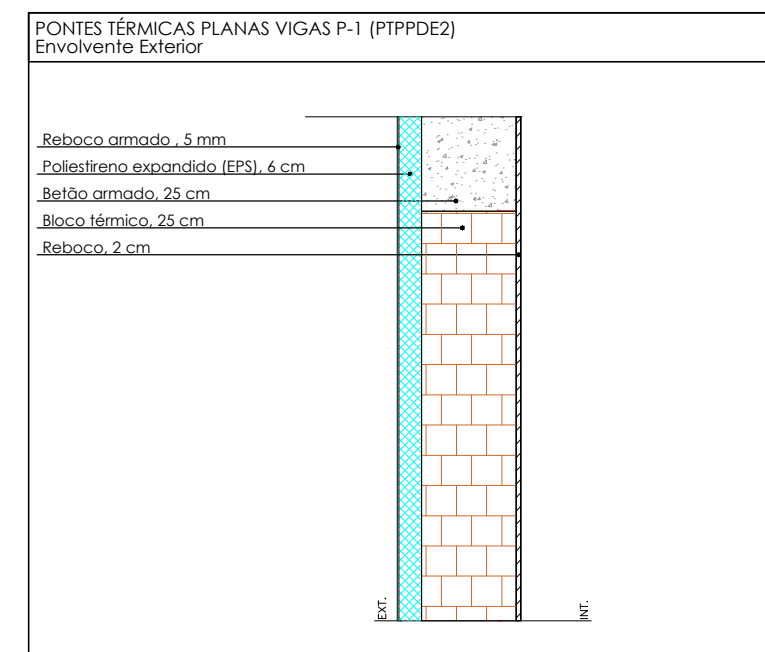
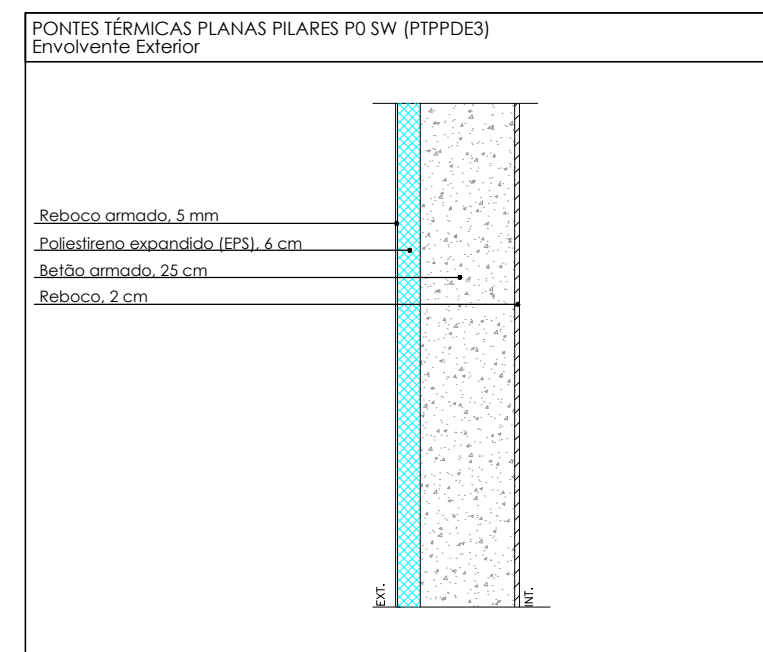
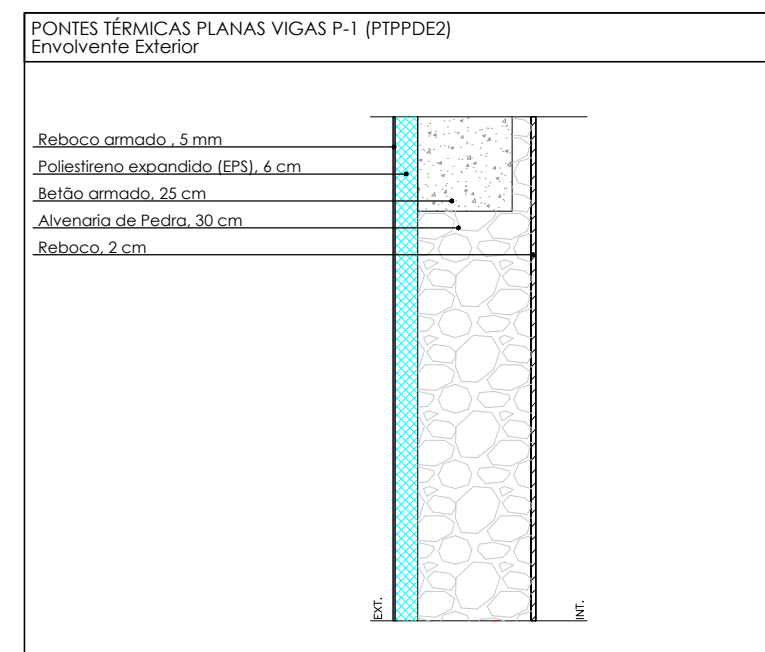
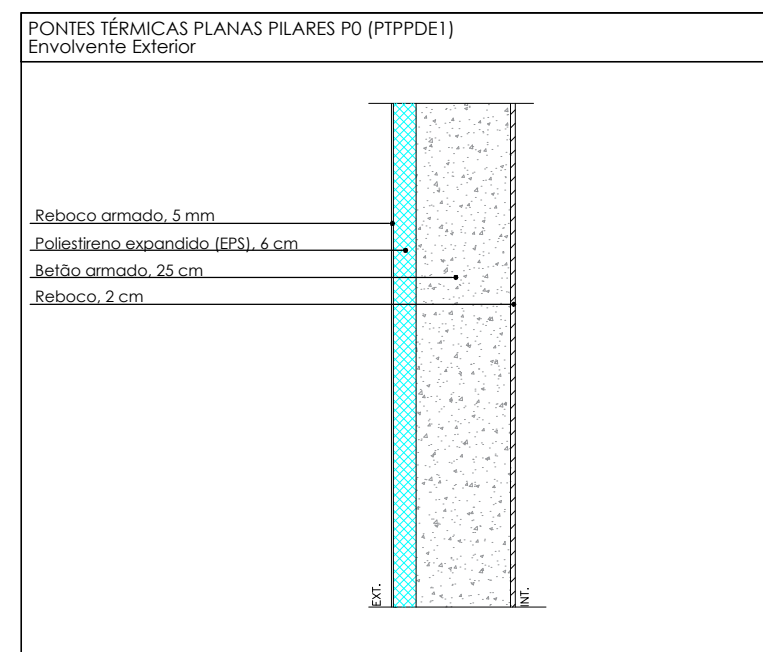
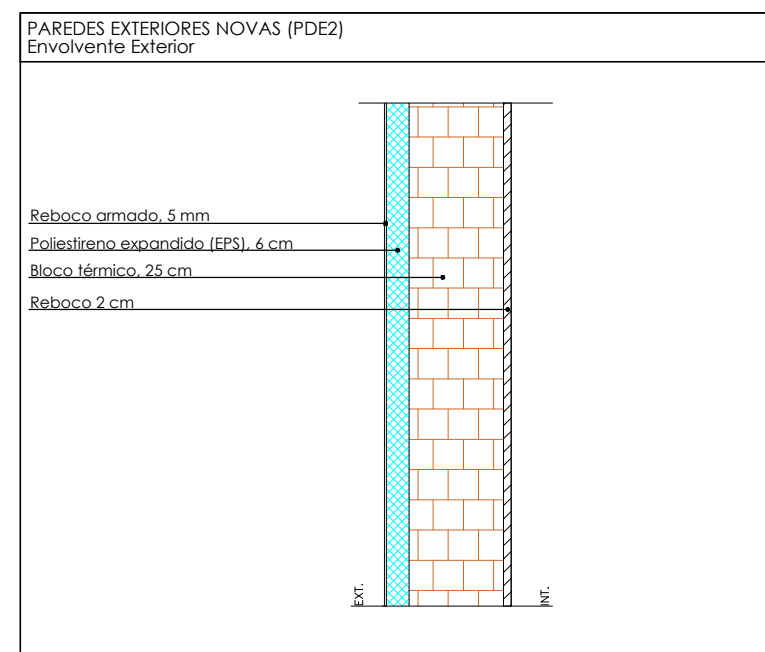
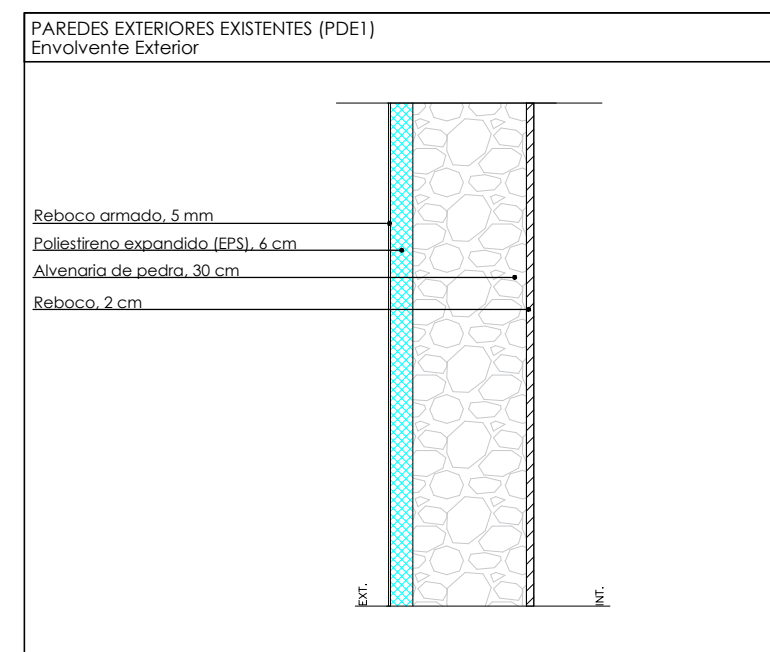


Alçado Rua do Mar da Cartola



Corte/Alçado Sul

<b>REQUERENTE:</b> Cláudia Gomes de Matos Rua São Dinis, nº 521, 2º esq, PORTO		Ruo Fernão Lopes 157, 2º Esq. A 4150-318 Porto Tel. 225 322 736 www.omegafibw.pt
<b>DESIGNAÇÃO DA OBRA:</b> Remodelação de Habitação - Rua do Mar da Cartola, 4 Matosinhos	<b>FASE:</b> PROJECTO DE LICENCIAMENTO	
<b>PROJECTO:</b> COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	<b>PROJECTOU:</b> Paula França Novais	<b>DATA:</b> Abr.2018
<b>DESIGNAÇÃO:</b> Alçados	<b>DESENHO Nº:</b> 152_01-04	<b>REVISÃO Nº:</b> 0
		<b>ESCALA:</b> 1 / 100



<b>REQUERENTE</b> Cláudia Gomes de Matos Rua São Dins, nº 521, 2º esq. PORTO		Rua João Cassal, 7, 2º esq. 4100-111 Porto Tel: 22 522 784 www.omegaflex.pt
<b>DESIGNAÇÃO DA OBRA</b> Remodelação de Habitação - Rua do Mar da Cartola, 4 Matosinhos	<b>FASE</b> PROJECTO DE LICENCIAMENTO	
<b>PROJECTO</b> COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	<b>PROJECTO</b> Paula França Novais	<b>DATA</b> Abr. 2018
<b>DESIGNAÇÃO</b> Pormenores construtivos	<b>DESENHO Nº</b> 152_01-05	<b>REVISÃO Nº</b> 0
		<b>ESCALA</b> 1 / 20



Versão V3.10 de 9 de novembro de 2017

Identificação do Perito Qualificado	Nome:	Andrea Duarte
	Nº de usuário:	PQ00632

### Identificação Geográfica

#### Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)			
Código Postal	4450	-	183
Concelho	Matosinhos		
Artéria	Rua do Mar da Cartola		
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	4	Alojamento	

Inserir fotografia  
Casa Leixões.jpg  
(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)



#### Coordenadas GPS

Latitude	41,188094	Longitude	-8,680155
----------	-----------	-----------	-----------

#### Natureza da Emissão

Qual a data de início do processo de licenciamento ou autorização de edificação?	A partir de 1 de Janeiro de 2016		
Tipo de Certificado	Pré-Certificado	Contexto de Certificado	Grande Intervenção
Definição do Enquadramento	Licença de Edificação		

### Identificação do Imóvel

#### Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Fração Autónoma (com PH constituída)	Tipo de Fração	Privado
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			

#### Identificação Registral

Conservatória Omissa?	Conservatória única?   -	Número da Conservatória	
Conservatória Registo Predial de Matosinhos		Sob o nº	1040

Identificação Fiscal

Freguesia	UNIÃO DAS FREGUESIAS DE MATOSINHOS E LEÇA DA PALMEIRA	Cód. de Freguesia	130812
Nº Artigo Matricial	7784	Fração	B

Identificação Municipal

Aplicável Nº do Processo Municipal? <input checked="" type="checkbox"/>	Nº do Processo Municipal	3885/17GU	Data de registo	03/2018
---	--------------------------	-----------	-----------------	---------

Proprietário/Promotor

Nome	Cláudia Gomes de Matos	Estrangeiro?	<input type="checkbox"/>				
Artéria	Rua São Dinis						
Código Postal	4250		436				
Aplicável nº de Porta? <input checked="" type="checkbox"/>	Nº de Porta	521	Aplicável Alojamento? <input checked="" type="checkbox"/>	Alojamento	2º esq	NIF	206913796
Telefone	938 235 779	e-mail	vitorino.teixeira@ani-engenharia.pt	Não dispõe		NOTA: O Email do Proprietário deverá ser preenchido obrigatoriamente, caso se pretenda utilizar os dados do proprietário para faturação.	

Técnico responsável pelo Projeto

Nome do Técnico	Paula Cristina Trigo França Novais		
Ordem Profissional	Ordem dos Engenheiros	Nº de Membro	64406
Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto	OMEGAFLOW - Soluções de Engenharia		

Características do Imóvel

## Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	38	Altitude normalmente entre 0 e 132 m
Distância à costa	Inferior a 5km	Edifício situado
		no interior de uma zona urbana

## Características do Edifício

Ano de construção conhecido?	<input type="checkbox"/>	Ano de construção	
Período de Construção	entre 1946 e 1960	Nº total de pisos que constitui o edifício	2
Tipo de utilização	Habitação	Possui elevador?	<input type="checkbox"/>

## Características da Fração

Área útil de pavimento (m <sup>2</sup> )	82,51	Pé-direito médio ponderado (m)	2,61	ROADMAP	2016
Tipologia	T1	Tipologia fiscal	T1	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	2	Situação da fração face a outras frações	Outra		

Descrição sucinta	Caract. restantes
<p>O edifício localiza-se na união de freguesias Matosinhos e Leça da Palmeira, concelho de Matosinhos, Distrito do Porto, a uma altitude de 38 m e uma distância à costa inferior a 5 km.</p> <p>Apresenta uma tipologia T1, possui uma área útil 82,51 m<sup>2</sup> e é constituído por 2 pisos.</p> <p>Segundo a informação disponível, o edifício foi construído entre 1946 e 1960 e destina-se a habitação.</p> <p>Não dispõe de sistema de climatização ambiente e a produção de águas quentes sanitárias é assegurada por um sistema de coletores solares.</p> <p>No que diz respeito à ventilação, esta processa-se de forma mecânica com recurso a admissões de ar na caixilharia e exaustão através de válvulas de extração, localizadas nas instalações sanitárias.</p>	1290

## Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m <sup>2</sup> )	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m <sup>3</sup> )
Piso 0	39,63	2,62	48,0	103,83
I.S	2,37	2,62	2,9	6,21
I.S1	5,66	2,59	6,9	14,66
Hall piso 1	16,81	2,59	20,4	43,54
Quarto	18,04	2,59	21,9	46,72

TOTAL	82,510	2,605	100,0	214,96
-------	--------	-------	-------	--------

## Envoltente exterior

### Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento?

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples com isolamento térmico pelo exterior
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	Pilares
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	Vigas

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	<p>Paredes exteriores (PDE1):</p> <p>Parede simples com isolamento térmico pelo exterior, constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Alvenaria de pedra com 30 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.80 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,50	Existente	Sim	
PDE2	Parede Exterior - Tipo 1	<p>Paredes Exteriores (PED2):</p> <p>Parede simples com isolamento térmico pelo exterior, constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Bloco Térmico 25 cm de espessura e resistência térmica 0.830 m<sup>2</sup>.°C/W;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,37	Ampliada	Sim	
PTPPDE1	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	<p>Ponte Térmica Plana (PTPPDE1):</p> <p>Ponte térmica plana exterior, pilar, com isolamento térmico pelo exterior constituído por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Pilar de betão com 0.25 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,49	Existente	Sim	

PTPPDE2	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	<p>Ponte Térmica Plana (PTPPDE2):</p> <p>Ponte térmica plana exterior, viga, com isolamento térmico pelo exterior constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Pilar de betão com 0.25 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,49	Existente	Sim	
PTPPDE3	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	<p>Ponte Térmica Plana (PTPPDE3):</p> <p>Ponte térmica plana exterior, pilar, com isolamento térmico pelo exterior constituído por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Pilar de betão com 0.25 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,49	Ampliada	Sim	
PTPPDE4	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	<p>Ponte Térmica Plana (PTPPDE4):</p> <p>Ponte térmica plana exterior, viga, com isolamento térmico pelo exterior constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reboco Armado com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (EPS) com 6 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Pilar de betão com 0.25 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,49	Ampliada	Sim	

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m <sup>2</sup> )	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDE1	Nordeste		22,10	2,94	Clara	Não			0,50	19,16	0,50	0,50
PDE1	Sudoeste		11,12	7,47	Clara	Não			0,50	3,65	0,50	0,50
PDE2	Sudoeste		10,98	3,36	Clara	Não			0,37	7,62	0,50	0,50
PTPPDE1	Sudoeste	PDE1	0,49		Clara	Não			0,49	0,49	0,50	0,90
PTPPDE2	Sudoeste	PDE1	0,41		Clara	Não			0,49	0,41	0,50	0,90
PTPPDE3	Sudoeste	PDE2	0,48		Clara	Não			0,49	0,48	0,50	0,90
PTPPDE4	Sudoeste	PDE2	0,41		Clara	Não			0,49	0,41	0,50	0,90

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	Pala horizontal $\alpha$	Pala vertical à esquerda $\beta_{esq}$	Pala vertical à direita $\beta_{dir}$

PDE1	0	0	0	
PDE1	0	0	0	
PDE2	0	0	0	
PTPPDE1				
PTPPDE2				
PTPPDE3				
PTPPDE4				

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0,00	19,16	0,00	0,00	0,00	3,65	0,00	0,00	22,81	0,50	0,50	0,50
PDE2	Parede Exterior - Tipo 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	7,62	0,00	0,00	7,62	0,37	0,50	0,50
PTPPDE1	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00	0,00	0,49	0,49	0,50	0,90
PTPPDE2	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,41	0,49	0,50	0,90
PTPPDE3	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,48	0,00	0,00	0,48	0,49	0,50	0,90
PTPPDE4	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,41	0,00	0,00	0,41	0,49	0,50	0,90

## Pavimentos Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	<p>Cobertura exterior horizontal (CBE1):</p> <p>Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior, constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimento exterior a definir pela arquitetura;</li> <li>- Isolamento térmico (XPS) com 10 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.037 W/m.°C;</li> <li>- Betonilha de regularização com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Enchimento com 5 cm de espessura média e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C;</li> <li>- Laje aligeirada com 25 cm de espessura e resistência térmica de 0.23 m<sup>2</sup>.°C/W;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,32	0,31	Ampliada	Sim

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação (1)	Emissividade (11)	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBE1		14,09	Clara	Não			0,32	0,31	0,40	0,40

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	14,09	0,32	0,40	0,40

## Vãos Envidraçados Exteriores

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento dos vãos envidraçados?

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2

Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simple	Caixilharia metálica com corte térmico com vidro duplo	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE1): Vão envidraçado simples, em caixilharia de alumínio, com corte térmico, classe 3 de permeabilidade ao ar, vidro duplo incolor, 6 mm + caixa de ar 16 mm+ 5 mm, com factor solar de 0.75.	Com protecção pelo exterior	Protecção solar exterior em portada de madeira de cor clara, e interior em cortina transparente de cor clara, resultando num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.50 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar com protecção 100% activa de 0.03.	Existente	Sim
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE2): Vão envidraçado simples, em caixilharia de alumínio, com corte térmico, classe 3 de permeabilidade ao ar, vidro duplo incolor, 6 mm + caixa de ar 16 mm+ 5 mm, com factor solar de 0.75.	Com protecção pelo interior	Protecção solar interior em blackout de cor clara, e interior em cortina transparente de cor clara, resultando num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.80 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar com protecção 100% activa	Ampliada	Sim

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	g <sub>L,vi</sub>	g <sub>L,T</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>L,Tp</sub>	Classe da Caixilharia	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>g</sub>	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área (m <sup>2</sup> )	U <sub>máx</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)
VE1	2,50	0,75	0,03	0,39	3	Duplo	0,70	2,80	1,14	2,80
VE2	2,80	0,75	0,37	0,39	3	Duplo	0,70	2,80	12,61	2,80

ID vão	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientação	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Permeabilidade da Caixa de Estore	Classe SEEP	ID SEEP	gT corrigido	Área do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	Área de envidraçados do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	gT <sub>max</sub>	Aenv < 5% Apav
1	Hall piso 1	VE1	Nordeste	1,14	Não	Não tem			0,03	16,81	1,14	-	Não
2	Piso 0	VE2	Sudoeste	8,36	Não	Não tem			0,26	39,63	8,36	0,40	Não
3	Quarto	VE2	Sudoeste	4,25	Não	Não tem			0,33	18,04	4,25	0,36	Não

(continuação)

ID vão	Sombreamento Arrefecimento = Sobreamento Aquecimento?	ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO/ARREFECIMENTO				ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO				
		Obstrução do Horizonte α <sup>o</sup>	Pala horizontal α <sup>o</sup>	Pala vertical à esquerda β <sub>esq</sub> <sup>o</sup>	Pala vertical à direita β <sub>dir</sub> <sup>o</sup>	Pala horizontal α <sup>o</sup>	Pala vertical à esquerda β <sub>esq</sub> <sup>o</sup>	Pala vertical à direita β <sub>dir</sub> <sup>o</sup>		
1	Sim	45	0	0	0					



2	Sim	45	0	82	81					
3	Sim	45	0	85	0					

## Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)
VOE1	Vão Opaco Exterior - Tipo 1	Vão opaco exterior (VOE1): Vão opaco sem isolamento térmico, constituído por: - Madeira com 5 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.29 W/m.°C	2,31

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m <sup>2</sup> )	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β <sub>esq</sub>	Pala vertical à direita β <sub>dir</sub>	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
VOE1	Nordeste	Clara	1,80	0	0	0	2,31	0,50	-

Designação do Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
VOE1	0,00	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,80	2,31	0,50	-

## Envolvente em contacto com o solo

Considerar a simplificação relativa ao cálculo da transmissão pelos elementos em contacto com o solo?

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo λ?

2,0

W/(m.°C)

## Pavimentos Têrreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Têrreo - Tipo 1	Pavimento com isolamento térmico pelo interior

--	--

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	Sujeita a intervenção?
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1	<p>Pavimento Térreo, (PVT1):</p> <p>Pavimento em contacto com o solo, com isolamento térmico pelo interior constituído por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimento interior com condutibilidade térmica de 1.04 W/m.°C;</li> <li>- Isolamento térmico (XPS) com 4 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.037 W/m.°C;</li> <li>- Laje existente com 25 cm de espessura e resistência térmica de 0.15 m<sup>2</sup>.°C/W;</li> <li>- Terreno compacto com condutibilidade térmica de 2.00 W/m.°C.</li> </ul> <p>Para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, sugere-se a aplicação de uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno).</p>	42,00	0,30	0,50	Sim

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	R <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn (m)	Extensão de Isol. D (m)
PVT1	1,15	28,27	0,38	Sim	Horizontal	0,0	10,1

## Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m <sup>2</sup> )	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Pontes Térmicas Lineares Exteriores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
Fach. com pavimentos térreos	8,48	Valores Tabelados					Exterior	0,70	0,5
Fachada com pavimento intermédio	16,96	Valores Tabelados		Teto falso?		s/ teto falso	Exterior	0,15	0,5
Fachada com cobertura	8,48	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre		Exterior	0,80	0,5
Fachada com caixilharia	24,54	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Exterior	0,25	0,2
								-	-

(VIII) Note-se que, em ligações de fachada com pavimento intermédio ou varanda os valores tabelados do coeficiente de transmissão térmica linear Ψ apresentados dizem respeito a METADE da ligação global, correspondendo apenas à perda no andar superior ou no andar inferior.

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)
PTLE1	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	8,48	0,70	0,50
PTLE2	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	16,96	0,15	0,50
PTLE3	Fachada com cobertura e isolamento sobre a laje de cobertura	Valores Tabelados	8,48	0,80	0,50
PTLE4	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	24,54	0,25	0,20

## Envolvente Interior

### Definição da Envolvente Interior

Aplicação da regra de simplificação relativa à determinação do coeficiente de redução de perdas de ENU?

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do btr de acordo com a norma 13789?	b <sub>tr</sub> calculado	A <sub>v</sub> /A <sub>u</sub>	Volume do ENU m <sup>3</sup>	Ventilação	b <sub>tr</sub>
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
Desvão do Telhado	Não		0,5 ≤ A <sub>v</sub> /A <sub>u</sub> < 1	V ≤ 50	Forte	0,90
						-

## Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 1	Parede simples com isolamento térmico pelo interior
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	Pilares
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	Vigas
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 2	Parede simples com isolamento térmico pelo exterior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> ·°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDI1	Parede Interior - Tipo 1	<p>Paredes existentes em contacto com edifício adjacente (PDI1):</p> <p>Parede simples sem isolamento térmico, constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pedra com 15 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.80 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,89	Existente	Não	Não
PDI2	Parede Interior - Tipo 2	<p>Paredes em contacto com edifício adjacente (PDI2):</p> <p>Parede simples sem isolamento térmico, constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bloco Térmico com 15 cm de espessura e resistência térmica de 0.498 m<sup>2</sup>.°C/W</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,61	Ampliada	Sim	
PTPPDI1	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	<p>Ponte Térmica Plana (PTPPDI1):</p> <p>Ponte térmica plana interior, pilar, com isolamento térmico pelo interior constituído por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pilar de betão com 0.20 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Lã de Rocha com 3 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.040 W/m.°C;</li> <li>- Gesso cartonado 12.5 mm de espessura e condutibilidade térmica de 0.25 W/m.°C.</li> </ul>	0,86	Existente	Sim	

PTPPDI2	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	<p>Ponte Térmica Plana Interior(PTPPDI2):</p> <p>Ponte térmica plana interior, viga, com isolamento térmico pelo interior constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Viga de betão com 0.20 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Lã de Rocha com 3 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.040 W/m.°C;</li> <li>- Gesso cartonado 12.5 mm de espessura e condutibilidade térmica de 0.25 W/m.°C.</li> </ul>	0,86	Existente	Sim	
PTPPDI3	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	<p>Ponte Térmica Plana Interior (PTPPDI3):</p> <p>Ponte térmica plana interior, viga, com isolamento térmico pelo exterior constituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-EPS com 3 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.035 W/m.°C;</li> <li>- Viga de betão com 0.20 cm de espessura e condutibilidade térmica de 2.0 W/m.°C;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,81	Ampliada	Sim	

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	btr	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI1	Edifício Adjacente		84,69	2,56	0,60	0,89	82,13	0,80	-
PDI2	Edifício Adjacente		17,42	0,67	0,60	0,61	16,76	0,80	2,00
PTPPDI1	Edifício Adjacente	PDI1	2,23		0,60	0,86	2,23	0,80	1,78
PTPPDI2	Edifício Adjacente	PDI1	0,34		0,60	0,86	0,34	0,80	1,78
PTPPDI3	Edifício Adjacente	PDI2	0,67		0,60	0,81	0,67	0,80	1,22

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI1	0,60	82,13	0,89	0,80	-
PDI2	0,60	16,76	0,61	0,80	2,00
PTPPDI1	0,60	2,23	0,86	0,80	1,78
PTPPDI2	0,60	0,34	0,86	0,80	1,78
PTPPDI3	0,60	0,67	0,81	0,80	1,22

### Pavimentos Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	btr	Udesc (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBI1	Cobertura Interior - Tipo 1	<p>Cobertura interior (CBI1):</p> <p>Cobertura horizontal com isolamento térmico pelo exterior, c onstituída por:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Isolamento térmico em lâ de rocha com 10 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.040m<sup>2</sup>.°C/W;</li> <li>- Laje existente com resistência térmica de 0.15 m<sup>2</sup>.°C/W;</li> <li>- Reboco com 2 cm de espessura e condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C.</li> </ul>	0,34	Existente	Sim

### PREENCHER APENAS PARA O CASO DE COBERTURAS EM DESVÃO

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação (°)	Emissividade (°K)	Udescendente (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBI1	Desvão do Telhado		26,41	Clara	Fortemente	Normal	0,32	0,90	0,34	0,40	0,40

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)

CBI1	0,90	26,41	0,34	0,40	0,40
------	------	-------	------	------	------

## Vãos Envidraçados Interiores

Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m <sup>2</sup> )	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Pontes Térmicas Lineares Interiores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. B <sup>(XIV)</sup> (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais	Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
							-	-

## Ventilação

Método de cálculo	Segundo a EN 15242 e Despacho 15793-K
-------------------	---------------------------------------

Efetuar o cálculo no separador "CalculoVentilacao"

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
-----------------------	---------------------------

Arrefecimento noturno com abertura das janelas?

R <sub>ph</sub> Estimada (h <sup>-1</sup> )	R <sub>ph</sub> mínimo (h <sup>-1</sup> )	R <sub>ph, i</sub> (h <sup>-1</sup> )	R <sub>ph, v</sub> (h <sup>-1</sup> )
0,42	0,40	0,42	0,60

Descrição da Solução de Ventilação	Caract. restantes 146
------------------------------------	-----------------------

A ventilação é processada de forma mecânica, sem dispositivos de admissão de ar na fachada, com admissões de ar na caixilharia (classe 3 de permeabilidade ao ar) e exaustão através de ventiladores de extração localizados nas prumadas das instalações sanitárias.  
Os envidraçados, face à sua distribuição, e modo de abertura, permitem efectuar o arrefecimento noturno.

## Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos? | - |

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?

Isolamento térmico na tubagem de distribuição de AQS com resistência térmica  $\geq 0,25 \text{ m}^2 \cdot \text{C/W}$ ? | - |

Os chuveiros ou sistemas de duche possuem certificado de eficiência hídrica com rótulo A ou superior? | |

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Solar	Painel Solar Térmico	1	Vulcano		TSS150 FCC-2		Sistema solar térmico individual, Termossifão, para montagem em cobertura horizontal plana, a 35º com azimute Sul. O kit é composto por um colector solar do tipo VULCANO modelo FCC – 2, com área útil de 1.95 m², depósito de acumulação horizontal, com 150 litros de capacidade.	886,00
Sistema 2	Electricidade	Termoacumulador	1	Vulcano		TSS150		Depósito de acumulação horizontal Vulcano TSS150, com 150 litros de capacidade, com isolamento térmico em poliuretano com 50 mm de espessura, permutador de dupla envolvente e vaso de expansão para o circuito primário solar incorporado de raiz no depósito. O depósito tem uma perda estática de 1.7 kWh/24h, tem incorporada uma resistência eléctrica, com 1.50 kW de potência e uma eficiência de 0.93.	

O edifício tem exposição solar adequada?

Produtividade de referência (kWh/m²)

528,00

Electricidade, Gás (natural, propano, butano), Gasóleo, Biomassa (sólida, líquida, gasosa)

Identificação do Sistema	Função	Funcionamento (perfil de consumo)	Potência (kW)	Informação sobre eficiência?	Eficiência do Equipamento Nominal/Sazonal	Fracção servida (0 a 1)	Idade do sistema	Eficiência do Equipamento (0 a 6)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	Consumo Energia Final (kWh/ano)	Perda Estática (QPR Solução) kWh/24h	Perda Estática (QPR Máximo) kWh/24h	Parcela das necessidades (0 a 1)
Sistema 2	Águas Quentes Sanitárias	Durante todo o ano	1,5	Sim	0,93	1,00		0,93	0,95	-	325,42	1,70	2,34	0,25



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

## Solar, Eólica, Hídrica, Geotérmica

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	EREN (kWh/ano)	Parcela afectada à Função (0 a 1)	EREN ext (kWh/ano)	Área Total de Coletores (m <sup>2</sup> )	Produtividade (kWh/m <sup>2</sup> ) Coletores	Produtividade de referência (kWh/m <sup>2</sup> ) Coletores	Produtividade (Wh/Wp)	Caudal Médio (m <sup>3</sup> /s)	Rendimento Nominal Turbina	Rendimento Nominal Gerador	Parcela das necessidades (0 a 1)	Parcela das necessidades de energia eléctrica (0 a 1)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias		886,00	1,00		1,94	456,70	528,00					0,75	-
			-										-	-

## Balanco energético

### Indicadores energéticos

Sigla	Descrição	Valor	Referência	
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	35,15	44,27	
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	11,12	9,13	
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	1189	1189	<b>Ntc/Nt</b>
Wvm	Energia eléctrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)		236,52	0,73
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	886	686	
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)	886	686	<b>Classe Energética</b>
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)		0,00	<b>B</b>
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	114,17	156,19	

### Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Valor do Edifício (kWh/m <sup>2</sup> .ano)	Renovável (%)
Aquecimento	44,27	35,15	0,00

### Potencial para a identificação de Medidas de Melhoria

#### AVALIAÇÃO DO POTENCIAL PARA A IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA

[alínea b) do ponto 4. do Despacho n.º 7113/2015 de 29 de Junho]

- Verde (superior a 30%) - Elevado potencial de melhoria
- Amarelo (entre 0% e 30%) - Algum potencial de melhoria
- Vermelho (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

Varição das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão	Aquecimento	Solução Inicial	Simulação em curso
		<b>X</b>	<b>-6,1%</b>
			<b>-6,1%</b>

Arrefecimento	3,04	3,71	0,00
AQS	15,16	14,68	73,14

Energia Renovável (%)	19,04
-----------------------	-------

Emissões de CO2 (t/ano)	1,36
-------------------------	------

Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Arrefecimento	X	-6,8%	-6,8%
	Aquecimento	X	-6,1%	-6,1%
	Arrefecimento	X	-6,8%	-6,8%
	AQS	!	2,1%	2,1%

## Dados Climáticos

Graus-dia	1 160
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I1
---------------------------	----

Zona Climática de Verão	V2
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	10,3
---	------

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	20,9
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	6,1
---	-----

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0
---	-----

## Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	HeCs
14,23	49,99	0,00

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,87	1,65

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
4,16	0,00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
21,40	0,00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
4,51	8,08

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	HeCs
0,00	0,00	12,51

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
38,15	0,00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
30,60

## Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
96,92

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
55,91	86,55

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
20,96

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
1326,75

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
966,36

## Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria?	·
----------------------	---

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	35,15	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	11,12	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	114,17	Classe Energética	<b>B</b>
-----------------	---------------------------------	-------	---------------------------------	-------	-----------------------------------	-------	--	--------	-------------------	----------

Solução Inicial	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	44,27	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Nt (kWh <sub>ap</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	156,19	Classe Energética	<b>D</b>
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Solução Inicial							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	35,15	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	11,12	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Ntc (kWh <sub>ap</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	114,17	Classe Energética	<b>B</b>
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	44,27	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	14,41	Nt (kWh <sub>ap</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	156,19		

Gravar/Editar Simulação

Carregar Simulação



Identificação da Medida de Melhoria e Classe energética	Classe Energética	Medida de Melhoria associada a ...	Descrição sucinta da medida proposta	Descrição detalhada da medida proposta	Medida considerada no recálculo?	Custo estimado de investimento (€)	Redução Anual da Fatura Energética (€/ano)	Período de retorno (anos)	Novo Nt (kWh/m2.ano)	Novo Ntc (kWh/m2.ano)
Medida de Melhoria 1	<b>B</b>	Sistemas Técnicos - Aquecimento	Substituição do equipamento atual e/ou instalação de ar condicionado (bomba de calor) split, multiplit ou VRF com elevada classe energética, para climatização	Instalação de um sistema de ar condicionado multi-split reversível (bomba de calor) tipo Inverter com classe energética A, para climatização ambiente, composto por uma unidade exterior e unidades interiores com uma eficiência em modo de aquecimento (COP) de 3.60 e arrefecimento (EER) 3.20. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 3200€, para uma redução anual de energia de 360€	Sim	3200,00	360,00	8,9	78,07	50,13
Medida de Melhoria 2	<b>B</b>	Vãos Envidraçados	Instalação de proteções solares exteriores móveis nos vãos envidraçados	Propõe-se a instalação de proteções solares exteriores móveis, em portadas de madeira opaca em cor clara nos vãos envidraçados do alçado orientado a sudoeste, que resultará num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.50 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar do vidro de 0.75 e factor solar com protecção 100% activa de 0.03. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 500€, para uma redução anual de energia de 120€.	Sim	500,00	120,00	4,2	156,19	92,91

Medida de Melhoria 3	<b>B</b>	Sistemas Técnicos - Aquecimento	Substituição do equipamento atual e/ou instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente	<p>Instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente a instalar na sala.</p> <p>O valor da eficiência foi determinado segundo o disposto no Despacho n.º 15793-E/2013.</p> <p>O recuperador de calor/salamandra deverá ter um rendimento igual ou superior a 75% e ser homologado de acordo com as normas CE.</p> <p>O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2000€, para uma redução anual de energia de 145€.</p>	Sim	2000,00	145,00	13,8	126,92	71,96
----------------------	----------	---------------------------------	--	---	-----	---------	--------	------	--------	-------

Identificação da Medida de Melhoria	Nic (kWh/m2.ano)	Nvc (kWh/m2.ano)	Qa (kWh/m2.ano)	Aquecimento			Arrefecimento			Águas Quentes Sanitárias			Quantidade Total (m2; ml; kW; l)	Emissões de CO2 (t/ano)
				Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)		
Medida de Melhoria 1	35,15	11,12	1189	13,02	9,76	72,22	3,04	3,48	68,75	15,16	14,68	73,14	15	0,6
Medida de Melhoria 2	28,20	6,46	1189	44,27	28,20	0,00	3,04	2,15	0,00	15,16	14,68	73,14	13	1,1
Medida de Melhoria 3	35,15	11,12	1189	46,89	40,78	55,20	3,04	3,71	0,00	15,16	14,68	73,14	15	0,86

Identificação da Medida de Melhoria (Outros Benefícios)	ENR	TER	ACU	PAT	QAI	SEG	FIM	REN	VIS
Medida de Melhoria 1	✓	✓	✓			✓	✓		✓
Medida de Melhoria 2	✓	✓	✓				✓		✓
Medida de Melhoria 3							✓		

Impacto das Medidas de Melhoria	Custo Total Estimado de Investimento (€)	0,00	Nic (kWh/m2.ano)	28,2	Classe Energética	<b>A</b>	INDICADORES DE DESEMPENHO	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
	Poupança Total da Fatura Energética (€/ano)	390,00	Nvc (kWh/m2.ano)	6,46	Aquecimento		30,66	22,13	87,56	
	Nt (kWh/m2.ano)	86,33	Qa (kWh/ano)	1188,64	Arrefecimento		3,04	2,02	68,75	
	Ntc (kWh/m2.ano)	32,25	Emissões de CO2 (t/ano)	0,38	AQS		15,16	14,68	73,14	

## Documentos

### Documentos

#### RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

Relatório do perito

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 3 MB, formato pdf

#### FOLHAS DE CÁLCULO

Folha de cálculo regulamentar

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Levantamento

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 2 MB, formato pdf

Folha de cálculo da ventilação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Relatório SCE.ER

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1 MB, formato pdf

OUTROS DOCUMENTOS E FOTOGRAFIAS

Adicionar/Remover

Notas e Observações

Caract. restantes

1337

Para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica, optou-se por colocar nas paredes e pavimentos em contacto com o solo, uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno), para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, de forma a mitigar o seu efeito.

O gás radão tem vindo a ser reconhecido como um importante fator de risco ambiental podendo a sua inalação resultar num significativo aumento no risco de cancro do pulmão.

## ANÁLISE ECONÓMICA DE MEDIDAS DE MELHORIA

	€/kWh	kgCO <sub>2</sub> /kWh	F <sub>pu</sub>
Electricidade	0,17	0,144	2,5
Gasóleo	0,096	0,267	1
Gás Natural	0,09	0,202	1
Gás Propano	0,151	0,170	1
Gás Butano	0,151	0,170	1
Biomassa	0,05	0,000	1
Redes Urbanas - Climaespaço (climatização)	0,17	0,144	2,5
Redes Urbanas - Climaespaço (aq)	0,09	0,202	1
Renovável Térmica	0	0	1
Renovável Eléctrica	0	0	2,5

### SITUAÇÃO INICIAL

Identificação do Imóvel / Processo de Certificação	Rua do Mar da Cartola 4				
Área útil de Pavimento, A <sub>p</sub> (m <sup>2</sup> )	82,51	$N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	114,17	$N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	156,19
Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	640,57
Classe de Desempenho Energético	B			Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	1,31

### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	35,15	1,00	1	1,00	2,5	87,88	0,17 €/kWh	5,98 €/m <sup>2</sup>	493,04 €	0,144
									TOTAL	493,04 €	

**G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO**

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{pvv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{pvv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	11,12	1,00	1,00	3	2,5	9,27	0,17 €/kWh	0,63 €/m2	52,00 €	0,144
									TOTAL	52,00 €	

**G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3**

AQ3 Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade		0,25		0,93	2,5	9,86	0,17 €/kWh	0,67 €/m2	55,32 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	14,41	0,75	1	1,00	1	10,74	0,00 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0,144
									TOTAL	55,32 €	

**G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	236,52	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	40,21 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	--------	---------	-----------------------------------	------	----------------------	---------	---	-------

### MEDIDA DE MELHORIA 1

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Pretende que o custo de investimento associado a esta medida de melhoria seja contabilizado na avaliação do Impacto das Medidas de Melhoria?

Não

Medida Associada a:

Sistemas Técnicos - Aquecimento

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Substituição do equipamento atual e/ou instalação de ar condicionado (bomba de calor) split, multiplit ou VRF com elevada classe energética, para climatização

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Instalação de um sistema de ar condicionado multi-split reversível (bomba de calor) tipo Inverter com classe energética A, para climatização ambiente, composto por uma unidade exterior e unidades interiores com uma eficiência em modo de aquecimento (COP) de 3.60 e arrefecimento (EER) 3.20.  
O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 3200€, para uma redução anual de energia de 360€

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{t,c}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,13	Novo $N_t$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	78,07
Quantidade Total (m2; ml; kW; l)	15	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m2.ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	3200	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	281,24	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,76
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	360,00				



G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	
Sistema 3	Electricidade	35,15	1,00	1	3,60	2,5	24,41	0,17 €/kWh	1,66 €/m <sup>2</sup>	136,96 €	0,144	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144	
									TOTAL	136,96 €		

G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{p,uv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{p,uv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Electricidade	11,12	1,00	1,00	3,20	2,5	8,69	0,17 €/kWh	0,59 €/m <sup>2</sup>	48,75 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		3	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	48,75 €	

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade		0,25		0,93	2,5	9,86	0,17 €/kWh	0,67 €/m <sup>2</sup>	55,32 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	14,41	0,75	1	1,00	1	10,74	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	55,32 €	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	236,52	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	40,21 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	--------	---------	-----------------------------	------	-------------------	---------	---	-------

MEDIDA DE MELHORIA 2

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Não

Medida Associada a:

Vãos Envidraçados

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Instalação de proteções solares exteriores móveis nos vãos envidraçados

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Propõe-se a instalação de proteções solares exteriores móveis, em portadas de madeira opaca em cor clara nos vãos envidraçados do alçado orientado a sudoeste, que resultará num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.50 W/(m<sup>2</sup>.°C), factor solar do vidro de 0.75 e factor solar com protecção 100% activa de 0.03.  
O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 500€, para uma redução anual de energia de 120€.

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	92,91	Novo $N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	156,19
Quantidade Total (m <sup>2</sup> ; ml; kW; l)	13	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	500	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	521,29	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,25
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	120,00				

G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	28,20	1,00	1	1,00	2,5	70,50	0,17 €/kWh	4,79 €/m <sup>2</sup>	395,56 €	0,144
									TOTAL	395,56 €	

G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	6,46	1,00	1,00	3	2,5	5,38	0,17 €/kWh	0,37 €/m <sup>2</sup>	30,21 €	0,144
									TOTAL	30,21 €	

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade		0,25		0,93	2,5	9,86	0,17 €/kWh	0,67 €/m <sup>2</sup>	55,32 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	14,41	0,75	1	1,00	1	10,74	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	55,32 €	

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	236,52	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	40,21 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	--------	---------	-----------------------------	------	-------------------	---------	---	-------

MEDIDA DE MELHORIA 3

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Pretende que o custo de investimento associado a esta medida de melhoria seja contabilizado na avaliação do Impacto das Medidas de Melhoria?

Não

Medida Associada a:

Sistemas Técnicos - Aquecimento

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Substituição do equipamento atual e/ou instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Instalação de recuperador de calor/salamandra com elevada eficiência, para aquecimento ambiente a instalar na sala.  
O valor da eficiência foi determinado segundo o disposto no Despacho n.º 15793-E/2013.  
O recuperador de calor/salamandra deverá ter um rendimento igual ou superior a 75% e ser homologado de acordo com as normas CE.  
O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2000€, para uma redução anual de energia de 145€.

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	71,96	Novo $N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	126,92
Quantidade Total (m2; ml; kW; l)	15,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m2.ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	2000	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	496,63	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,50
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	145,00				



G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Biomassa	35,15	0,48	1	0,75	1	22,51	0,05 €/kWh	1,13 €/m <sup>2</sup>	92,87 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,52		1,00	2,5	45,67	0,17 €/kWh	3,11 €/m <sup>2</sup>	256,23 €	0,144
TOTAL										349,10 €	

G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{p,uv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{p,uv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	11,12	1,00	1,00	3	2,5	9,27	0,17 €/kWh	0,63 €/m <sup>2</sup>	52,00 €	0,144
									TOTAL	52,00 €	

G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	
Sistema 2	Electricidade		0,25		0,93	2,5	9,86	0,17 €/kWh	0,67 €/m <sup>2</sup>	55,32 €	0,144	
Sistema 1	Renovável Térmica	14,41	0,75	1	1,00	1	10,74	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144	
									TOTAL	55,32 €		

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$

236,52

kWh/ano

Custo Electricidade (€/kWh)
0,17

Custos Anuais (€)	
40,21 €	0,144

**IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA CONSIDERADAS NO RECÁLCULO DA CLASSE DE DESEMPENHO ENERGÉTICO**

Classe de Desempenho Energético	A	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	32,25	Novo $N_t$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	86,33
Custo Total Estimado de Investimento (€)	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Poupança Total na Factura Energética (€/ano)	390,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€)	255,46	Redução Total das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,97

**G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA AQUECIMENTO**

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	123,00	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade		0,52		3,60	2,5	10,18	0,17 €/kWh	0,69 €/m <sup>2</sup>	57,10 €	0,144
Sistema 3	Biomassa	28,20	0,48	1	0,75	1	18,06	0,05 €/kWh	0,90 €/m <sup>2</sup>	74,51 €	0

Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
										TOTAL	131,61 €

**G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO**

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{p,uv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{p,uv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade	6,46	1,00	1,00	3,20	2,5	5,05	0,17 €/kWh	0,34 €/m <sup>2</sup>	28,32 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		3	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
										TOTAL	28,32 €

**G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS**

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_a/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{p,ua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_a/A_p) \cdot F_{p,ua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 1	Electricidade	14,41	0,25	1	0,93	2,5	9,86	0,17 €/kWh	0,67 €/m <sup>2</sup>	55,32 €	0,144
Sistema 4	Renovável Térmica		0,75		1,00	1	10,74	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
										TOTAL	55,32 €

G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$  236,52 kWh/ano

Custo Electricidade (€/kWh)
0,17

Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
40,21 €	0,144

**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 Matosinhos

**Edifício**

Empreendimento: \_\_\_\_\_ N.º de fracções 1  
Morada: Rua do Mar da Cartola 4  
Freguesia: UNIÃO DAS FREGUESIAS DE MATOSINHOS E LEÇA DA PALMEIRA Concelho: Matosinhos

**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 <sup>2</sup> )	Pé direito médio ponderado (m)	Tipologia
B	82,51	2,61	T1

Resumo de cálculo:

Fração	Tx. ren. (RPH)	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Qa (kWh/ano)	Ntc (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Nt (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	E <sub>ren,p</sub> (kWh/ano)(*)	E <sub>ren,ext</sub> (kWh/ano)(**)
B	0,42	35,15	44,27	11,12	9,13	1189	114,17	156,19	886	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<sub>ren,p</sub>.

**Técnico responsável pelo projeto de comportamento térmico**

Nome: Paula Cristina Trigo França Novais  
Inscrito na: Ordem dos Engenheiros Número de inscrição: 64406  
Assinatura \_\_\_\_\_



## 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	19,16	816,00	150,00	1,00	2874,51
PDE1	3,65	816,00	150,00	1,00	547,30
PDE2	7,62	350,00	150,00	1,00	1143,50
PTPPDE1	0,49	661,00	150,00	1,00	73,10
PTPPDE2	0,41	661,00	150,00	1,00	60,90
PTPPDE3	0,48	661,00	150,00	1,00	72,26
PTPPDE4	0,41	661,00	150,00	1,00	60,90
			0,00		
<b>TOTAL</b>					4832,47

#### 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
CBE1	14,09	420,00	150,00	1,00	2113,50
			0,00		
<b>TOTAL</b>					2113,50

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

#### 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	82,13	10,00	10,00	1,00	821,28
PDI2	16,76	246,00	150,00	1,00	2513,55
PTPPDI1	2,23	10,00	10,00	1,00	22,27
PTPPDI2	0,34	10,00	10,00	1,00	3,36
PTPPDI3	0,67	536,00	150,00	1,00	99,90
			0,00		
<b>TOTAL</b>					3460,36

## INÉRCIA TÉRMICA

### 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
			0,00		
<b>TOTAL</b>					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
CBI1	26,41	316,00	150,00	1,00	3962,06
			0,00		
<b>TOTAL</b>					3962,06

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

#### Pavimentos enterrados

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

## INÉRCIA TÉRMICA

### Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PVT1	42,00	64,00	64,00	1,00	2688,00
<b>TOTAL</b>					<b>2688,00</b>

### 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 divisórias	32,78	210,00	210,00	1,00	6884,83
Parede divisórias existentes	10,98	780,00	300,00	1,00	3294,48
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					<b>10179,31</b>

#### 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
Pavimento compartimentação	40,51	300,00	300,00	1,00	12153,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					<b>12153,00</b>

**It** 477,38

**Classe de inércia térmica** Forte

### Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Matosinhos
Altitude (m)	38
Região	B
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	82,51
Pé direito (m)	2,61
Volume (m <sup>3</sup> )	214,96
Exterior (°C)	10,30
Altitude ref. (m)	94,00
A <sub>EW</sub> /A <sub>J</sub>	16,7%

Nº de pisos da fracção	2
Velocidade do vento, u <sub>10</sub> (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, H <sub>edif</sub> (m)	5,21
Altura da fracção, H <sub>FA</sub> (m)	5,21
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H <sub>obs</sub> (m)	5,21
Distância ao obstáculo, D <sub>obs</sub> (m)	15,31
Protecção do edifício	Normal
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.

Designação	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vaos 1	13,75	3	Não tem

### Aberturas de admissão de ar na envolvente

Existem aberturas de admissão de ar nas 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)?

Sistema Ventilação Mecânica	Tipo de escoamento	Informação sobre ventilador?	Admissão			Exaustão			Rendimento recuperador calor (%)	Designação
			Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Pressão (Pa)	Rendimento ventilador (%)	Caudal nominal (m <sup>3</sup> /h)	Pressão (Pa)	Rendimento ventilador (%)		
Sistema V_M 1	Exaustão	Não				90,00				
Sistema V_M 2										

### RESULTADOS

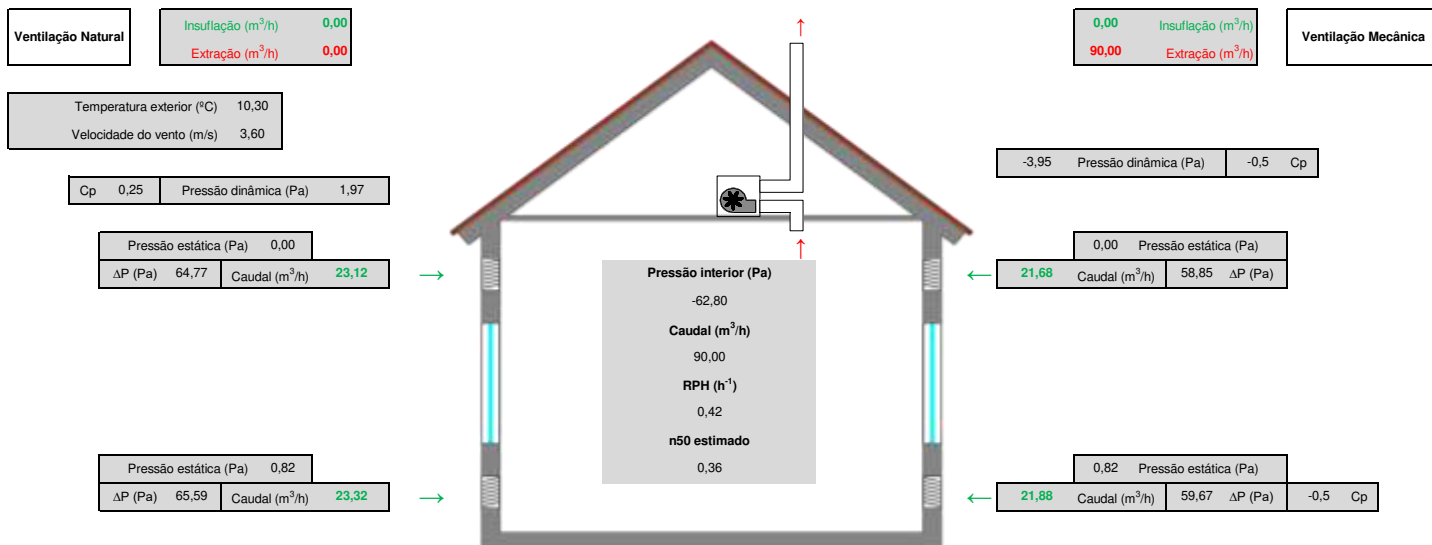
RPH estimada condições nominais (h-1)	0,42
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,42
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,42
Wvm (kWh/ano)	236,52

A taxa de renovação horária satisfaz os requisitos mínimos

Ver esquema da Ventilação (Método simplificado)

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



**Folha de Cálculo A**
**TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA**

A.1 - ENVOLTE EXTERIOR				A.6 - ENVOLTE 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>ref</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	19,16	0,50	9,58	PDE1	19,16	0,50	9,58
PDE1	3,65	0,50	1,82	PDE1	3,65	0,50	1,82
PDE2	7,62	0,37	2,82	PDE2	7,62	0,50	3,81
PTPPDE1	0,49	0,49	0,24	PTPPDE1	0,49	0,50	0,24
PTPPDE2	0,41	0,49	0,20	PTPPDE2	0,41	0,50	0,20
PTPPDE3	0,48	0,49	0,24	PTPPDE3	0,48	0,50	0,24
PTPPDE4	0,41	0,49	0,20	PTPPDE4	0,41	0,50	0,20
		TOTAL	15,10			TOTAL	16,11
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>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U <sub>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
CBE1	14,09	0,32	4,51	CBE1	14,09	0,40	5,64
		TOTAL	4,51			TOTAL	5,64
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)	1,14	2,50	2,85	1 (VE1)	1,14	2,80	3,19
2 (VE2)	8,36	2,80	23,41	2 (VE2)	8,36	2,80	23,41
3 (VE2)	4,25	2,80	11,89	3 (VE2)	4,25	2,80	11,89
		TOTAL	38,15			TOTAL	38,49
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
VOE1	1,80	2,31	4,16	VOE1	1,80	0,50	0,90
		TOTAL	4,16			TOTAL	0,90
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	8,48	0,70	5,94	Fach. com pavimentos térreos	8,48	0,50	4,24
Fachada com pavimento intermédio	16,96	0,15	2,54	Fachada com pavimento intermédio	16,96	0,50	8,48
Fachada com cobertura	8,48	0,80	6,78	Fachada com cobertura	8,48	0,50	4,24
Fachada com caixilharia	24,54	0,25	6,14	Fachada com caixilharia	24,54	0,20	4,91
		TOTAL	21,40			TOTAL	21,87

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior  $H_{ext}$   W/°C

 Coeficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior  $H_{ext}$   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>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</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>tr</sub>	U.A.b <sub>tr</sub> W/°C
TOTAL					TOTAL				
0,00					0,00				
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	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	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	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
PDI1	82,13	0,89	0,60	43,86	PDI1	82,13	0,80	0,60	39,42
PDI2	16,76	0,61	0,60	6,13	PDI2	16,76	0,80	0,60	8,04
PTPPDI1	2,23	0,86	0,60	1,15	PTPPDI1	2,23	0,80	0,60	1,07
PTPPDI2	0,34	0,86	0,60	0,17	PTPPDI2	0,34	0,80	0,60	0,16
PTPPDI3	0,67	0,81	0,60	0,32	PTPPDI3	0,67	0,80	0,60	0,32
TOTAL					TOTAL				
51,64					49,01				
PAVIMENTOS SOBRE 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	PAVIMENTOS SOBRE 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				
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
CB11	26,41	0,34	0,90	8,08	CB11	26,41	0,40	0,90	9,51
TOTAL					TOTAL				
8,08					9,51				
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, MARQUISES, 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, MARQUISES, 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.°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					TOTAL				
0,00					0,00				

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

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

PAVIMENTOS TÉRREOS				PAVIMENTOS TÉRREOS			
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem</i>	Área m <sup>2</sup>	U <sub>f</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>f</sub> W/°C	<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	42,00	0,30	12,51	PVT1	42,00	0,50	21,00
TOTAL			12,51	TOTAL			21,00

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

Coefficiente 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**

Coefficiente 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>adj</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

Coefficiente 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>adj 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**

Coefficiente 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

Coefficiente 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

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i} \cdot A_p \cdot P_d &= 90,00 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,42 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 82,51 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,61 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 30,60 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i \text{ REF}} &= 0,42 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 82,51 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,61 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} &= 30,60 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d &= 128,98 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 82,51 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,61 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 43,85 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

## Folha de Cálculo C

### GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

#### C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} &= \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M &= \boxed{6,09} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= \boxed{82,51} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= \boxed{1446,68} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

#### 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)	Nordeste	0,39	1,14	0,72	0,70	0,22	0,33	0,08
2 (VE2)	Sudoeste	0,39	8,36	0,35	0,70	0,79	0,84	0,66
3 (VE2)	Sudoeste	0,39	4,25	0,38	0,70	0,44	0,84	0,37
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<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	1,11

*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>
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<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

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } \boxed{1,11} \text{ m}^2 \\ & \times \\ \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sul}} &= \boxed{130} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M &= \boxed{6,09} \text{ meses} \\ & = \\ \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} &= \boxed{882,29} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

### C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1446,68 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 882,29 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 2328,98 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 82,51 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,09 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 1430,11 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 1446,68 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 2876,79168 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

Ganhos internos médios  $q_{int}$   $\frac{4}{x}$  W/m<sup>2</sup>  
 Duração da estação de arrefecimento  $L_v$   $\frac{2928}{x}$  horas  
 Área útil de pavimento  $A_p$   $\frac{82,51}{x}$  m<sup>2</sup>  
 $\frac{1000}{x}$   
 Ganhos internos brutos  $Q_{int,v}$   $\frac{966,36}{x}$  kWh/ano

D.2 - GANHOS SOLARES

VÃOS ENVIDRAÇADOS

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada $F_g$	Factor Sel. angular $F_{w,v}$	Fracção Tempo Prot. Móveis activos $F_{m,v}$	FS Global Prot. Móveis e Perm. $\beta_T$	FS Global Prot. Perm. $\beta_{Tp}$	FS de Verão $\beta_v = F_{m,v} \cdot \beta_T + (1 - F_{m,v}) \cdot \beta_{Tp}$	Área Efectiva $A_{e,v} = A_w \cdot F_g \cdot \beta_v$	Factor de Obstrução $F_o = F_{o,v} \cdot F_{o,p} \cdot F_{i,v}$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
1 (VE1)	Nordeste	1,14	Duplo	0,70	0,85	0,40	0,03	0,39	0,25	0,20	0,90	350,00	61,84
2 (VE2)	Sudoeste	8,36	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,37	0,39	0,38	2,20	0,72	490,00	772,08
3 (VE2)	Sudoeste	4,25	Duplo	0,70	0,85	0,70	0,37	0,39	0,38	1,12	0,90	490,00	492,84
TOTAL													1326,75

Designação do Envidraçado	Orientação	Área m <sup>2</sup>	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada $F_g$	Factor Sel. angular $F_{w,v}$	Fracção Tempo Prot. Móveis activos $F_{m,v}$	FS de Verão do vão interior $\beta_{v,INT}$	FS de Verão do vão do ENU $\beta_{v,ENU}$	Área Efectiva $A_{e,v} = A_w \cdot F_g \cdot \beta_{v,INT} \cdot \beta_{v,ENU}$	Factor de Obstrução $F_o = F_{o,v} \cdot F_{o,p} \cdot F_{i,v}$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$	
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 <math>F_o</math> é igual a 1.</u> Caso o vão exterior do ENU não disponha de dispositivos de protecção solar permanentes o factor solar $g_{v,ENU}$ é igual a 1.													0,00
TOTAL													0,00

ENVOLVENTE EXTERIOR OPACA

PAREDE EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	Área $A_{op}$	U	$R_{se}$	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução $F_o = F_{o,v} \cdot F_{o,p} \cdot F_{i,v}$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
PDE1	Nordeste	0,40	19,16	0,50		0,15	1,00	350,00	53,66
PDE1	Sudoeste	0,40	3,65	0,50		0,03	1,00	490,00	14,30
PDE2	Sudoeste	0,40	7,62	0,37		0,05	1,00	490,00	22,11
PTPDE1	Sudoeste	0,40	0,49	0,49	0,04	0,00	1,00	490,00	1,87
PTPDE2	Sudoeste	0,40	0,41	0,49		0,00	1,00	490,00	1,56
PTPDE3	Sudoeste	0,40	0,48	0,49		0,00	1,00	490,00	1,85
PTPDE4	Sudoeste	0,40	0,41	0,49		0,00	1,00	490,00	1,56
TOTAL									96,92

COBERTURA EXTERIOR	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	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	14,09	0,31	0,04	0,07	1,00	800,00	55,91
TOTAL									55,91

COBERTURAS INTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	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 $I_{sol}$	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
CB11	Horizontal	0,32	26,41	0,32	0,04	0,11	1,00	800,00	86,55
TOTAL									86,55

VÃOS OPACOS EXTERIORES	Orientação	Coefficiente de absorção $\alpha$	Área $A_{op}$	U	$R_{se}$	Área efectiva $A_e = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se}$	Factor de Obstrução $F_o = F_{o,v} \cdot F_{o,p} \cdot F_{i,v}$	Intensidade da Radiação $I_{sol}$	$I_{sol} \cdot F_o \cdot A_e$
VOE1	Nordeste	0,40	1,80	2,31	0,04	0,07	0,90	350,00	20,96
TOTAL									20,96

Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada  $\frac{1326,75}{x}$  kWh/ano  
 +  
 Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca  $\frac{260,33}{x}$  kWh/ano  
 =  
 Ganhos Solares brutos  $Q_{sol,v}$   $\frac{1587,09}{x}$  kWh/ano

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

Ganhos internos brutos  $Q_{int,v}$   $\frac{966,36}{x}$  kWh/ano  
 +  
 Ganhos solares brutos  $Q_{sol,v}$   $\frac{1587,09}{x}$  kWh/ano  
 =  
 Ganhos térmicos brutos  $Q_{t,b}$   $\frac{2553,45}{x}$  kWh/ano

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

Ganhos internos médios  $q_{int}$   $\frac{4}{x}$  W/m<sup>2</sup>  
 Duração da Estação de Arrefecimento  $L_v$   $\frac{2928}{x}$  horas  
 $\frac{1000}{x}$   
 factor solar de verão de referência  $q_{v,REF}$   $\frac{0,43}{x}$   
 $A_w / A_p$   $\frac{0,2}{x}$   
 Radiação solar média de referência  $I_{sol,REF}$   $\frac{490}{x}$  kWh/m<sup>2</sup>.ano  
 =  
 $\frac{53,85}{x}$  kWh/m<sup>2</sup>.ano  
 Área útil de Pavimento  $A_p$   $\frac{82,51}{x}$  m<sup>2</sup>  
 =  
 Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento  $Q_{t,b,REF}$   $\frac{4443,33}{x}$  kWh/ano

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

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 155,54 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 30,60 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} \quad 186,14 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,160 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 155,54 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 4\,331,82 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,160 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 30,60 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 852,20 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} \quad 162,52 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} \quad 30,60 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} \quad 193,12 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,160 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} \quad 162,52 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 4526,25 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,160 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} \quad 30,60 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 852,20 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

#### E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia do edifício	Forte
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	2328,98 kWh/ano
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,i} + Q_{ve,i}$	5184,01 kWh/ano
parâmetro $\gamma_i$	0,45
parâmetro $a_i$	4,20 W/°C
Factor de utilização dos ganhos $\eta_i$	0,98
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	2328,98 kWh/ano
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$	2283,75 kWh/ano

#### E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos $\eta_{i,REF}$	0,6
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i,REF}$	2876,79 kWh/ano
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i,REF}$	1726,08 kWh/ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$	4331,82 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$	852,20 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$	2283,75 kWh/ano
(folha de cálculo 1.4)	=
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	2900,26 kWh/ano
Área útil de pavimento $A_p$	82,51 m <sup>2</sup>
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_{ic}$	35,15 kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i,REF}$	4526,25 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i,REF}$	852,20 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i,REF}$	1 726,08 kWh/ano
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	3652,37 kWh/ano
Área útil de pavimento $A_p$	82,51 m <sup>2</sup>
Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_i$	44,27 kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 103,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 43,85 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 147,76 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 103,91 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 1\,247,39 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 43,85 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 526,43 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

**F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS**

Inércia do edifício	<input type="text" value="Forte"/>
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$	<input type="text" value="2553,45"/> kWh/ano
	÷
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{ve,v}$	<input type="text" value="1773,82"/> kWh/ano
	=
parâmetro $\gamma_v$	<input type="text" value="1,44"/>
parâmetro $a_v$	<input type="text" value="4,20"/> W/°C
Factor de utilização dos ganhos $\eta_v$	<input type="text" value="0,64"/>

**F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA**

Factor de utilização dos ganhos $\eta_v$	<input type="text" value="0,83"/>
--	-----------------------------------

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

	<input type="text" value="0,36"/>
	x
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$	<input type="text" value="2553,45"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="82,51"/> m <sup>2</sup>
	=
Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento $N_{vc}$	<input type="text" value="11,12"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

	<input type="text" value="0,17"/>
	x
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v REF}$	<input type="text" value="4443,33"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="82,51"/> m <sup>2</sup>
	=
Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento $N_v$	<input type="text" value="9,13"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano



Folha de Cálculo G

LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA

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 $N_i$ 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	2900,26	87,88	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	1	2,5	110,66
TOTAL									TOTAL						
2900,26									110,66						

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 $F_{pov}$ 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 $f_v \cdot \delta \cdot N_{uc} \cdot F_{pov} / \eta_v$ 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 $F_{pov}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Limite das Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot N_v \cdot F_{pov} / \eta_v$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema por defeito	Electricidade		1,00		3	2,5	305,88	9,27	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61
TOTAL									TOTAL						
305,88									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 $M_{AQ3}$ <input type="text" value="80"/> l $\times$ número de ocupantes de cada fracção $n$ <input type="text" value="2"/> ocupantes $\times$ aumento de temperatura $\Delta T$ <input type="text" value="35"/> °C $\times$ nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias $\div$ 3600000 $\div$ Ap <input type="text" value="82,51"/> m <sup>2</sup> = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_u/A_p$ <input type="text" value="14,41"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano									consumo médio diário de referência $M_{AQ3}$ <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 $\times$ nº de dias de consumo <input type="text" value="365"/> dias $\div$ 3600000 $\div$ Ap <input type="text" value="82,51"/> m <sup>2</sup> = Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS $Q_u/A_p$ <input type="text" value="14,41"/> 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>ep</sub> /kWh	Necessidades de Energia Final $f_a \cdot \delta \cdot Q_u / \eta_a$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano	SISTEMA PARA AQS	Fonte de Energia	Necessidades de Energia Útil de Referência $Q_u/A_p$ 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 $f_a \cdot \delta \cdot Q_u \cdot F_{pua} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano		
Sistema 2	Electricidade	14,41	0,25	1	0,93	2,5	325,42	9,86	Sistema 2	Electricidade	14,41	1,00	0,95	2,5	37,91		
Sistema 1	Renovável Térmica		0,75		1,00	1	886,00	10,74									
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00		
TOTAL									TOTAL								
1211,42									37,91								

**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>  
 x  
 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 $F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 1	Renovável Térmica	10,74	1	10,74
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	TOTAL			10,74

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 -  
 Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 =  
 Necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_c$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

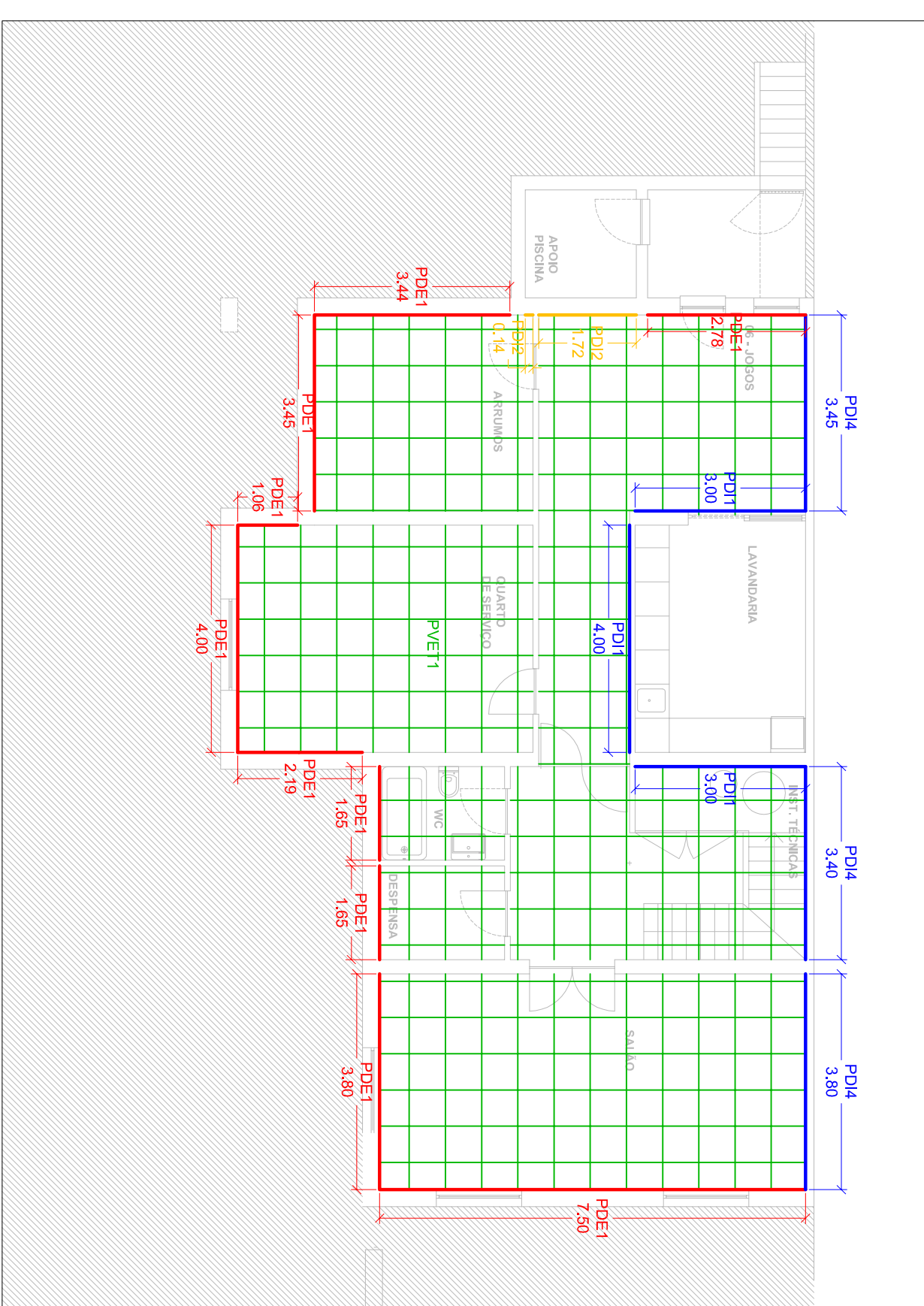
Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 =  
 Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_l$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano



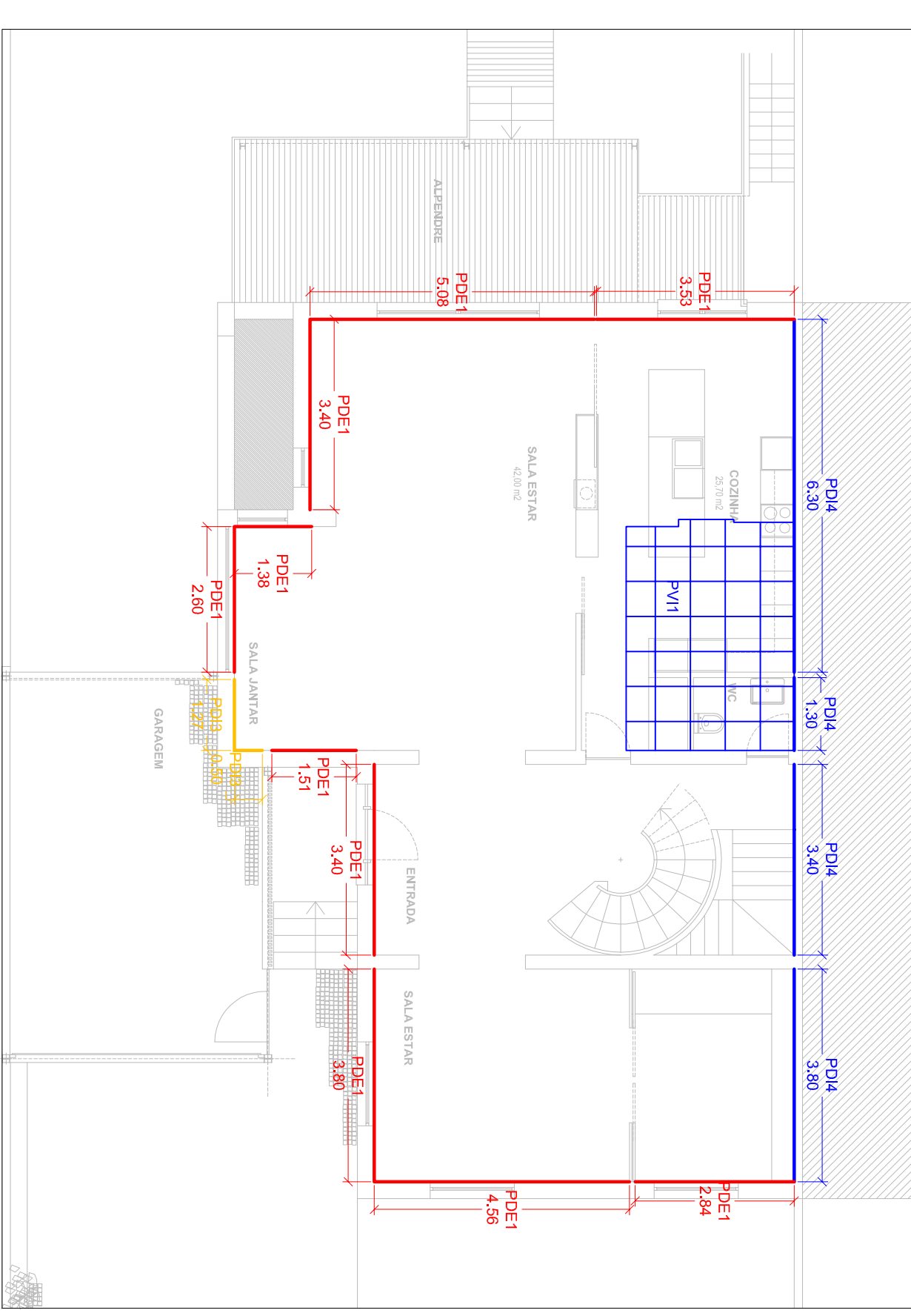


## **ANEXO II – EDIFÍCIO DE LORDELO DO OURO E MASSARELOS**

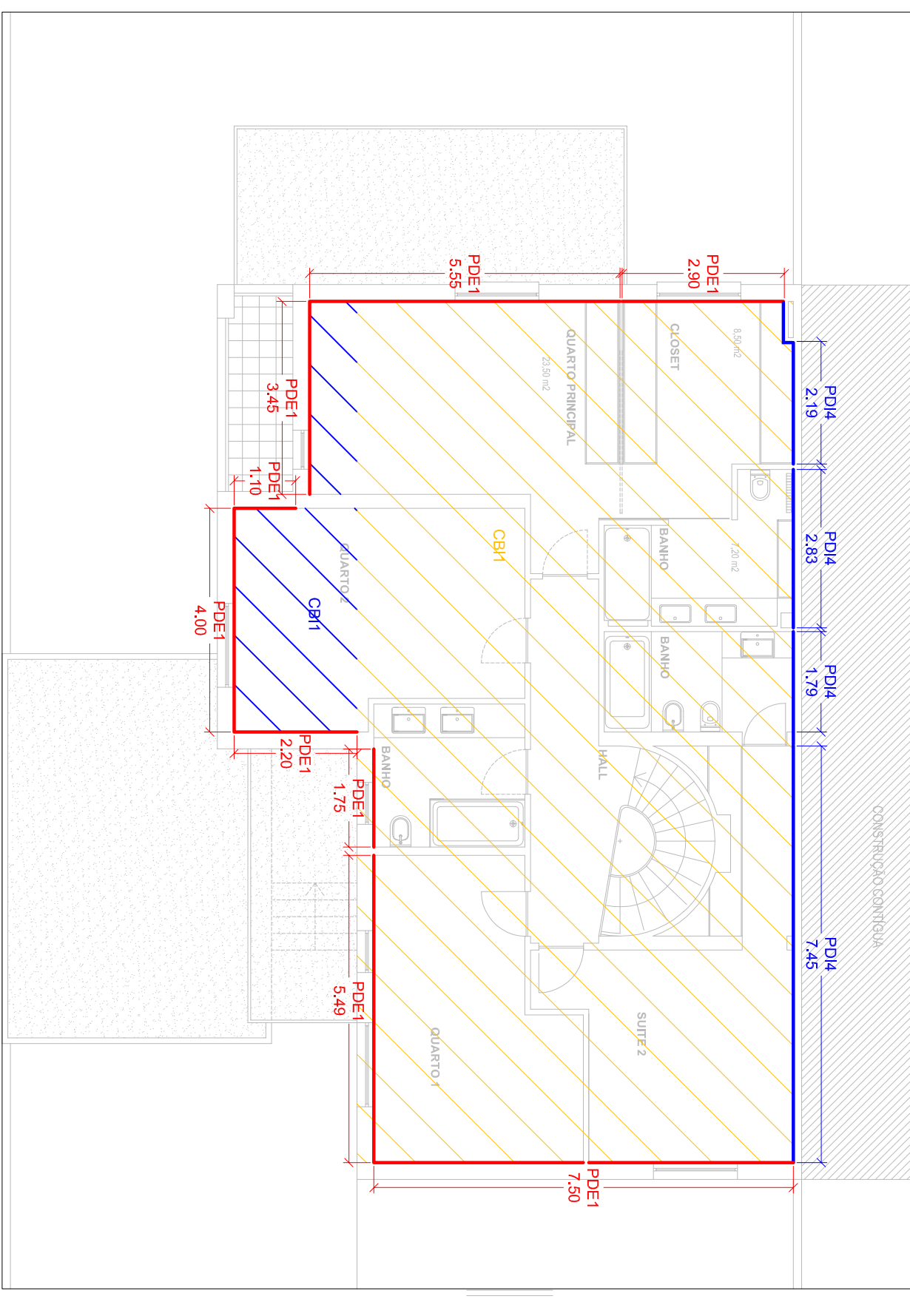
LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE	
Envoltório exterior	
Envoltório interior zona equipada de exterior	
Envoltório interior com requisitos de interior	
Envoltório sem requisitos	
Terraço pavimento sem a cor da envolvente	
Terraço coberturas com a cor da envolvente	



Cave



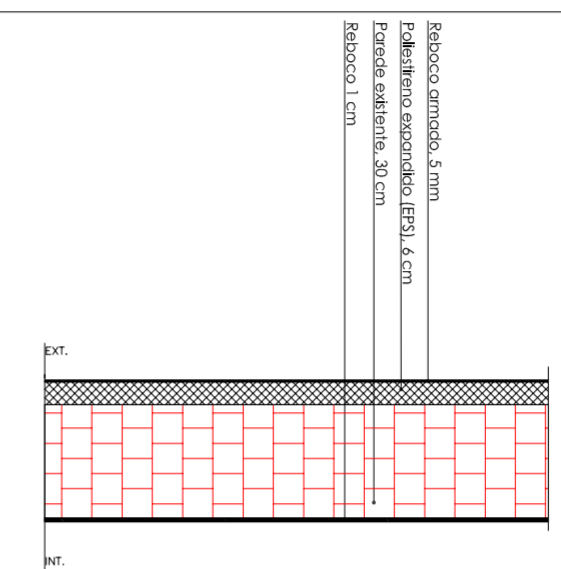
Piso 0



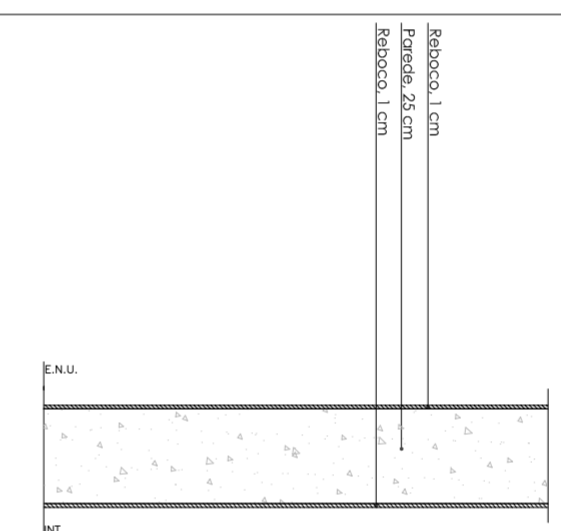
Piso 1

EDIFICIÁRIO	Rua Santos Faria, Canal de S. João Rua Adorno de Albuquerque, s/n 4150-019 Porto
ESTRUTURADOR	RENOVAÇÃO S.V. Lda
PROJECCIONISTA	PROJETO DE LICENCIAMENTO
PROJECCIONISTA	Paulo Fraga Nobre
ESCALA	1:50, 0/1:42
PROJETO	COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH
PROJETO	Painéis envoltória
PROJETO	0

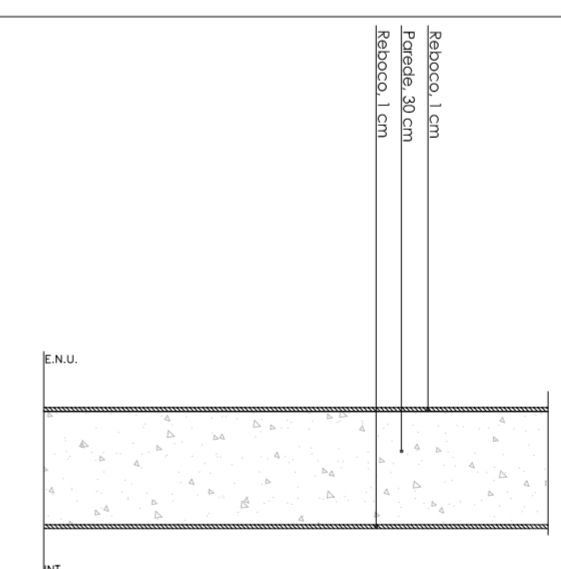
PAREDES EXTERIORES EXISTENTES (PDE1)  
Envolvente Exterior



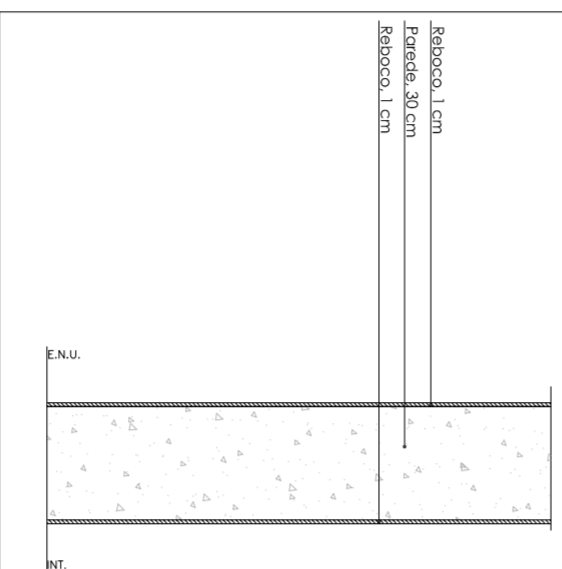
PAREDES INTERIORES EXISTENTES PARA LAVANDARIA (PDI1)  
Envolvente Interior



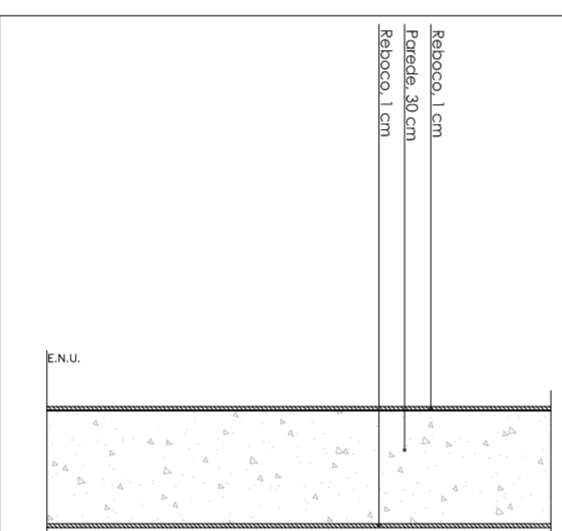
PAREDES INTERIORES EXISTENTES PARA OS ARRUMOS DA PISCINA (PDI2)  
Envolvente Interior



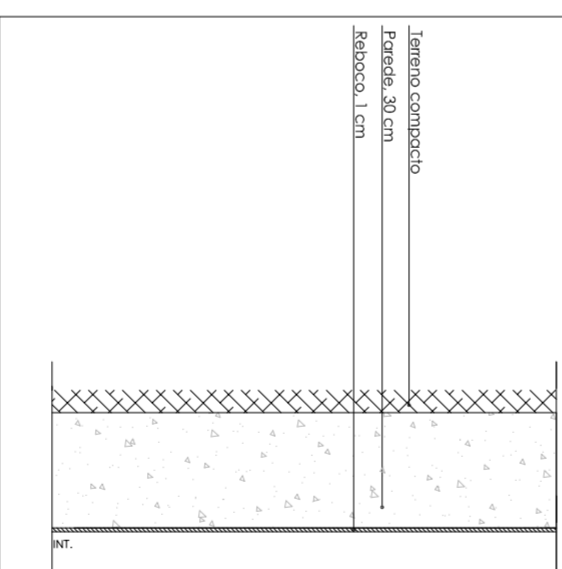
PAREDES INTERIORES EXISTENTES PARA GARAGEM (PDI3)  
Envolvente Interior



PAREDES INTERIORES EXISTENTES PARA EDIFÍCIO ADJACENTE (PDI4)  
Envolvente Interior



PAREDES EXISTENTES ENTERRADAS (PDE1)  
Envolvente em contacto com o solo



REQUERENTE:

Rita Santos Forte Carvalho da Silva  
Rua Afonso de Albuquerque, 54 4150-019 Porto

DESIGNAÇÃO DA OBRA:

REMODELAÇÃO DE UMA CASA RUA AFONSO DE ALBUQUERQUE

PROLECTO:

COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH

DESIGNAÇÃO:

Pormenores construtivos - Paredes

**omega**  
soluções de engenharia  
**fibru**

FASE:  
PROJECTO DE LICENCIAMENTO

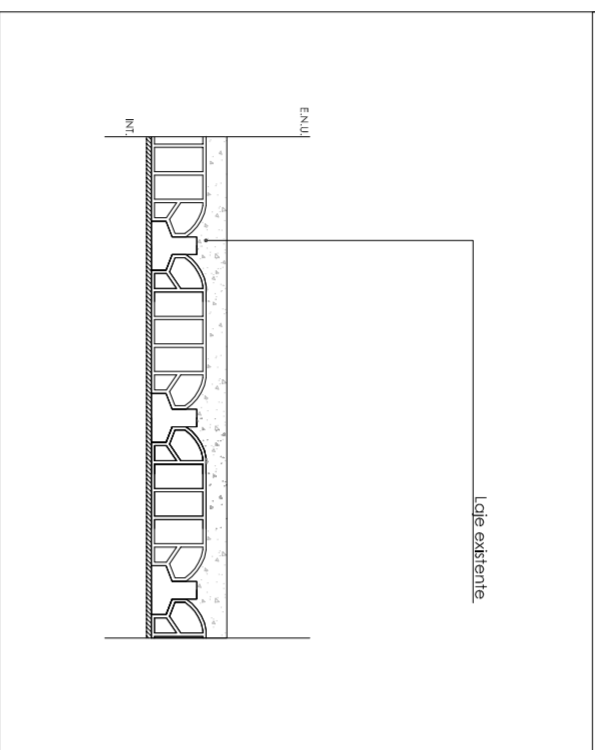
PROJECTO:

Paula França Novais

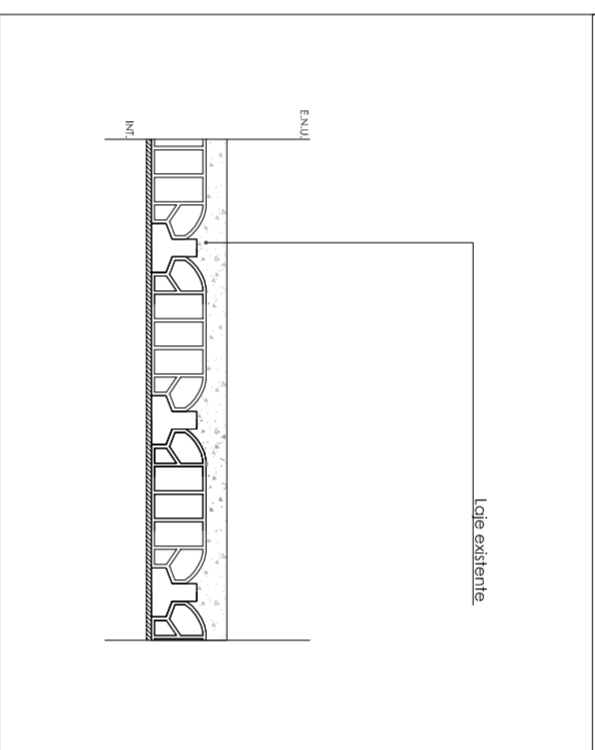
DESENHO Nº: REVISÃO Nº:

153\_01-04 0

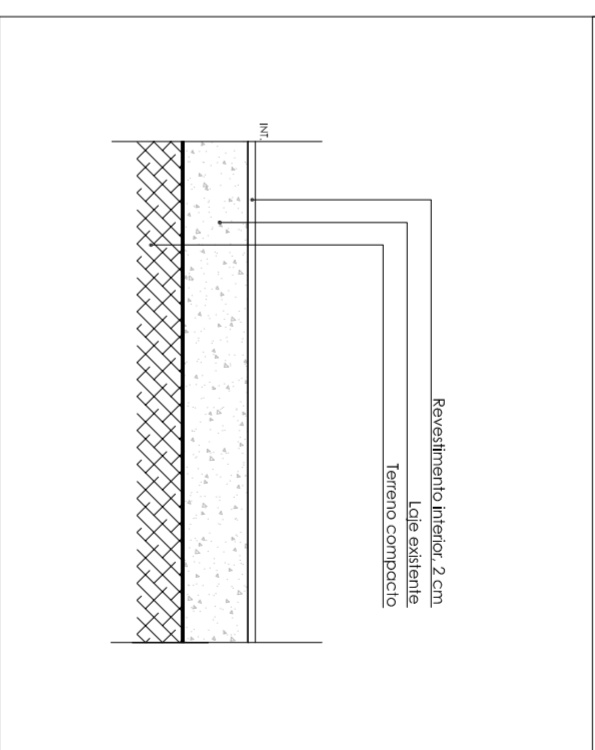
COBERTURA INTERIOR C/ DESVÃO DO TELHADO (COB11)  
 Envolve em contacto com o interior



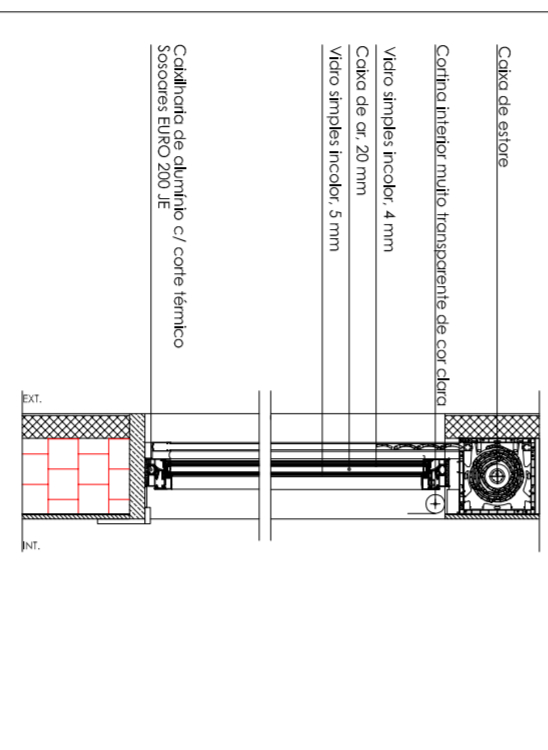
COBERTURA INTERIOR C/ DESVÃO DO TELHADO (COB12)  
 Envolve em contacto com o interior



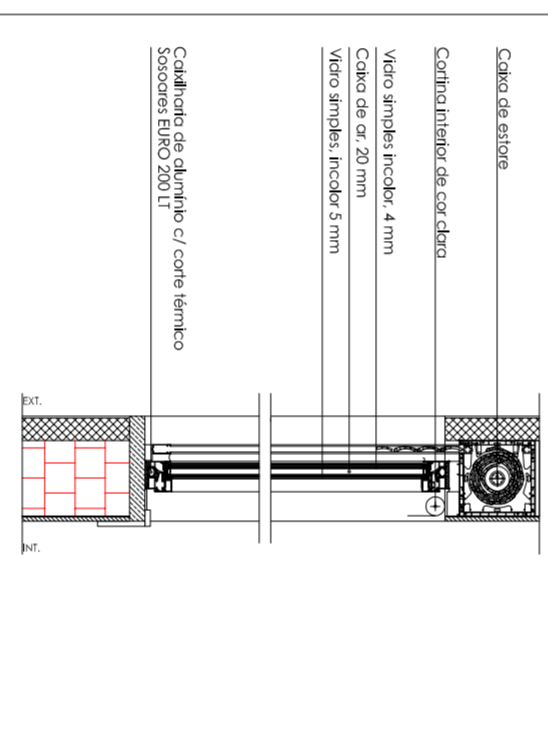
PAVIMENTO ENTERRADO WAISTENTE (PVE1)  
 Envolve em contacto com o solo



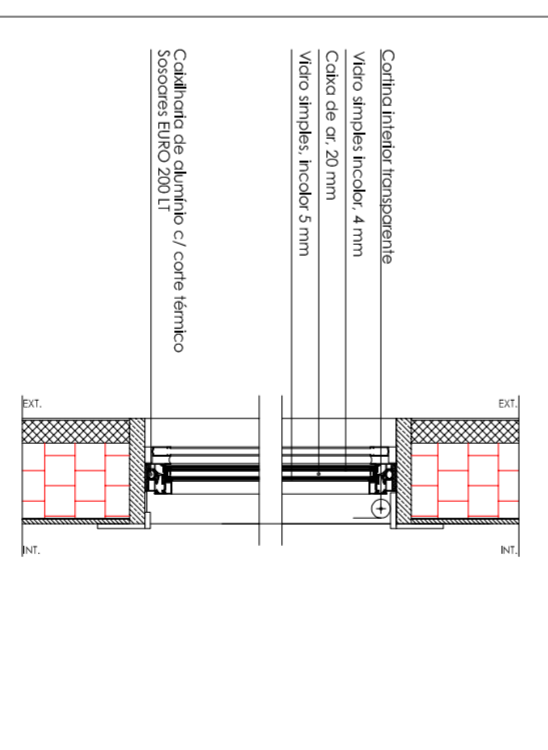
VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES VERTICAIS DE CORRER (VE1)  
 Envolve Exterior



VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES VERTICAIS OSCILO-BATENTE (VE2)  
 Envolve Exterior



VÃOS ENVIDRAÇADOS EXTERIORES VERTICAIS OSCILO-BATENTE (VE3)  
 Envolve Exterior



REQUERENTE:

Rita Santos Forte Carneiro da Silva  
 Rua Alonso de Albuquerque, 54 4150-019 Porto

DESIGNAÇÃO DA OBRA:

REMODELAÇÃO DE UMA CASA RUA AFONSO DE ALBUQUERQUE

PROLECTOR:

COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH

DESIGNAÇÃO:

Pormenores construtivos - Coberturas, pavimentos e envidraçados

**omega**  
 soluções de engenharia  
**fibru**

FASE:  
 PROJECTO DE LICENCIAMENTO

PROJECTO:

Paula França Novais

DESENHO Nº: REVISÃO Nº:

153\_01-05 0



Versão V3.10 de 9 de novembro de 2017

Identificação do Perito Qualificado	Nome:	Andrea Duarte
	Nº de usuário:	PQ00632

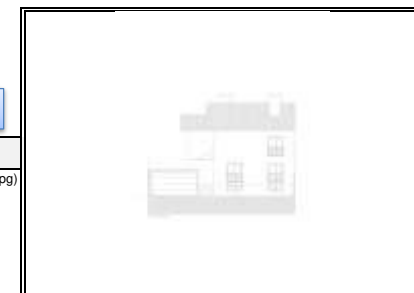
### Identificação Geográfica

#### Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)			
Código Postal	4150	-	019
Concelho	Porto		
Artéria	Rua Afonso de Albuquerque		
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	54	Alojamento	

**Inserir fotografia**

153 Fachada.jpg  
(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)



#### Coordenadas GPS

Latitude	41,158645	Longitude	-8,662246
----------	-----------	-----------	-----------

#### Natureza da Emissão

Qual a data de início do processo de licenciamento ou autorização de edificação?	A partir de 1 de Janeiro de 2016		
Tipo de Certificado	Pré-Certificado	Contexto de Certificado	Grande Intervenção
Definição do Enquadramento	Licença de Edificação		

### Identificação do Imóvel

#### Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Privado
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			

#### Identificação Registral

Conservatória Omissa?	<input type="checkbox"/>	Conservatória única?	<input type="checkbox"/>	Número da Conservatória	2
Conservatória Registo Predial de	Porto			Sob o nº	1876

## Identificação Fiscal

Freguesia	UNIÃO DAS FREGUESIAS DE LORDELO DO OURO E MASSARELOS	Cód. de Freguesia	131218
Nº Artigo Matricial	3292	Fração	

## Identificação Municipal

Aplicável Nº do Processo Municipal?	<input checked="" type="checkbox"/>	Data de registo	03/2018
Nº do Processo Municipal	399360/17/CMP		

## Proprietário/Promotor

Nome	Rita Santos Forte Carvalho da Silva	Estrangeiro?	<input type="checkbox"/>
Artéria	Rua Afonso de Albuquerque		
Código Postal	4150		019
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	54	Alojamento	
Telefone	123456789	e-mail	
		Não dispõe	<input checked="" type="checkbox"/>

NOTA: O Email do Proprietário deverá ser preenchido obrigatoriamente, caso se pretenda utilizar os dados do proprietário para faturação.

## Técnico responsável pelo Projeto

Nome do Técnico	Paula França Novais		
Ordem Profissional	Ordem dos Engenheiros	Nº de Membro	64406
Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto	Omegaflow		

## Características do Imóvel

## Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	63	Altitude normalmente entre 0 e 155 m
Distância à costa	Inferior a 5km	Edifício situado
		no interior de uma zona urbana

## Características do Edifício

Ano de construção conhecido?	<input type="checkbox"/>	Ano de construção	
Período de Construção	entre 1971 e 1980	Nº total de pisos que constitui o edifício	3
Tipo de utilização	Habitação	Possui elevador?	<input type="checkbox"/>

## Características da Fração

Área útil de pavimento (m <sup>2</sup> )	348,80	Pé-direito médio ponderado (m)	2,60	ROADMAP	2016
Tipologia	T5	Tipologia fiscal	T5	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	3				

Descrição sucinta	Caract. restantes
<p>O edifício localiza-se na freguesia de Lordelo do Ouro, concelho e Distrito do Porto, a uma altitude de 63 m e uma distância à costa inferior a 5 km. Apresenta uma tipologia T5, possui uma área útil 348.80 m<sup>2</sup> e é constituído por 3 pisos, sendo um deles semi-enterrado. Segundo a informação disponível, o edifício foi construído entre 1981 e 1990 e destina-se a habitação. Não dispõe de sistema de arrefecimento ambiente, e o aquecimento ambiente é assegurado por uma bomba de calor que dará apoio ao sistema de coletores solares. No que respeita à ventilação, esta processa-se de forma natural com recurso a admissões de ar na caixilharia e exaustão através das instalações sanitárias.</p>	1312

## Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m <sup>2</sup> )	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m <sup>3</sup> )
Closet	10,68	2,70	3,1	28,84
I.S 2.1	7,07	2,70	2,0	19,09
I.S 2.2	6,24	2,70	1,8	16,85
Quarto Principal	21,19	2,70	6,1	57,21
Hall 2	13,00	2,70	3,7	35,10

Suite 2	18,30	2,70	5,2	49,41
Quarto 2.1	17,60	2,70	5,0	47,52
I.S 2.3	6,90	2,70	2,0	18,63
Quarto 2.2	19,12	2,70	5,5	51,62
Cozinha	25,24	2,70	7,2	68,15
Sala de estar 1.1	42,40	2,70	12,2	114,48
Hall 1	21,92	2,70	6,3	59,18
Compartimento	10,79	2,70	3,1	29,13
Sala 1.2	17,32	2,70	5,0	46,76
Jogos	23,51	2,40	6,7	56,42
Arrumos	13,28	2,40	3,8	31,87
Quarto cave	20,80	2,40	6,0	49,92
Hall cave	17,68	2,40	5,1	42,43
I.S cave	3,63	2,40	1,0	8,71
Dispensa	3,63	2,40	1,0	8,71
Salão	28,50	2,40	8,2	68,40
TOTAL	348,800	2,605	100,0	908,45

## Envolvente exterior

### Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento? | - |

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	<p>Paredes exteriores (PED1):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p> <p>A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de isolamento térmico com 6 cm de espessura, com condutibilidade térmica de 0.037 W/m.°C, seguindo de reboco armado com 5 mm de espessura condutibilidade térmica de 1.30 W/m.°C. Considera-se ainda que foram feitas as correções das pontes térmicas.</p>	0,39	Existente	Sim	

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

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m <sup>2</sup> )	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDE1	Nordeste		61,58	10,80	Clara	Não			0,39	50,78	0,50	0,50
PDE1	Sudoeste		57,65	16,92	Clara	Não			0,39	40,73	0,50	0,50
PDE1	Sudeste		90,46	21,42	Clara	Não			0,39	69,04	0,50	0,50

(continuação)

Designação do Tipo de Solução			Sombreamento na est. de arrefecimento
PDE1			Sem Sombreamento
PDE1			Sem Sombreamento
PDE1			Sem Sombreamento

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m <sup>2</sup> )								Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0,00	50,78	0,00	69,04	0,00	40,73	0,00	0,00	160,54	0,39	0,50	0,50

## Pavimentos Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação (1)	Emissividade (11)	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Vãos Envidraçados Exteriores

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento dos vãos envidraçados?

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2
Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simple	Caixilharia metálica com corte térmico com vidro duplo	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE1): Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia metálica, EURO 2000 JE com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, de correr, vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.42 W/(m <sup>2</sup> .°C).	Com proteção pelo exterior	Protecção solar exterior em persiana de réguas de cor clara, factor solar com protecção 100% activa de 0.04.	Existente	Sim
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE2): Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia metálica, EURO 2000 LT com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, oscilo-batente, vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.42 W/(m <sup>2</sup> .°C).	Com proteção pelo exterior	Protecção solar exterior em persiana de réguas de cor clara, factor solar com protecção 100% activa de 0.04.	Existente	Sim
VE3	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE3): Vãos envidraçados simples, verticais, compostos por caixilharia metálica, EURO 2000 LT com corte térmico, classe 3 de permeabilidade, oscilo-batente, vidro duplo incolor, 4mm + caixa de ar 20mm + 5 mm e coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 2.74 W/(m <sup>2</sup> .°C).	Com proteção pelo interior	Protecção solar interior em cortina transparente de cor clara, factor solar com protecção 100% activa de 0.39.	Existente	Sim

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	g <sub>⊥,vi</sub>	g <sub>⊥,T</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>⊥,Tp</sub>	Classe da Caixilharia	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada F <sub>g</sub>	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área (m <sup>2</sup> )	U <sub>máx</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)
VE1	2,42	0,75	0,04	0,63	3	Duplo	0,70	2,80	28,62	2,80
VE2	2,42	0,75	0,04	0,63	3	Duplo	0,70	2,80	16,92	2,80
VE3	2,74	0,75	0,39	0,39	3	Duplo	0,70	2,80	3,60	2,80

ID vão	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientação	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Permeabilidade da Caixa de Estore	Classe SEEP	ID SEEP	g <sub>T</sub> corrigido	Área do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	Área de envidraçados do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	g <sub>Tmax</sub>	Aenv < 5% Apav
1	Suite 2	VE1	Nordeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	18,30	3,00	-	Não
2	Compartimento	VE1	Nordeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	10,79	3,00	-	Não
3	Sala1.2	VE1	Nordeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	17,32	6,00	-	Não
4	Salão	VE3	Nordeste	1,80	Não	Não tem			0,35	28,50	2,70	-	Não

5	Closet	VE1	Sudoeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	10,68	3,00	0,30	Não
6	Quarto Principal	VE1	Sudoeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	21,19	4,54	0,39	Não
7	Cozinha	VE2	Sudoeste	3,38	Não	Perm. Alta			0,04	25,24	3,38	0,56	Não
8	Sala de estar 1.1	VE2	Sudoeste	6,00	Não	Perm. Alta			0,04	42,40	15,08	0,24	Não
9	Sala de estar 1.1	VE1	Sudoeste	1,54	Não	Perm. Alta			0,03	42,40	15,08	0,24	Não
10	Quarto Principal	VE1	Sudeste	1,54	Não	Perm. Alta			0,04	21,19	4,54	0,39	Não
11	Quarto 2.2	VE1	Sudeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	19,12	3,00	0,54	Não
12	I.S 2.3	VE1	Sudeste	0,77	Não	Perm. Alta			0,04	6,90	0,77	0,56	Não
13	Quarto 2.1	VE1	Sudeste	3,77	Não	Perm. Alta			0,02	17,60	3,77	0,39	Não
14	Sala de estar 1.1	VE2	Sudeste	7,54	Não	Perm. Alta			0,04	42,40	15,08	0,24	Não
15	Sala1.2	VE1	Sudeste	3,00	Não	Perm. Alta			0,04	17,32	6,00	0,24	Não
16	Quarto cave	VE3	Sudeste	0,90	Não	Não tem			0,35	20,80	0,90	-	Sim
17	Salão	VE3	Sudeste	0,90	Não	Não tem			0,35	28,50	2,70	0,56	Não

(continuação)

ID vão	Sombreamento Arrefecimento = Sobreamento Aquecimento?	ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO/ARREFECIMENTO				ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO				
		Obstrução do Horizonte $\alpha^0$	Pala horizontal $\alpha^0$	Pala vertical à esquerda $\beta_{esq}^0$	Pala vertical à direita $\beta_{dir}^0$	Pala horizontal $\alpha^0$	Pala vertical à esquerda $\beta_{esq}^0$	Pala vertical à direita $\beta_{dir}^0$		
1	Sim	45	0	0	0					
2	Sim	45	0	0	0					
3	Sim	45	0	0	0					
4	Sim	45	0	0	0					
5	Sim	45	0	0	0					
6	Sim	45	0	0	0					
7	Sim	45	0	0	0					
8	Sim	45	0	0	0					
9	Sim	45	0	0	61					
10	Sim	45	0	0	0					



11	Sim	45	0	0	69					
12	Sim	45	0	0	35					
13	Sim	45	61	0	61					
14	Sim	45	0	0	17					
15	Sim	45	0	0	0					
16	Sim	45	0	0	24					
17	Sim	45	0	0	0					

Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m <sup>2</sup> )				Condições de sombreamento na estação de arrefecimento	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)

Envolvente em contacto com o solo

Considerar a simplificação relativa ao cálculo da transmissão pelos elementos em contacto com o solo?

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo λ?

2,0

W/(m.°C)

Pavimentos Têrreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

## Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Enterrado - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m <sup>2</sup> )	Sujeito a intervenção?
PVET1	Pavimento Enterrado - Tipo 1	<p>Pavimento enterrado (PVET1): Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para pavimentos enterrados com profundidade <math>1 &lt; Z &lt; 3</math> e <math>R_f = 0.5</math>.</p> <p>Para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica, sugere-se colocar nos pavimentos em contacto com o solo, uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno), para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, de forma a mitigar o seu efeito.</p> <p>O gás radão tem vindo a ser reconhecido como um importante fator de risco ambiental podendo a sua inalação resultar num significativo aumento no risco de cancro do pulmão".</p>	111,03	Não

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>f</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)
PVET1	1,60	111,03	0,15	54,03	0,3	0,57	0,50

## Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Enterrada - Tipo 1	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m <sup>2</sup> )	Zona ampliada ou Existente?	Sujeito a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?

PDET1	Parede Enterrada - Tipo 1	Parede enterrada (PDET1) : Por impossibilidade de determinação da constituição da parede, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para paredes enterradas com profundidade $1 < Z < 3$ e $R_w = 0.73$ .	27,48	Existente	Não	Sim
		Para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica, sugere-se colocar nas paredes em contacto com o solo, uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno), para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, de forma a mitigar o seu efeito. O gás radão tem vindo a ser reconhecido como um importante fator de risco ambiental podendo a sua inalação resultar num significativo aumento no risco de cancro do pulmão".				

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	R <sub>t</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDET1	1,30	11,93	0,73	1,08	0,30	0,69	0,50
PDET1	1,73	5,43	0,73	1,08	0,30	0,62	0,50
PDET1	1,60	10,12	0,73	1,08	0,30	0,64	0,50

Pontes Térmicas Lineares Exteriores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
Fachada com varanda	18,92	Valores Tabelados					Exterior	0,60	0,5
Fachada com cobertura	33,94	Valores Tabelados		Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre		Exterior	0,80	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	22,10	Valores Tabelados					Exterior	0,40	0,4
Fachada com caixilharia	120,40	Valores Tabelados		Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		Exterior	0,25	0,2
Fachada com pavimento intermédio	129,66	Valores Tabelados		Teto falso?		s/ teto falso	Exterior	0,15	0,5
Fach. com pavimentos térreos	31,52	Valores Tabelados					Exterior	0,70	0,5
Zona da caixa de estores	29,40	Valores Tabelados					Exterior	0,30	0,2
								-	-

(VIII) Note-se que, em ligações de fachada com pavimento intermédio ou varanda os valores tabelados do coeficiente de transmissão térmica linear  $\Psi$  apresentados dizem respeito a METADE da ligação global, correspondendo apenas à perda no andar superior ou no andar inferior.

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m. <sup>2</sup> .°C)	Psi referência (w/m. <sup>2</sup> .°C)
PTLE1	Fachada com varanda	Valores Tabelados	18,92	0,60	0,50
PTLE2	Fachada com cobertura e isolamento sobre a laje de cobertura	Valores Tabelados	33,94	0,80	0,50
PTLE3	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	22,10	0,40	0,40
PTLE4	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	120,40	0,25	0,20
PTLE5	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	129,66	0,15	0,50
PTLE6	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	31,52	0,70	0,50
PTLE7	Zona de caixa de estores	Valores Tabelados	29,40	0,30	0,20

## Envolvente Interior

### Definição da Envolvente Interior

Aplicação da regra de simplificação relativa à determinação do coeficiente de redução de perdas de ENU?

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do btr de acordo com a norma 13789?	b <sub>tr</sub> calculado	A <sub>v</sub> /A <sub>u</sub>	Volume do ENU m <sup>3</sup>	Ventilação	b <sub>tr</sub>
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
Lavandaria	Não		$2 \leq A_i/A_u < 4$	$V \leq 50$	Fraca	0,40
Arrumos Piscina	Não		$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$50 < V \leq 200$	Forte	1,00
Garagem	Não		$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$50 < V \leq 200$	Fraca	0,80
Desvão do Telhado 1	Não		$0.5 \leq A_i/A_u < 1$	$V \leq 50$	Fraca	0,70
Desvão do Telhado 2	Não		$1 \leq A_i/A_u < 2$	$V > 200$	Fraca	0,80
						-

### Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 1	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

--	--	--

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDI1	Parede Interior - Tipo 1	Parede interior para a lavandaria (PDI1) : Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 25 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correcções das pontes térmicas.	1,16	Existente	Não	Sim
PDI2	Parede Interior - Tipo 1	Parede interior para os arrumos da piscina (PDI2): Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correcções das pontes térmicas.	1,00	Existente	Não	Sim
PDI3	Parede Interior - Tipo 1	Parede interior para a garagem (PDI3): Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correcções das pontes térmicas.	1,00	Existente	Não	Sim
PDI4	Parede Interior - Tipo 1	Parede interior para o edifício adjacente (PDI4): Por impossibilidade de determinação da constituição da parede interior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correcções das pontes térmicas.	1,00	Existente	Não	Sim

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	btr	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI1	Lavandaria		24,00		0,40	1,16	24,00	0,80	-
PDI2	Arrumos Piscina		4,46		1,00	1,00	4,46	0,50	-
PDI3	Garagem		4,25		0,80	1,00	4,25	0,50	-
PDI4	Edifício Adjacente		102,25		0,60	1,00	102,25	0,80	-

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI2	1,00	4,46	1,00	0,50	-
PDI3	0,80	4,25	1,00	0,50	-
PDI1	0,40	24,00	1,16	0,80	-
PDI4	0,60	102,25	1,00	0,80	-

## Pavimentos Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
PVI1	Pavimento Interior - Tipo 1	Pavimento interior em contacto com a lavandaria (PVI1): Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para pavimentos pesados.	2,21	Existente	Não

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	btr	Udesc (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PVI1	Lavandaria		12,2	0,40	2,21	0,60	-

Designação do Tipo de Solução	btr	Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
PVI1	0,40	12,20	2,21	0,60	-

## Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBI1	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura interior para o desvão do telhado 1 (CBI1): Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas pesadas horizontais.	2,25	Existente	Não
CBI2	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura interior para o desvão do telhado 2 (CBI2): Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas pesadas horizontais.	2,25	Existente	Não

**PREENCHER APENAS PARA O CASO DE COBERTURAS EM DESVÃO**

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação (X)	Emissividade (X <sub>i</sub> )	Udescendente (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBI1	Desvão do Telhado 1		11,73	Clara	Não Ventilado	Normal	1,71	0,70	2,25	0,60	-
CBI2	Desvão do Telhado 2		120,12	Clara	Não Ventilado	Normal	1,71	0,80	2,25	0,40	-

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBI2	0,80	120,12	2,25	0,40	-
CBI1	0,70	11,73	2,25	0,60	-

Vãos Envidraçados Interiores

Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m <sup>2</sup> )	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Pontes Térmicas Lineares Interiores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. B <sup>(xiv)</sup> (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
Fach. com pavimentos térreos	Arrumos Piscina	1,86	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0,80	0,50
Fachada com pavimento intermédio	Arrumos Piscina	1,86	Valores Tabelados		Teto falso?		s/ teto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	Garagem	3,54	Valores Tabelados					Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,4
Fachada com pavimento intermédio	Garagem	2,70	Valores Tabelados		Teto falso?		s/ teto falso	Repartido ou na caixa-de-ar	0,50	0,5
									-	-

Designação da Solução	Espaço não útil	btr	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)
PTL1	Arrumos Piscina	1	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	1,86	0,80	0,50
PTL2	Arrumos Piscina	1	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	1,86	0,50	0,50
PTL3	Garagem	0,8	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	3,54	0,50	0,40



PTL4	Garagem	0,8	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	2,70	0,50	0,50
------	---------	-----	---	-------------------	------	------	------

## Ventilação

Método de cálculo	Segundo a EN 15242 e Despacho 15793-K
-------------------	---------------------------------------

Efetuar o cálculo no separador "CalculoVentilacao"

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
-----------------------	---------------------------

Arrefecimento noturno com abertura das janelas?
---

Rph Estimada (h <sup>-1</sup> )	Rph mínimo (h <sup>-1</sup> )	Rph, i (h <sup>-1</sup> )	Rph, v (h <sup>-1</sup> )
0,16	0,40	0,57	0,60

Descrição da Solução de Ventilação	Caract. restantes
A ventilação processa-se de forma natural com admissões de ar na caixilharia (classe 3 de permeabilidade ao ar) e exaustão através de janelas reguláveis manualmente e de ventiladores de uso pontual localizados nas prumadas das instalações sanitárias. Os envidraçados, face à sua distribuição e modo de abertura, permitem efectuar o arrefecimento noturno.	156

## Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos?	-
---------------------------	---

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------

Isolamento térmico na tubagem de distribuição de AQS com resistência térmica $\geq 0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{C/W}$ ?	-
---	---

Os chuveiros ou sistemas de duche possuem certificado de eficiência hídrica com rótulo A ou superior?	
---	--

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Solar	Painel Solar Térmico	3	PROTEU		CPC ML1840		Sistema solar térmico individual, composto por três colectores solares "PROTEU" CPC ML1840 com uma área de captação de 1,85 m <sup>2</sup> cada perfazendo uma área total de 5.55 m <sup>2</sup> , instalados na cobertura inclinada, com azimute 63º e inclinação de 18º, não existindo obstruções assinaláveis do horizonte. A acumulação é efectuada num depósito de acumulação vertical, com 500 litros de capacidade.	2560,00

Sistema 2	Biomassa	Recuperador de Calor	1	ADF	680 NV		Sistema de aquecimento ambiente, instalado na sala de estar e cozinha, composto por um recuperador de calor ADF 680 NV, alimentado a biomassa, com potência nominal de 7.7 kW, e rendimento de 77%. O recuperador deverá ser homologado de acordo com as normas CE.	3821,45
Sistema 3	Electricidade	Bomba de Calor (ar-água)	1	DAIKIN ALTHERMA	ERSQ014AY1		Sistema de AQS e aquecimento ambiente para as divisões principais da habitação, composto uma bomba de calor ar-água DAIKIN ALTHERMA ERSQ014AY1, com potência térmica para aquecimento e AQS de 14 kW, eficiência em modo de aquecimento e AQS (COP) de 2.48, interligada aos radiadores distribuídos pelas várias divisões que compõem a habitação.	

O edifício tem exposição solar adequada?

Produtividade de referência (kWh/m<sup>2</sup>)

579,00

Electricidade, Gás (natural, propano, butano), Gasóleo, Biomassa (sólida, líquida, gasosa)

Identificação do Sistema	Função	Funcionamento (perfil de consumo)	Potência (kW)	Informação sobre eficiência?	Eficiência do Equipamento Nominal/Sazonal	Fracção servida (0 a 1)	Idade do sistema	Eficiência do Equipamento (0 a 6)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	Consumo Energia Final (kWh/ano)	Perda Estática (QPR Solução) kWh/24h	Perda Estática (QPR Máximo) kWh/24h	Parcela das necessidades (0 a 1)
Sistema 2	Aquecimento		7,7	Sim	0,77	0,19		0,77	0,89	3821,45	3821,45			0,19
Sistema 3	Aquecimento		14	Sim	2,48	0,81		2,48	3,00	0,00	4931,93			0,81
Sistema 3	Águas Quentes Sanitárias	Durante todo o ano	14	Sim	2,48	1,00		2,48	2,80	0,00	405,62			0,28
											-			-

Solar, Eólica, Hídrica, Geotérmica

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	EREN (kWh/ano)	Parcela afectada à Função (0 a 1)	EREN ext (kWh/ano)	Área Total de Coletores (m <sup>2</sup> )	Produtividade (kWh/m <sup>2</sup> ) Coletores	Produtividade de referência (kWh/m <sup>2</sup> ) Coletores	Produtividade (Wh/Wp)	Caudal Médio (m <sup>3</sup> /s)	Rendimento Nominal Turbina	Rendimento Nominal Gerador	Parcela das necessidades (0 a 1)	Parcela das necessidades de energia eléctrica (0 a 1)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias		2560,00	1,00		5,55	461,26	579,00					0,72	-
			-										-	-

## Balanço energético

### Indicadores energéticos

Sigla	Descrição	Valor	Referência	
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)	43,50	38,48	
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)	6,71	9,13	
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	3566	3566	
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)	0,00		<b>Ntc/Nt</b>
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	6381	2258	
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)	2560	2258	<b>Classe Energética</b>
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)	0,00		<b>B-</b>
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)	43,85	50,97	

### Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	18,73	25,10	43,66
Arrefecimento	3,04	2,24	0,00
AQS	3,65	8,50	86,32

Energia Renovável (%)	51,06
-----------------------	-------

Emissões de CO2 (t/ano)	2,20
-------------------------	------

### Potencial para a identificação de Medidas de Melhoria

#### AValiação DO POTENCIAL PARA A IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA

[alínea b) do ponto 4. do Despacho n.º 7113/2015 de 29 de Junho]

Verde (superior a 30%) - Elevado potencial de melhoria

Amarelo (entre 0% e 30%) - Algum potencial de melhoria

Vermelho (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

		Solução Inicial	Simulação em curso
Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica ( $U_{REF}$ )	Aquecimento	✓ 40,3%	40,3%
	Arrefecimento	✗ -6,3%	-6,3%
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✓ 49,7%	49,7%
	Arrefecimento	✗ -6,3%	-6,3%
	AQS	! 11,4%	11,4%

### Dados Climáticos

Graus-dia	1 200
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I1
---------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	10,1
---	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	6,1
---	-----

Zona Climática de Verão	V2
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	20,9
---------------------------------------	------

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0
---	-----

## Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
62,61	108,47	18,03

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	0,00

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	0,00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
127,78	4,91

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	234,69

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0,00	10,78	63,04

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
120,07	0,00

Renovação de Ar (W/°C)	
Hve	
177,26	

## Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
401,87

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
0,00	2885,93

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
0,00

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
3464,17

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
4085,15

## Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria?

I-I

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Solução Inicial							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	43,50	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	6,71	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	38,48	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	10,22	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97		

Gravar/Editar Simulação

Carregar Simulação



Identificação da Medida de Melhoria e Classe energética	Classe Energética	Medida de Melhoria associada a ...	Descrição sucinta da medida proposta	Descrição detalhada da medida proposta	Medida considerada no recálculo?	Custo estimado de investimento (€)	Redução Anual da Fatura Energética (€/ano)	Período de retorno (anos)	Novo Nt (kWh/m2.ano)	Novo Ntc (kWh/m2.ano)
---	-------------------	------------------------------------	--------------------------------------	--	----------------------------------	------------------------------------	--	---------------------------	----------------------	-----------------------

Medida de Melhoria 1	B	Envolventes Opacas - Coberturas	Aplicação de teto falso com isolamento térmico	<p>Propõe-se uma intervenção na cobertura interior em contacto com o desvão do telhado, através da montagem de tecto falso em placas de gesso cartonado com 12.5 mm de espessura devidamente emassado, lixado e pintado, incluindo a aplicação de isolamento térmico, do tipo lâ de rocha, com 8 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.036 W/m.°C, sobre as placas de gesso cartonado de forma a reduzir as perdas e ganhos pela cobertura.</p> <p>O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.38 W/m².°C.</p> <p>O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 5280€, para uma redução anual de energia de 390 €.</p>	Sim	5280,00	390,00	13,5	50,97	30,39
Medida de Melhoria 2	B-	Envolventes Opacas - Paredes	Isolamento térmico em paredes interiores - aplicação pelo interior com revestimento leve	<p>Propõe-se uma intervenção nas paredes interiores em contacto com o edifício adjacente, através da aplicação de isolamento térmico pelo lado da habitação em estudo em lâ de rocha com massa volúmica seca entre 40-70 Kg/m³, espessura de 0.05 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/(m.°C), seguido de revestimento interior em gesso cartonado com massa volúmica seca 750-1000 Kg/m³, espessura de 12.5mm e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.25 W/(m.°C).</p> <p>O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.42 W/m².°C.</p> <p>O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2500€, para uma redução anual de energia de 95€.</p>	Sim	2550,00	95,00	26,8	50,97	40,72
Medida de Melhoria 3	B-	Envolventes Opacas - Pavimentos	Isolamento térmico de pavimentos em contacto com o solo - aplicação sobre a laje de pavimento	<p>Propõe-se uma intervenção no pavimento enterrado, através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com terreno, em poliestireno extrudido com massa volúmica seca entre 25-40 Kg/m³, espessura de 0.03 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/(m.°C), seguido de revestimento interior existente.</p> <p>O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2776€, para uma redução anual de energia de 40€.</p>	Sim	2780,00	40,00	69,5	50,97	42,67

Identificação da Medida de Melhoria	Nic (kWh/m2.ano)	Nvc (kWh/m2.ano)	Qa (kWh/m2.ano)	Aquecimento			Arrefecimento			Águas Quentes Sanitárias			Quantidade Total (m2; ml; kW; l)	Emissões de CO2 (t/ano)
				Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)		
Medida de Melhoria 1	28,13	5,55	3566	18,73	16,23	43,66	3,04	1,85	0,00	3,65	8,50	86,32	132	1,53
Medida de Melhoria 2	39,66	6,71	3566	18,73	22,88	43,66	3,04	2,24	0,00	3,65	8,50	86,32	102	2,05
Medida de Melhoria 3	41,68	7,07	3566	18,73	24,04	43,66	3,04	2,36	0,00	3,65	8,50	86,32	25	2,14

Identificação da Medida de Melhoria (Outros Benefícios)	ENR	TER	ACU	PAT	QAI	SEG	FIM	REN	VIS
---	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Medida de Melhoria 1	✓	✓							
Medida de Melhoria 2	✓	✓							✓
Medida de Melhoria 3	✓	✓							

Impacto das Medidas de Melhoria	Custo Total Estimado de Investimento (€)		Nic (kWh/m2.ano)		Classe Energética	INDICADORES DE DESEMPENHO	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)					
	10606,00		22,79							B	Aquecimento	18,73	13,14	43,66
	Poupança Total da Fatura Energética (€/ano)		Nvc (kWh/m2.ano)								Arrefecimento	3,04	1,98	0,00
	510,00		5,93								AQS	3,65	8,50	86,32
Nt (kWh/m2.ano)		Qa (kWh/ano)												
50,97		3565,93												
Ntc (kWh/m2.ano)		Emissões de CO2 (t/ano)												
26,36		0												

## Documentos

### Documentos

#### RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

Relatório do perito

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 3 MB, formato pdf

Levantamento

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 2 MB, formato pdf

#### FOLHAS DE CÁLCULO

Folha de cálculo regulamentar

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Folha de cálculo da ventilação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Relatório SCE.ER

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1 MB, formato pdf

#### OUTROS DOCUMENTOS E FOTOGRAFIAS

Adicionar/Remove

### Notas e Observações

Caract. restantes

1339

Para cumprir o requisito de prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão (n.º 3 e 4 do ponto 11.1 do Despacho nº15793-K/2013) aplicável a edifício/fração potencialmente localizado em zona granítica, sugere-se colocar nas paredes e pavimentos em contacto com o solo, uma tela anti-radão com 0.35 mm de espessura, composta por duas capas de LDPE (Polietileno de baixa densidade) com malha de reforço de PL (Polietileno), para a prevenção de redução dos níveis de concentração do Gás Radão, de forma a mitigar o seu efeito.

O gás radão tem vindo a ser reconhecido como um importante fator de risco ambiental podendo a sua inalação resultar num significativo aumento no risco de cancro do pulmão\*.

## ANÁLISE ECONÓMICA DE MEDIDAS DE MELHORIA

	€/kWh	kgCO <sub>2</sub> /kWh	F <sub>pu</sub>
Electricidade	0,17	0,144	2,5
Gasóleo	0,096	0,267	1
Gás Natural	0,09	0,202	1
Gás Propano	0,151	0,170	1
Gás Butano	0,151	0,170	1
Biomassa	0,05	0,000	1
Redes Urbanas - Climaespaço (climatização)	0,17	0,144	2,5
Redes Urbanas - Climaespaço (aq)	0,09	0,202	1
Renovável Térmica	0	0	1
Renovável Eléctrica	0	0	2,5

### SITUAÇÃO INICIAL

Identificação do Imóvel / Processo de Certificação	Rua Afonso de Albuquerque 54				
Área útil de Pavimento, Ap (m <sup>2</sup> )	348,80	$N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	43,85	$N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97
Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	1231,05
Classe de Desempenho Energético	B-			Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	2,20

### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Biomassa		0,19		0,77	1	10,96	0,05 €/kWh	0,55 €/m <sup>2</sup>	191,07 €	0
Sistema 3	Electricidade	43,50	0,81	1	2,48	2,5	35,35	0,17 €/kWh	2,40 €/m <sup>2</sup>	838,43 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	1029,50 €	

**G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO**

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{pvv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{pvv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	6,71	1,00	1,00	3	2,5	5,59	0,17 €/kWh	0,38 €/m <sup>2</sup>	132,59 €	0,144
									TOTAL	132,59 €	

**G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3**

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_g/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_g/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Electricidade		0,28		2,48	2,5	2,91	0,17 €/kWh	0,20 €/m <sup>2</sup>	68,95 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	10,22	0,72	1	1,00	1	7,34	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	68,95 €	

**G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	0,00	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	0,00 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	------	---------	--------------------------------	------	----------------------	--------	---	-------

**MEDIDA DE MELHORIA 1**

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Pretende que o custo de investimento associado a esta medida de melhoria seja contabilizado na avaliação do Impacto das Medidas de Melhoria?

Sim

Medida Associada a:

Envolventes Opacas - Coberturas

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Aplicação de teto falso com isolamento térmico



Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Propõe-se uma intervenção na cobertura interior em contacto com o desvão do telhado, através da montagem de tecto falso em placas de gesso cartonado com 12.5 mm de espessura devidamente emassado, lixado e pintado, incluindo a aplicação de isolamento térmico, do tipo lâ de rocha, com 8 cm de espessura e condutibilidade térmica de 0.036 W/m.°C, sobre as placas de gesso cartonado de forma a reduzir as perdas e ganhos pela cobertura. O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0,38 W/m².°C. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 5280€, para uma redução anual de energia de 390 €.

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	30,39	Novo $N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97
Quantidade Total (m2; ml; kW; l)	132	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWhEP/(m2.ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	5280	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	844,28	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,68
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	390,00				

#### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Biomassa		0,19		0,77	1	7,08	0,05 €/kWh	0,35 €/m <sup>2</sup>	123,54 €	0
Sistema 3	Electricidade	28,13	0,81	1	2,48	2,5	22,86	0,17 €/kWh	1,55 €/m <sup>2</sup>	542,12 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
TOTAL										665,66 €	

#### G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	5,55	1,00	1,00	3	2,5	4,62	0,17 €/kWh	0,31 €/m <sup>2</sup>	109,66 €	0,144
TOTAL										109,66 €	

### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Electricidade		0,28		2,48	2,5	2,91	0,17 €/kWh	0,20 €/m <sup>2</sup>	68,95 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	10,22	0,72	1	1,00	1	7,34	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	68,95 €	

### G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	0,00	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	0,00 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	------	---------	-----------------------------------	------	----------------------	--------	---	-------

### MEDIDA DE MELHORIA 2

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Sim

Medida Associada a:

Envolventes Opacas - Paredes

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Isolamento térmico em paredes interiores - aplicação pelo interior com revestimento leve

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Propõe-se uma intervenção nas paredes interiores em contacto com o edifício adjacente, através da aplicação de isolamento térmico pelo lado da habitação em estudo em lâ de rocha com massa volúmica seca entre 40-70 Kg/m<sup>3</sup>, espessura de 0.05 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/(m.°C), seguido de revestimento interior em gesso cartonado com massa volúmica seca 750-1000 Kg/m<sup>3</sup>, espessura de 12.5mm e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.25 W/(m.°C).

O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.42 W/m<sup>2</sup>.°C.  
O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2500€, para uma redução anual de energia de 95€.

Classe de Desempenho Energético

B-

Novo  $N_c$   
(kWh<sub>EP</sub>/(m<sup>2</sup>.ano))

40,72

Novo  $N_l$   
(kWh<sub>EP</sub>/(m<sup>2</sup>.ano))

50,97

Quantidade Total (m <sup>2</sup> ; ml; kW; l)	102	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWhEP/(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	2550	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	1140,07	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,16
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	95,00				

### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Biomassa		0,19		0,77	1	9,99	0,05 €/kWh	0,50 €/m <sup>2</sup>	174,19 €	0
Sistema 3	Electricidade	39,66	0,81	1	2,48	2,5	32,23	0,17 €/kWh	2,19 €/m <sup>2</sup>	764,34 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	938,52 €	

### G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	6,71	1,00	1,00	3	2,5	5,59	0,17 €/kWh	0,38 €/m <sup>2</sup>	132,59 €	0,144
									TOTAL	132,59 €	

### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Electricidade		0,28		2,48	2,5	2,91	0,17 €/kWh	0,20 €/m <sup>2</sup>	68,95 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	10,22	0,72	1	1,00	1	7,34	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0

Sistema por defeito	Electricidade	0,00	0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0,144
								TOTAL	68,95 €

#### G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	0,00	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	0,00 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	------	---------	-----------------------------	------	-------------------	--------	---	-------

#### MEDIDA DE MELHORIA 3

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Pretende que o custo de investimento associado a esta medida de melhoria seja contabilizado na avaliação do Impacto das Medidas de Melhoria?

Sim

Medida Associada a:

Envolventes Opacas - Pavimentos

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Isolamento térmico de pavimentos em contacto com o solo - aplicação sobre a laje de pavimento

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Propõe-se uma intervenção no pavimento enterrado, através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com terreno, em poliestireno extrudido com massa volúmica seca entre 25-40 Kg/m<sup>3</sup>, espessura de 0.03 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.037 W/(m.°C), seguido de revestimento interior existente. O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2776€, para uma redução anual de energia de 40€.

Classe de Desempenho Energético	B-	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	42,67	Novo $N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97
Quantidade Total (m <sup>2</sup> ; ml; kW; l)	25,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	2776	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	1195,05	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,06
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	40,00				

#### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Biomassa		0,19		0,77	1	10,50	0,05 €/kWh	0,52 €/m <sup>2</sup>	183,06 €	0
Sistema 3	Electricidade	41,68	0,81	1	2,48	2,5	33,87	0,17 €/kWh	2,30 €/m <sup>2</sup>	803,28 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	986,34 €	

#### G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	7,07	1,00	1,00	3	2,5	5,89	0,17 €/kWh	0,40 €/m <sup>2</sup>	139,76 €	0,144
									TOTAL	139,76 €	

#### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_g/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_g/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 3	Electricidade		0,28		2,48	2,5	2,91	0,17 €/kWh	0,20 €/m <sup>2</sup>	68,95 €	0,144
Sistema 1	Renovável Térmica	10,22	0,72	1	1,00	1	7,34	0,00 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	68,95 €	

#### G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$

0,00

kWh/ano

Custo  
Electricidade  
(€/kWh)

0,17

Custos Anuais  
(€)

0,00 €

Factor de Conversão de Energia  
Primária para Emissões de CO<sub>2</sub>  
(kgCO<sub>2</sub>/kWh)

0,144

### IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA CONSIDERADAS NO RECÁLCULO DA CLASSE DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	26,36	Novo $N_t$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	50,97
Custo Total Estimado de Investimento (€)	10606,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Poupança Total na Factura Energética (€/ano)	510,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€)	725,37	Redução Total das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,88

#### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	123,00	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 1	Biomassa		0,19		0,77	1	5,74	0,05 €/kWh	0,29 €/m <sup>2</sup>	100,08 €	0
Sistema 2	Electricidade	22,79	0,81	1	2,48	2,5	18,51	0,17 €/kWh	1,26 €/m <sup>2</sup>	439,14 €	0,144
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	539,22 €	

#### G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	5,93	1,00	1,00	3	2,5	4,94	0,17 €/kWh	0,34 €/m <sup>2</sup>	117,20 €	0,144
									TOTAL	117,20 €	

#### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Electricidade		0,28		2,48	2,5	2,91	0,17 €/kWh	0,20 €/m <sup>2</sup>	68,95 €	0,144

Sistema 3	Renovável Térmica	10,22	0,72	1	1,00	1	7,34	0,00 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0,144
										TOTAL	68,95 €

**G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$   kWh/ano

Custo Electricidade (€/kWh)
0,17

Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
0,00 €	0,144

## 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	50,78	420,00	150,00	1,00	7616,55
PDE1	40,73	420,00	150,00	1,00	6109,20
PDE1	69,04	420,00	150,00	1,00	10355,70
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>24081,45</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
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>0,00</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
PDI1	24,00	350,00	150,00	1,00	3600,00
PDI2	4,46	350,00	150,00	1,00	669,60
PDI3	4,25	350,00	150,00	1,00	637,20
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>4906,80</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
PDI4	102,25	420,00	150,00	1,00	15336,90
			0,00		
<b>TOTAL</b>					<b>15336,90</b>



## INÉRCIA TÉRMICA

### 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
PVI1	12,20	300,00	150,00	1,00	1830,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					1830,00

### 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
CBI1	11,73	300,00	150,00	1,00	1759,50
CBI2	120,12	300,00	150,00	1,00	18018,00
			0,00		
<b>TOTAL</b>					19777,50

### 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
			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
			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

## INÉRCIA TÉRMICA

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	11,93	420,00	150,00	1,00	1788,90
PDET1	5,43	420,00	150,00	1,00	814,50
PDET1	10,12	420,00	150,00	1,00	1518,00
<b>TOTAL</b>					4121,40

### Pavimentos enterrados

Designação do tipo de solução	Área (m <sup>2</sup> )	Massa total (kg/m <sup>2</sup> )	Msi	r	A*Msi*r
PVET1	111,03	300,00	150,00	1,00	16654,50
<b>TOTAL</b>					16654,50

## INÉRCIA TÉRMICA

### 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
PDI PISO 2	79,58	210,00	210,00	1,00	16712,64
PDI PISO 1	74,30	210,00	210,00	1,00	15602,58
PDI Cave	66,89	210,00	210,00	1,00	14046,48
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					46361,70

#### 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
Piso 2	131,85	300,00	300,00	1,00	39555,00
Piso 1	119,65	300,00	300,00	1,00	35895,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					75450,00

It 597,82

Classe de inércia térmica Forte

**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 Porto

**Edifício**

Empreendimento: \_\_\_\_\_ N.º de fracções \_\_\_\_\_  
Morada: Rua Afonso de Albuquerque 54  
Freguesia: UNIÃO DAS FREGUESIAS DE LORDELO DO OURO E MASSARELOS Concelho: Porto

**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 <sup>2</sup> )	Pé direito médio ponderado (m)	Tipologia
-	348,80	2,60	T5

**Resumo de cálculo:**

Fração	Tx. ren. (RPH)	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Qa (kWh/ano)	Ntc (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Nt (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	E <sub>ren,p</sub> (kWh/ano)(*)	E <sub>ren,ext</sub> (kWh/ano)(**)
-	0,16	43,50	38,48	6,71	9,13	3566	43,85	50,97	6381	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<sub>ren,p</sub>.

**Técnico responsável pelo projeto de comportamento térmico**

Nome: Paula França Novais  
Inscrito na: Ordem dos Engenheiros Número de inscrição: 64406  
Assinatura \_\_\_\_\_

### Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Porto
Altitude (m)	63
Região	B
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	348,80
Pé direito (m)	2,60
Volume (m <sup>3</sup> )	908,45
Texterior (°C)	10,10
Altitude ref. (m)	94,00
A <sub>EW</sub> /A <sub>J</sub>	14,1%

Nº de pisos da fracção	3
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)	6
Altura da fracção, H <sub>FA</sub> (m)	6
Edifícios/obstáculos?	<input checked="" type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H <sub>obs</sub> (m)	6
Distância ao obstáculo, D <sub>obs</sub> (m)	25,32
Protecção do edifício	Desprotegido
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.

Designação	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	45,54	3	Perm. Alta
Grupo de vãos 2	3,60	3	Não tem

### Aberturas de admissão de ar na envolvente

Existem aberturas de admissão de ar nas fachadas?

Abertura	Tipo de abertura	Área livre (cm <sup>2</sup> ) / Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Designação
Abertura 1	Fixa ou regulável manualmente	250,00	
Abertura 2	Auto-regulável a 2 Pa	0,00	
Abertura 3			

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

Existem condutas de ventilação natural?

Conduta	Tipo de escoamento	Exaustores tipo ventax?	Perda de carga	Tipo de cobertura	Número de condutas semelhantes	Altura da conduta conhecida?	Altura da conduta (m)	Designação
Conduta V_N 1	Exaustão	Sim	Alta	Inclinada (10° a 30°)	3	Sim	3,00	
Conduta V_N 2	Exaustão	Sim	Alta	Inclinada (10° a 30°)	1	Sim	6,00	
Conduta V_N 3	Exaustão	Sim	Alta	Inclinada (10° a 30°)	1	Sim	9,00	
Conduta V_N 4								

### 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?

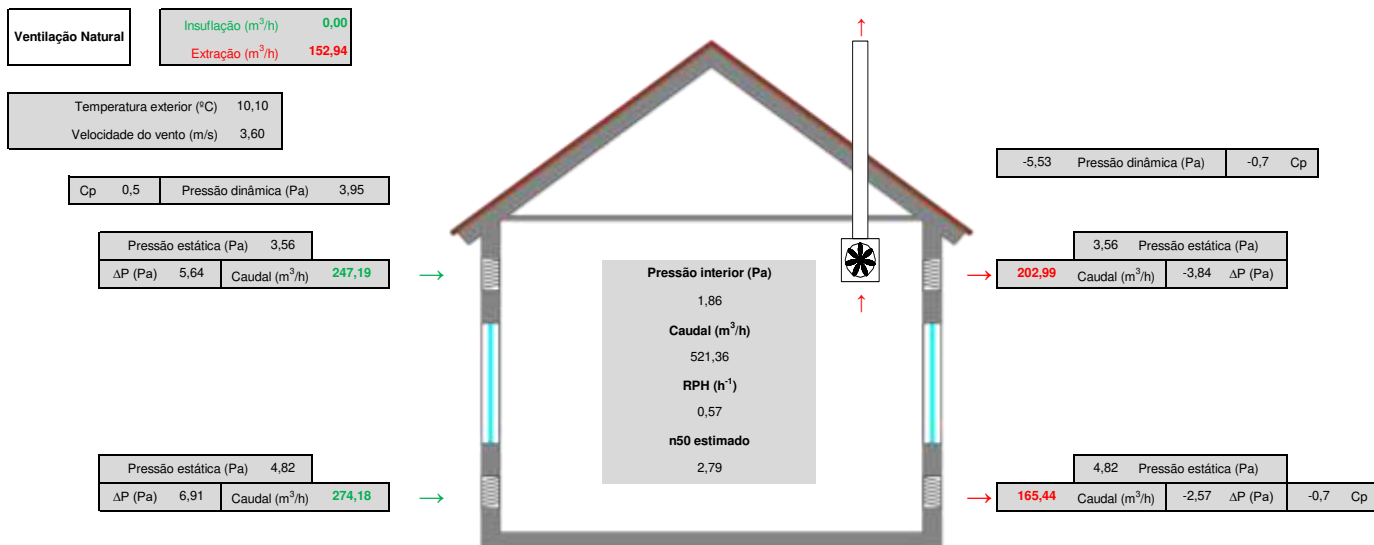
### RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,16
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,57
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rph,i REF (h-1)	0,57
Wvm (kWh/ano)	0,00

A taxa de renovação horária não satisfaz os requisitos mínimos

Ver esquema da Ventilação (Método simplificado)



**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>ref</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>			
PDE1	50,78	0,39	19,80	PDE1	50,78	0,50	25,39
PDE1	40,73	0,39	15,88	PDE1	40,73	0,50	20,36
PDE1	69,04	0,39	26,92	PDE1	69,04	0,50	34,52
			TOTAL			TOTAL	80,27
			62,61				
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			TOTAL	0,00
			0,00				
COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR				COBERTURAS EM CONTACTO COM O EXTERIOR			
	Área A m <sup>2</sup>	U <sub>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U <sub>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
			TOTAL			TOTAL	0,00
			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)	3,00	2,42	7,26	1 (VE1)	3,00	2,80	8,40
2 (VE1)	3,00	2,42	7,26	2 (VE1)	3,00	2,80	8,40
3 (VE1)	3,00	2,42	7,26	3 (VE1)	3,00	2,80	8,40
4 (VE3)	1,80	2,74	4,93	4 (VE3)	1,80	2,80	5,04
5 (VE1)	3,00	2,42	7,26	5 (VE1)	3,00	2,80	8,40
6 (VE1)	3,00	2,42	7,26	6 (VE1)	3,00	2,80	8,40
7 (VE2)	3,38	2,42	8,18	7 (VE2)	3,38	2,80	9,46
8 (VE2)	6,00	2,42	14,52	8 (VE2)	6,00	2,80	16,80
9 (VE1)	1,54	2,42	3,73	9 (VE1)	1,54	2,80	4,31
10 (VE1)	1,54	2,42	3,73	10 (VE1)	1,54	2,80	4,31
11 (VE1)	3,00	2,42	7,26	11 (VE1)	3,00	2,80	8,40
12 (VE1)	0,77	2,42	1,86	12 (VE1)	0,77	2,80	2,16
13 (VE1)	3,77	2,42	9,12	13 (VE1)	3,77	2,80	10,56
14 (VE2)	7,54	2,42	18,25	14 (VE2)	7,54	2,80	21,11
15 (VE1)	3,00	2,42	7,26	15 (VE1)	3,00	2,80	8,40
16 (VE3)	0,90	2,74	2,47	16 (VE3)	0,90	2,80	2,52
17 (VE3)	0,90	2,74	2,47	17 (VE3)	0,90	2,80	2,52
			TOTAL		TOTAL	137,59	
			120,07				
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			TOTAL	0,00
			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
Fachada com varanda	18,92	0,60	11,35	Fachada com varanda	18,92	0,50	9,46
Fachada com cobertura	33,94	0,80	27,15	Fachada com cobertura	33,94	0,50	16,97
Duas paredes verticais em ângulo saliente	22,10	0,40	8,84	Duas paredes verticais em ângulo saliente	22,10	0,40	8,84
Fachada com caixilharia	120,40	0,25	30,10	Fachada com caixilharia	120,40	0,20	24,08
Fachada com pavimento intermédio	129,66	0,15	19,45	Fachada com pavimento intermédio	129,66	0,50	64,83
Fach. com pavimentos térreos	31,52	0,70	22,06	Fach. com pavimentos térreos	31,52	0,50	15,76
Zona da caixa de estores	29,40	0,30	8,82	Zona da caixa de estores	29,40	0,20	5,88
			TOTAL		TOTAL	145,82	
			127,78				





								-	-		
				TOTAL	18,03					TOTAL	13,74
<b>PAVIMENTOS ENTERRADOS</b>				<b>PAVIMENTOS ENTERRADOS</b>							
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>				<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo que estão enterrados (profundidade z&gt;0).</i>							
	Área m <sup>2</sup>	U <sub>bf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bf</sub> W/°C		Área m	U <sub>bf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bf</sub> W/°C				
PVET1	111,03	0,57	63,04	PVET1	111,03	0,50	55,52				
TOTAL				63,04	TOTAL				55,52		
<b>PAVIMENTOS TÉRREOS</b>				<b>PAVIMENTOS TÉRREOS</b>							
<i>Incluir os pavimentos em contacto com o solo ao nível do pavimento exterior (profundidade z ≤ 0) com ou sem</i>				<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		

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

Coefficiente 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**

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>adi</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> + H<sub>adi REF</sub>  W/°C

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

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

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coefficiente 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**

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub>  W/°C

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

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

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coefficiente 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

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,i} \cdot A_p \cdot P_d &= 521,36 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,57 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 348,80 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 177,26 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i \text{ REF}} &= 0,57 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 348,80 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} &= 177,26 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 &1 \\
 &- \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 &\times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &\div \\
 R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d &= 545,07 \text{ m}^3/\text{h} \\
 &= \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 &\times \\
 &0,34 \\
 &\times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 &\times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_p &= 348,80 \text{ m}^2 \\
 &\times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,60 \text{ m} \\
 &= \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 185,32 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

## Folha de Cálculo C

### GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

#### C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} &= \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M &= \boxed{6,14} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= \boxed{348,8} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= \boxed{6165,89} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

#### 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)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
2 (VE1)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
3 (VE1)	Nordeste	0,63	3,00	0,72	0,70	0,95	0,33	0,36
4 (VE3)	Nordeste	0,39	1,80	0,72	0,70	0,35	0,33	0,13
5 (VE1)	Sudoeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
6 (VE1)	Sudoeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
7 (VE2)	Sudoeste	0,63	3,38	0,43	0,70	0,64	0,84	0,54
8 (VE2)	Sudoeste	0,63	6,00	0,43	0,70	1,14	0,84	0,96
9 (VE1)	Sudoeste	0,63	1,54	0,43	0,70	0,29	0,84	0,25
10 (VE1)	Sudeste	0,63	1,54	0,43	0,70	0,29	0,84	0,25
11 (VE1)	Sudeste	0,63	3,00	0,38	0,70	0,50	0,84	0,42
12 (VE1)	Sudeste	0,63	0,77	0,43	0,70	0,15	0,84	0,12
13 (VE1)	Sudeste	0,63	3,77	0,19	0,70	0,31	0,84	0,45
14 (VE2)	Sudeste	0,63	7,54	0,43	0,70	1,44	0,84	1,21
15 (VE1)	Sudeste	0,63	3,00	0,43	0,70	0,57	0,84	0,48
16 (VE3)	Sudeste	0,39	0,90	0,43	0,70	0,11	0,84	0,09
17 (VE3)	Sudeste	0,39	0,90	0,43	0,70	0,11	0,84	0,09
-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Em nenhum caso o produto <math>X_f \cdot F_h \cdot F_o \cdot F_f</math> deve ser menor que 0.27;</i>							TOTAL	7,02

*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 $g_i, g_{i,ENU}$	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 $F_g, F_{g,ENU}$	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

$$\begin{aligned} & \text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul } 7,02 \text{ m}^2 \\ & \quad \times \\ & \text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol,i}} 130 \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\ & \quad \times \\ & \text{Duração da estação de aquecimento } M 6,14 \text{ meses} \\ & \quad = \\ & \text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol,i}} 5598,44 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

### C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 6165,89 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 5598,44 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 11764,33 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,15 \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad \times \\
 &\text{Área útil de pavimento } A_p \quad 348,80 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,14 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 6095,24 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 6165,89 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 12261,13131 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$





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

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 750,39 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 177,26 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} \quad 927,65 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,200 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 750,39 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} \quad 21\,618,29 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,200 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} \quad 177,26 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} \quad 5\,106,91 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} \quad 543,99 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} \quad 177,26 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} \quad 721,26 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,200 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} \quad 543,99 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} \quad 15\,672,18 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ &\text{Número de graus-dias de aquecimento } GD \quad 1\,200 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} \quad 177,26 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} \quad 5\,106,91 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$



#### E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia do edifício	<input type="text" value="Forte"/>
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	<input type="text" value="11764,33"/> kWh/ano
	÷
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,i}+Q_{ve,i}$	<input type="text" value="26725,20"/> kWh/ano
	=
parâmetro $\gamma_i$	<input type="text" value="0,44"/>
parâmetro $a_i$	<input type="text" value="4,20"/> W/°C
Factor de utilização dos ganhos $\eta_i$	<input type="text" value="0,98"/>
	x
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	<input type="text" value="11764,33"/> kWh/ano
	=
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$	<input type="text" value="11551,49"/> kWh/ano

#### E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos $\eta_{i,REF}$	<input type="text" value="0,6"/>
	x
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i,REF}$	<input type="text" value="12261,13"/> kWh/ano
	=
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i,REF}$	<input type="text" value="7356,68"/> kWh/ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$	<input type="text" value="21618,29"/> kWh/ano
	+
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$	<input type="text" value="5106,91"/> kWh/ano
	-
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$	<input type="text" value="11551,49"/> kWh/ano
	(folha de cálculo 1.4)
	=
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	<input type="text" value="15173,71"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="348,80"/> m <sup>2</sup>
	=
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_{ic}$	<input type="text" value="43,50"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i,REF}$	<input type="text" value="15672,18"/> kWh/ano
	+
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i,REF}$	<input type="text" value="5106,91"/> kWh/ano
	-
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i,REF}$	<input type="text" value="7 356,68"/> kWh/ano
	=
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	<input type="text" value="13422,41"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="348,80"/> m <sup>2</sup>
	=
Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_i$	<input type="text" value="38,48"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 667,57 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 185,32 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 852,89 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 667,57 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 8\,013,99 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 185,32 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 2\,224,78 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia do edifício	<input type="text" value="Forte"/>
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,v}$	<input type="text" value="10837,11"/> kWh/ano
	÷
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,v} + Q_{re,v}$	<input type="text" value="10238,77"/> kWh/ano
	=
parâmetro $\gamma_v$	<input type="text" value="1,06"/>
parâmetro $a_v$	<input type="text" value="4,20"/> W/°C
Factor de utilização dos ganhos $\eta_v$	<input type="text" value="0,78"/>

F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

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

	<input type="text" value="0,22"/>
	x
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$	<input type="text" value="10837,11"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="348,80"/> m <sup>2</sup>
	=
Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento $N_{vc}$	<input type="text" value="6,71"/> kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

	<input type="text" value="0,17"/>
	x
Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento $Q_{g,v REF}$	<input type="text" value="18783,58"/> kWh/ano
	÷
Área útil de pavimento $A_p$	<input type="text" value="348,80"/> m <sup>2</sup>
	=
Limite das Necessidades Anuais de Energia Útil na Estação de Arrefecimento $N_v$	<input type="text" value="9,13"/> 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 $N_{Lc}$ 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 $f_i \cdot \delta \cdot N_{Lc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{Lc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ 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 2	Biomassa	43,50	0,19	1	0,77	1	3821,45	10,96	Sistema 2	Biomassa	38,48	0,19	0,89	1	8,38			
Sistema 3	Electricidade		0,81		2,48	2,5	4931,93	35,35	Sistema 3	Electricidade		0,81	3	2,5	25,85			
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	1	2,5	0,00			
TOTAL								8753,38	46,31	TOTAL								34,23

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 $N_{Lc}$ 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 $f_v \cdot \delta \cdot N_{Lc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{Lc} \cdot F_{pui} / \eta_v$ 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	779,95	5,59	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61			
TOTAL								779,95	5,59	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 médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

$\frac{40}{x} \times 4187 = 6$  ocupantes  
 factor de eficiência hídrica  $= 1$   
 consumo médio diário de referência MAQS  l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C  
 nº de dias de consumo  dias  
 $3600000 \div 348,8 = 10,22$  m<sup>2</sup>  
 Ap  m<sup>2</sup>  
 Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_u/A_p$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

$\frac{40}{x} \times 4187 = 6$  ocupantes  
 factor de eficiência hídrica  $= 1$   
 consumo médio diário de referência MAQS  l

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C  
 nº de dias de consumo  dias  
 $3600000 \div 348,8 = 10,22$  m<sup>2</sup>  
 Ap  m<sup>2</sup>  
 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 $F_{pui}$ 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 $f_a \cdot Q_u / A_p \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano			
Sistema 3	Electricidade	10,22	0,28	1	2,48	2,5	405,62	2,91	Sistema 3	Electricidade	10,22	1,00	2,8	2,5	9,13			
Sistema 1	Renovável Térmica		0,72		1,00	1	2560,00	7,34										
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00			
TOTAL								2965,62	10,25	TOTAL								9,13

**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>  
 x  
 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 $F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Sistema 1	Renovável Térmica	7,34	1	7,34
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
	TOTAL			18,30

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 -  
 Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 =  
 Necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_c$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 +  
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 =  
 Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_l$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano



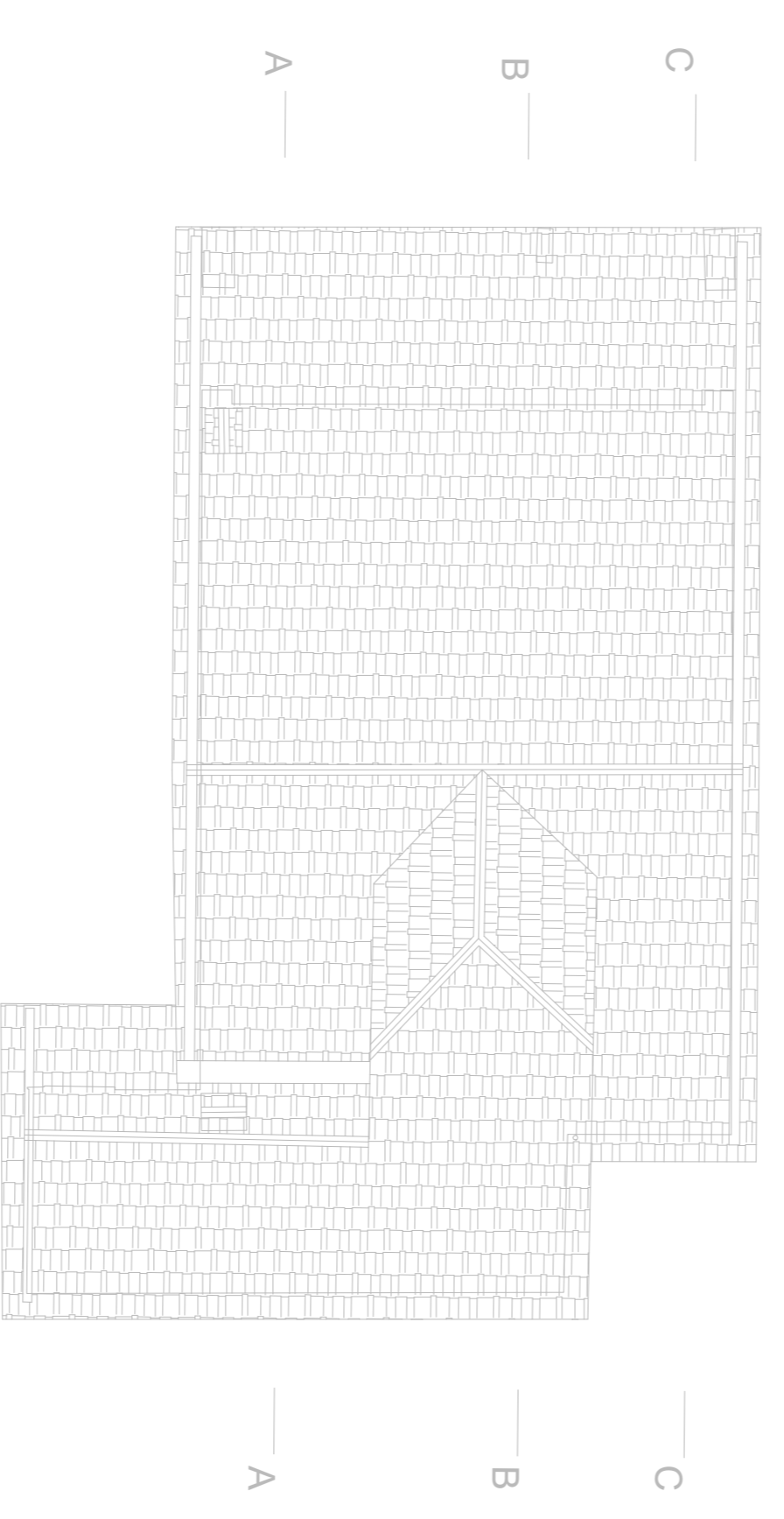
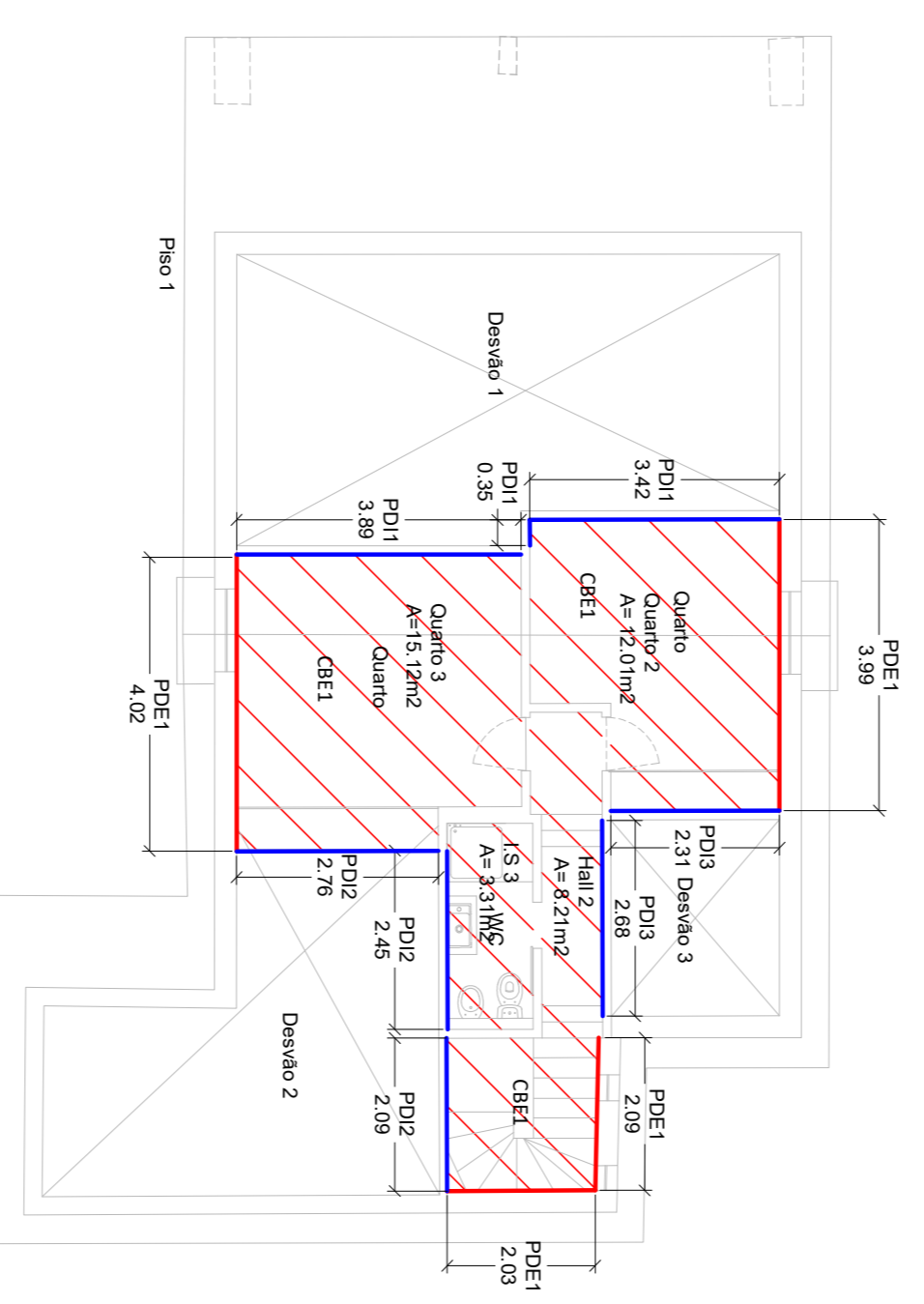
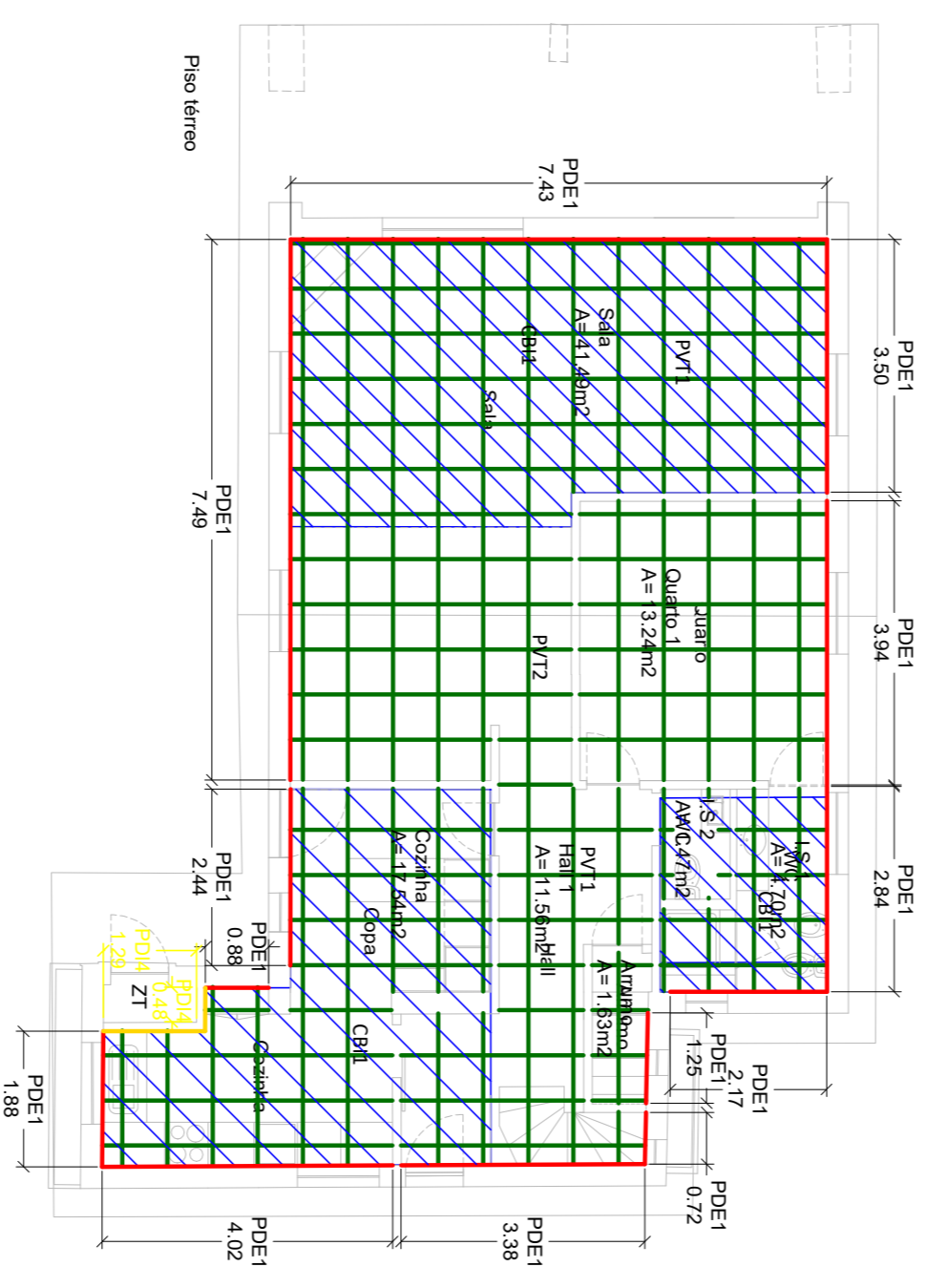


## **ANEXO III – EDIFÍCIO DE GULPILHARES E VALADARES**



**LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE**

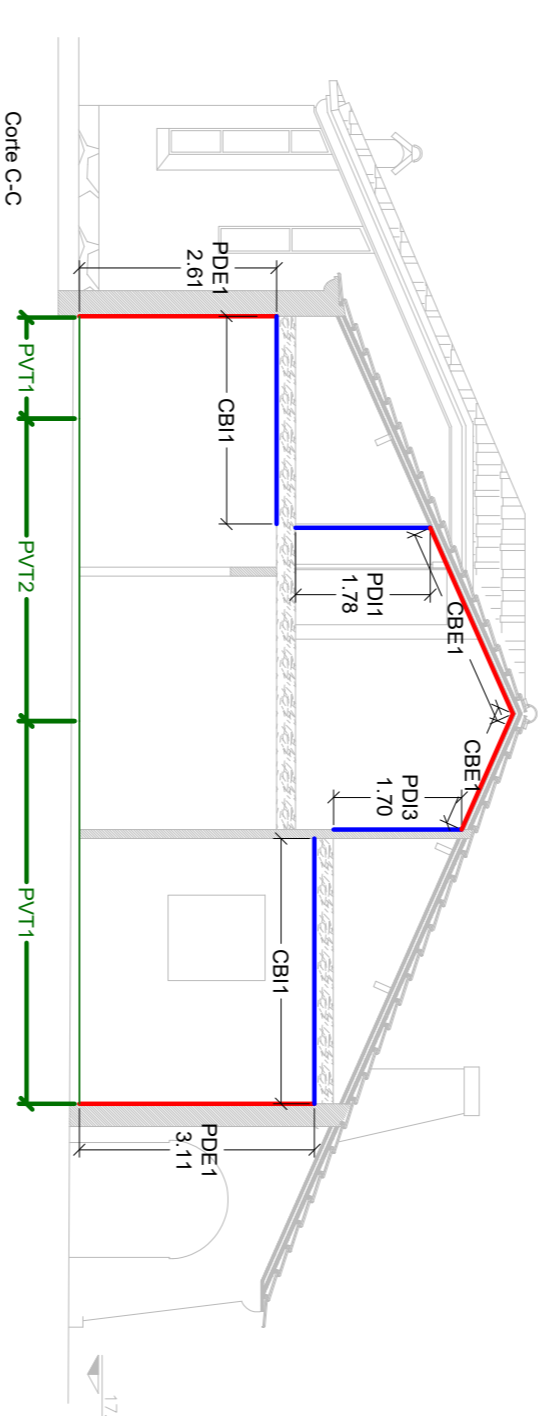
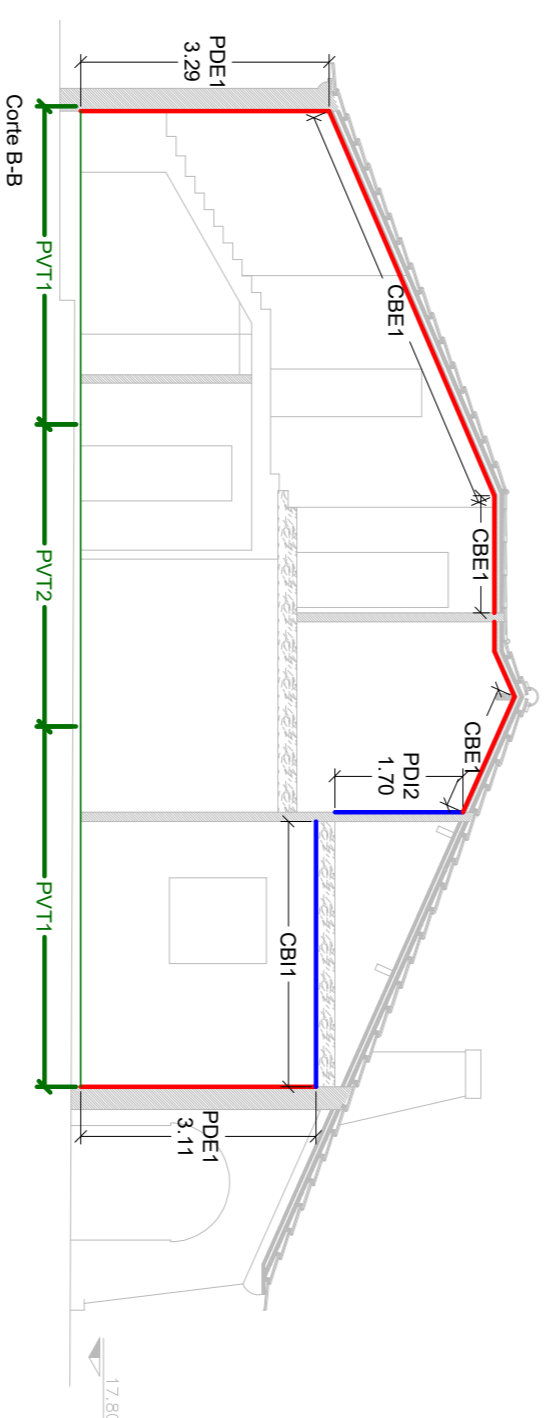
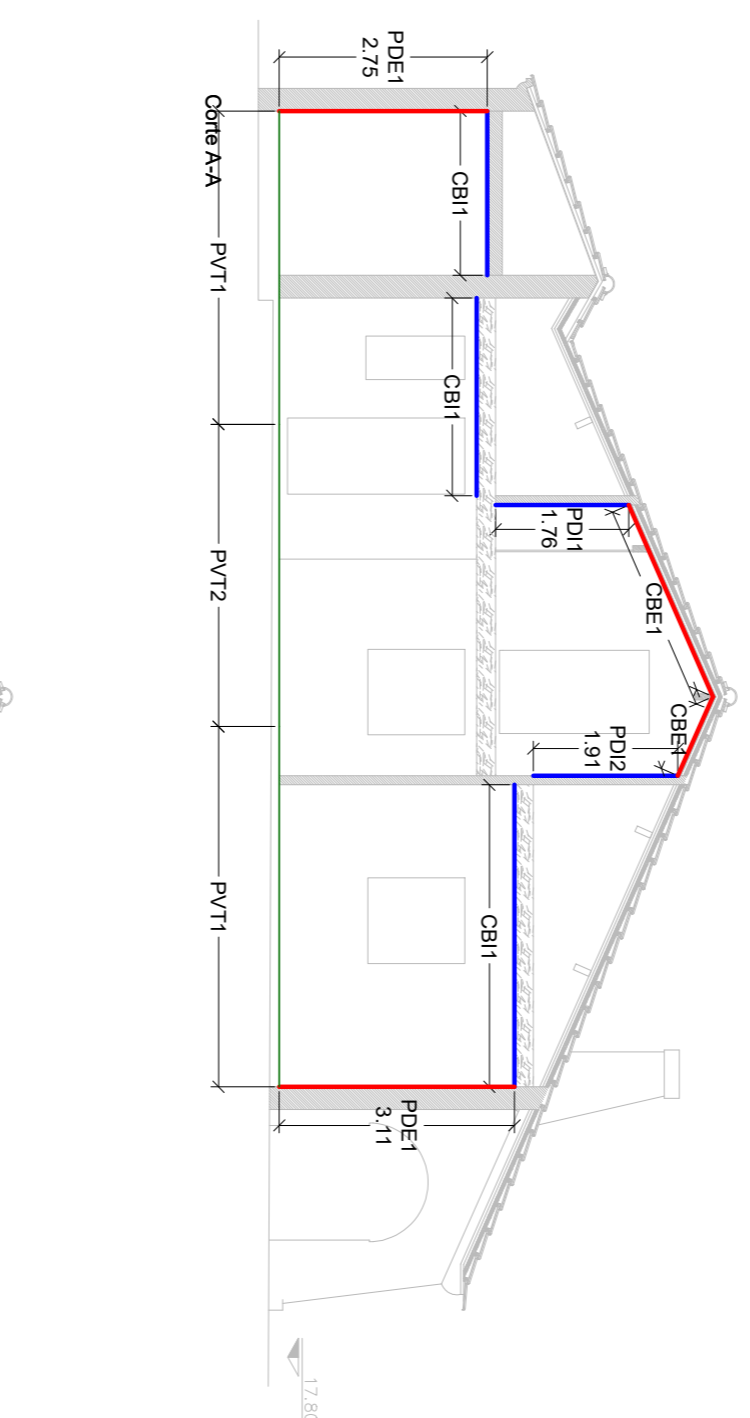
Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente interior com requisitos de interior	
Envolventes sem requisitos	
Tema pavimento com a cor da envolvente	
Tema cobertura com a cor da envolvente	



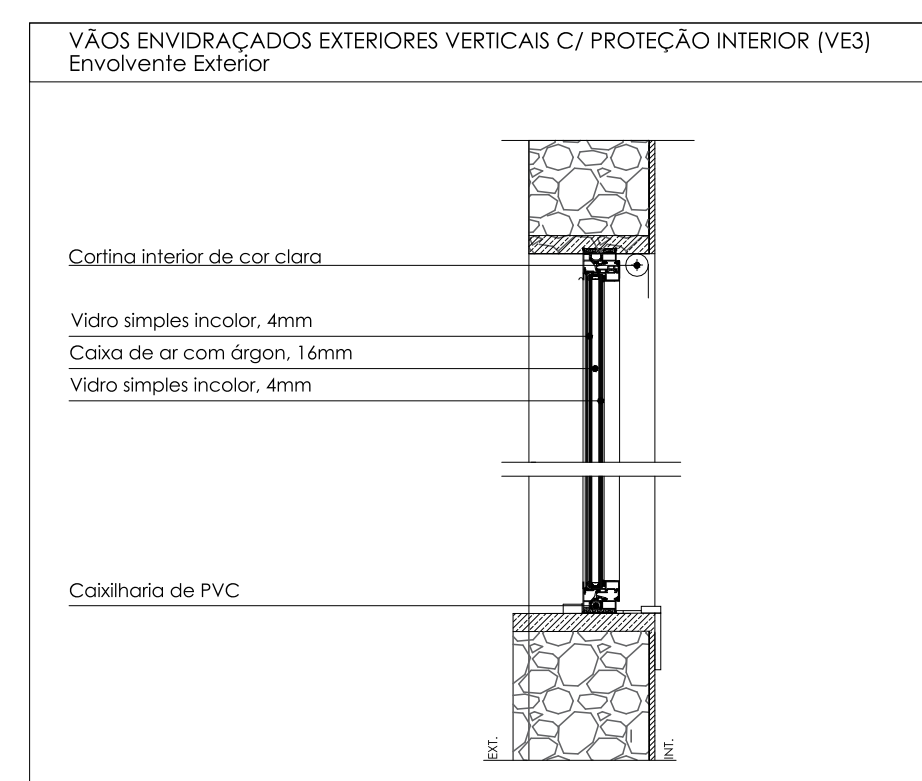
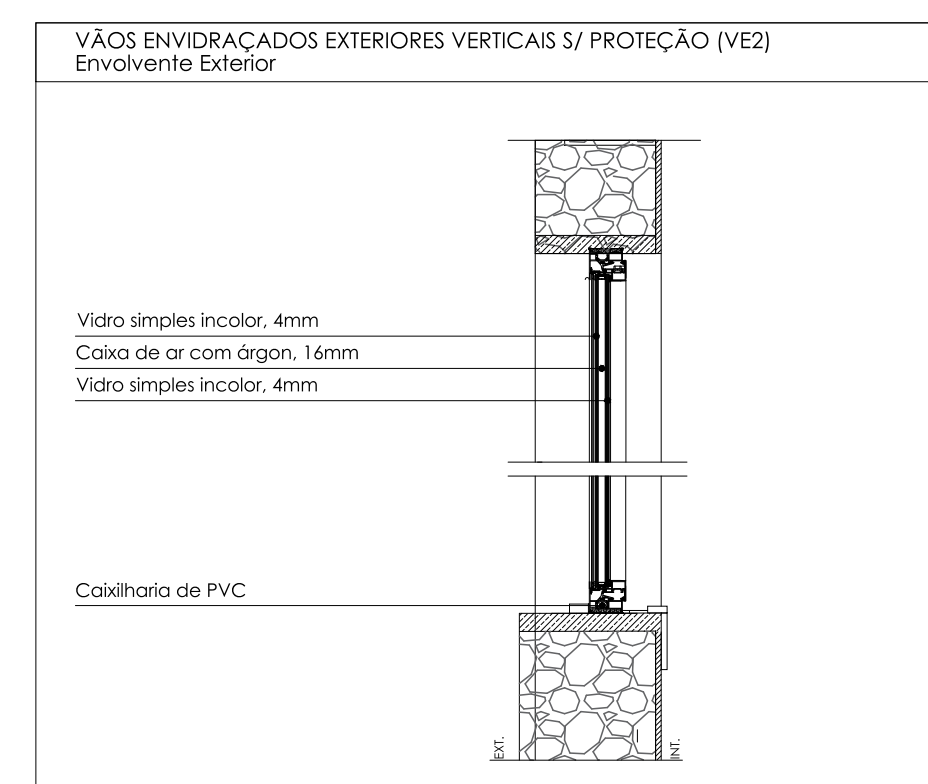
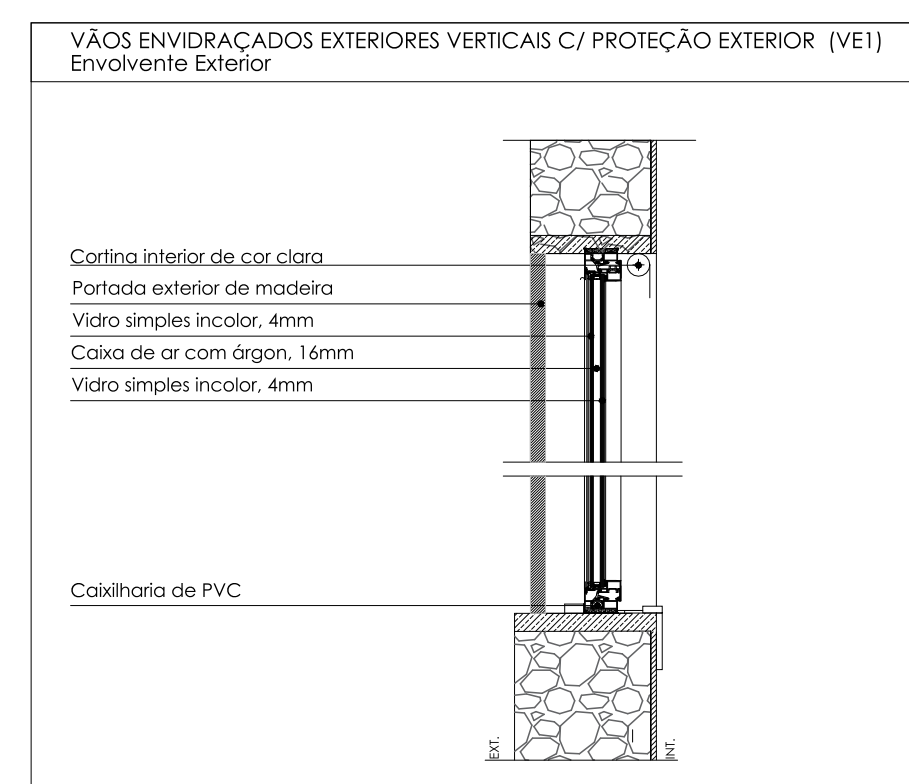
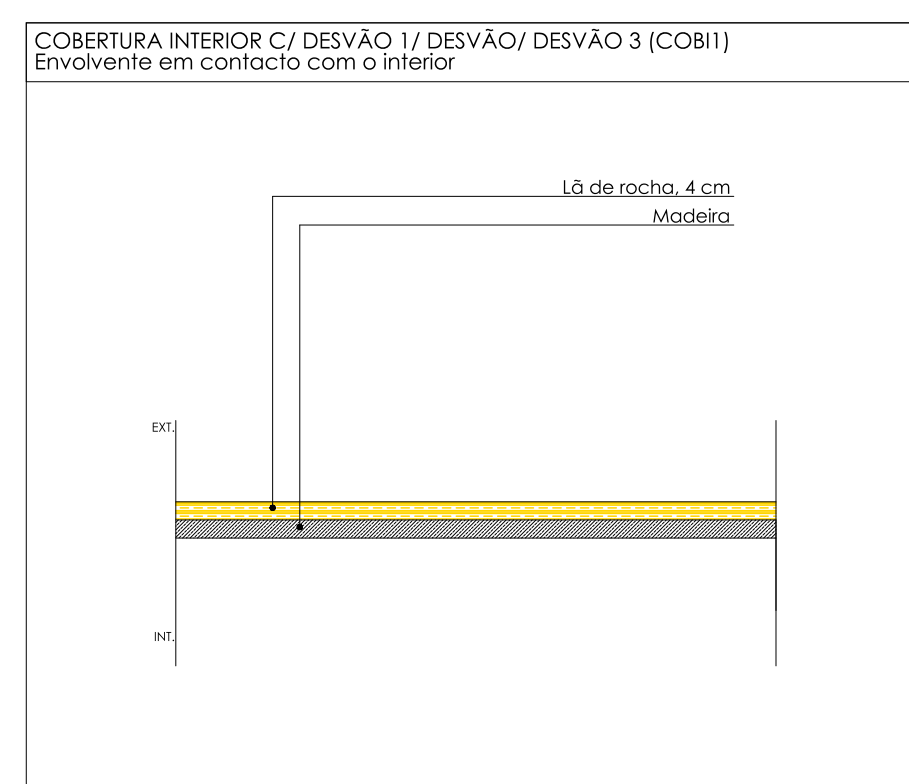
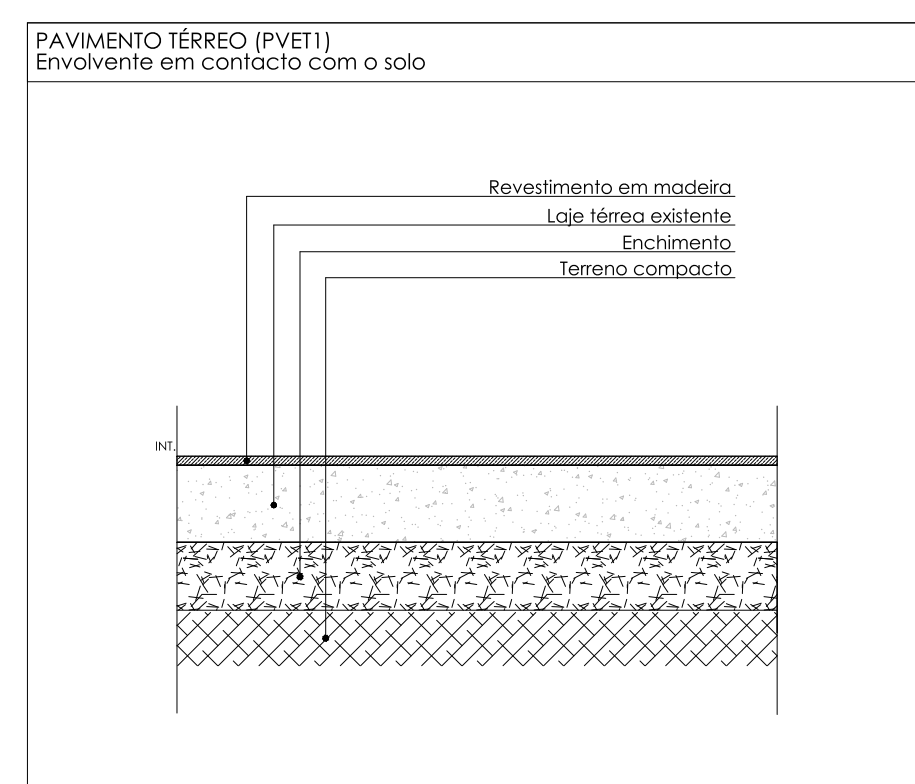
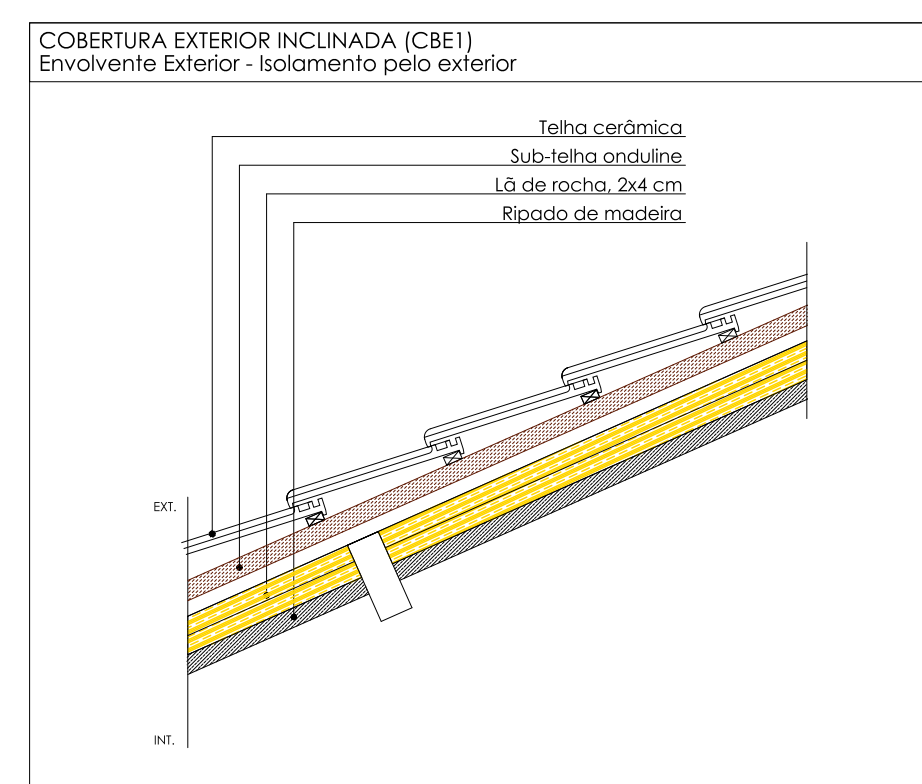
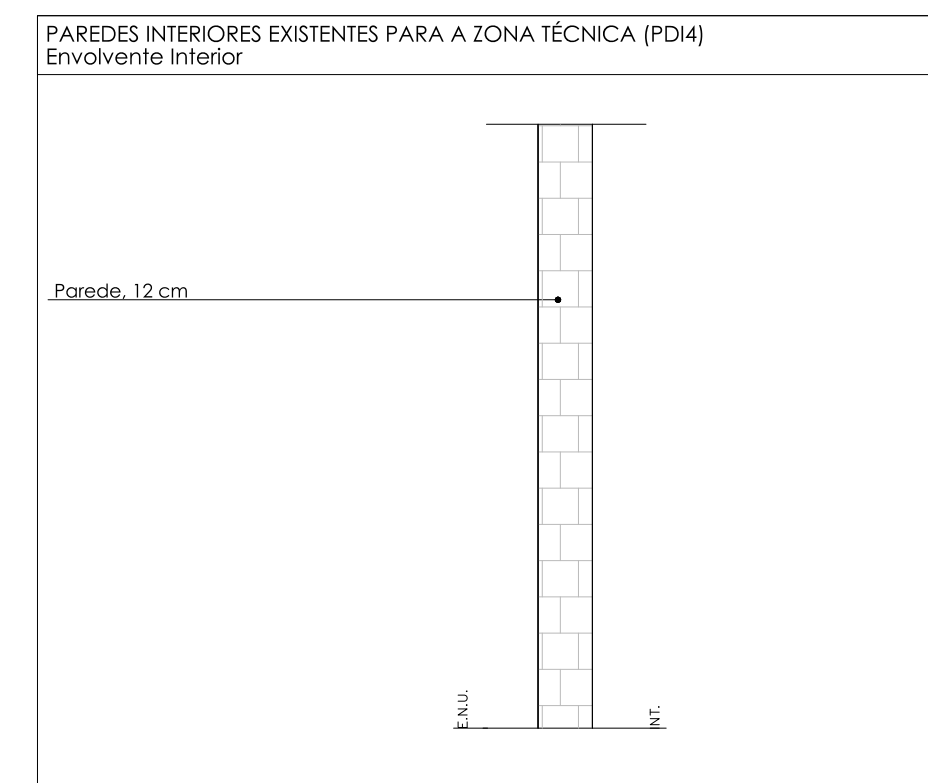
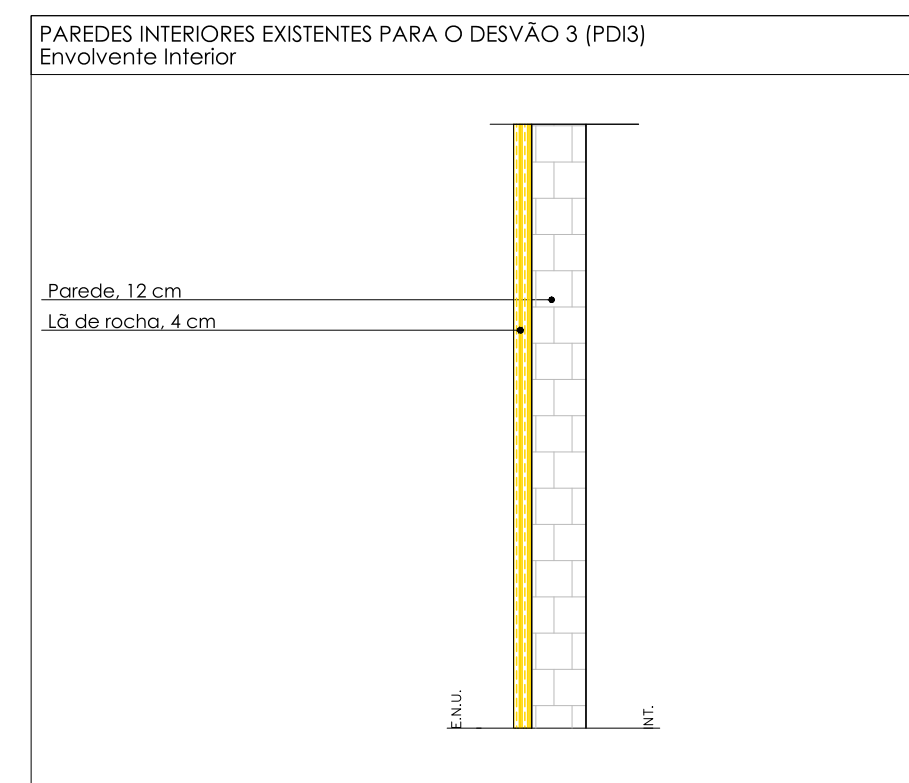
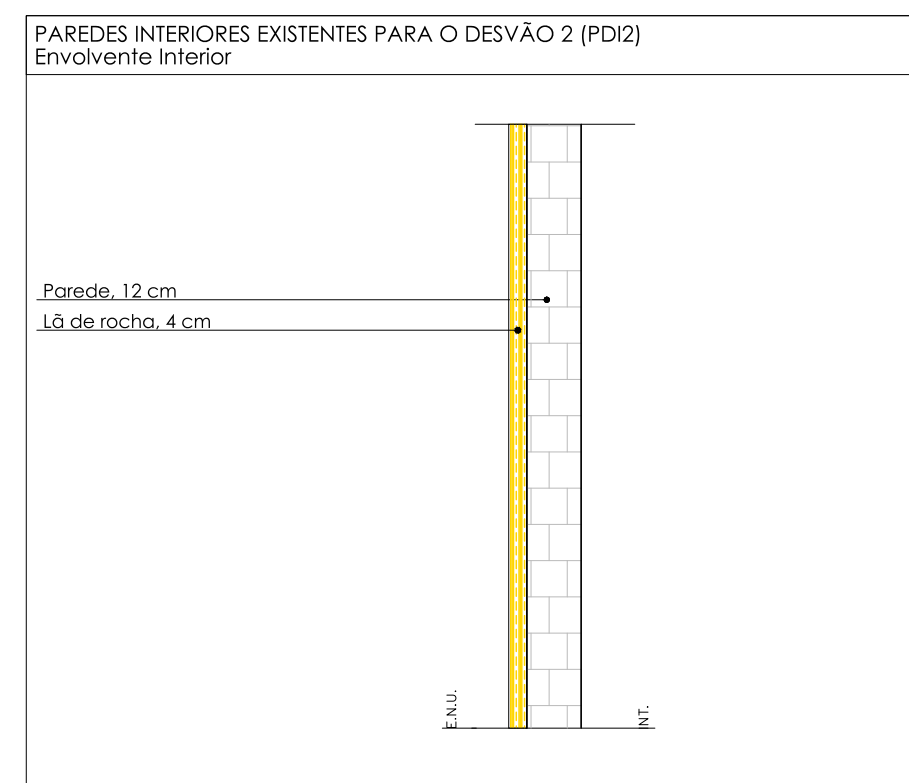
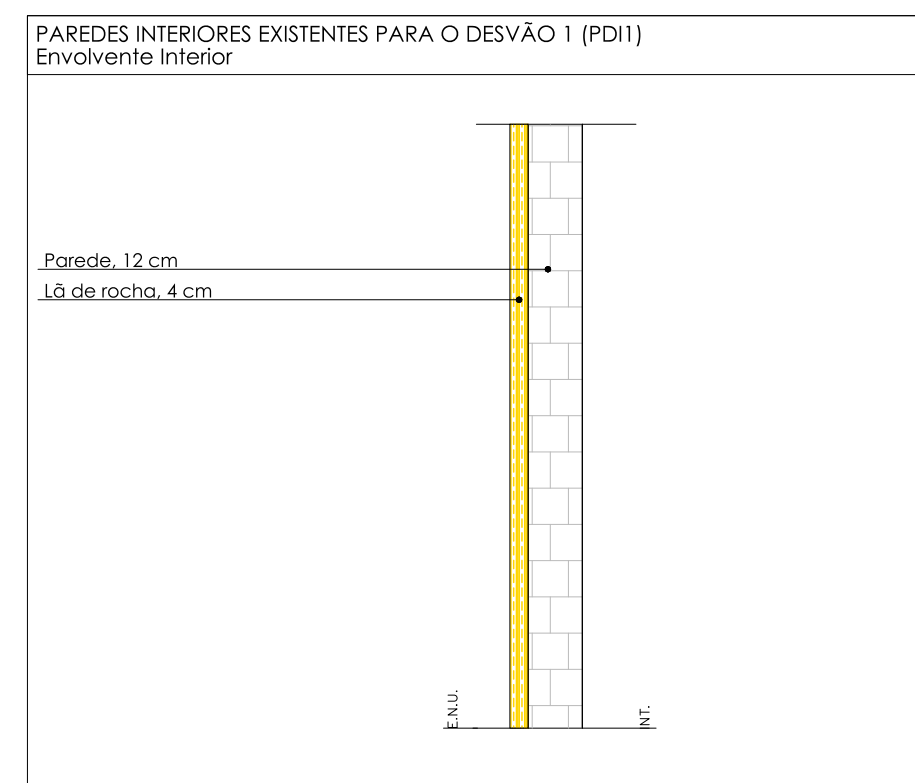
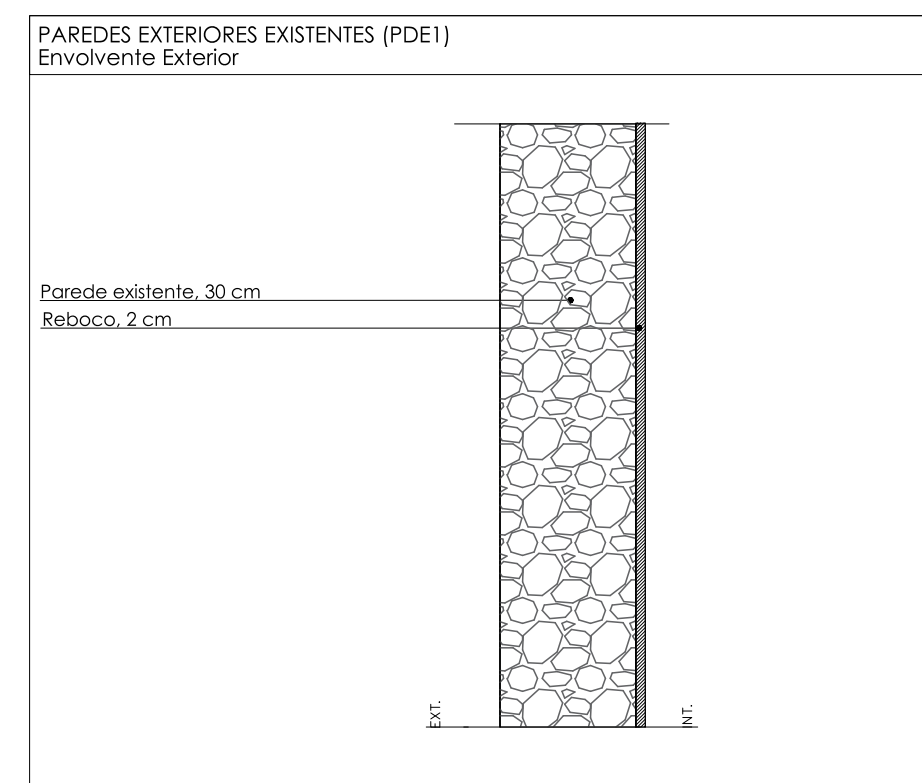
REQUISITANTE	Eng.º Emílio Peixoto	omega	Paula França
DISIGNAÇÃO DA OBRA	Remodelação da Habitação - Casa da Capela	FBW	Novais
FASE	PROJECTO DE LICENCIAMENTO		
PROLECTOR	Paula França Novais		Maí, 2018
DESIGNAÇÃO	COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH		
DESIGNAÇÃO	Planais envolvente		
REVISÃO Nº	0		ESCALA
REVISÃO Nº	0		1 / 100

LEGENDA - MARCAÇÃO DA ENVOLVENTE

Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente interior com requisitos de interior	
Envolvente sem requisitos	
Trama pavimento com a cor da envolvente	



REQUERENTE: Eng.º Ernesto Peixoto	omega Fibru	Eng.º Fernando José 151.2º Eng.º A 149.01-02 www.omegafibru.pt
DESIGNAÇÃO DA OBRA: Remodelação de Habitação - Casa da Capela	FASE: PROJECTO DE LICENCIAMENTO	DATA: Mai. 2018
PROJECTO: COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	PROFECTIVO: Paula França Novais	ESCALA: 1 / 100
DESIGNAÇÃO: Cortes envolvente	DESENHO Nº: 149.01-02	REVISÃO Nº: 0



REQUERENTE: <b>Eng.º Ernesto Peixoto</b>	<b>omega</b> fibw <small>soluções de engenharia</small>	Rua Fernando Lopes 157, 2º Esq. A 4150-318 Porto Tel. 225 322 736 www.omegafibw.pt
DESIGNAÇÃO DA OBRA: Remodelação de Habitação - Casa da Capela	FASE: PROJECTO DE LICENCIAMENTO	
PROJECTO: COMPORTAMENTO TÉRMICO - REH	PROJECTO: Paula França Novais	DATA: Mai. 2018
DESIGNAÇÃO: Pormenores construtivos	DESENHO Nº: 149.01-04	REVISÃO Nº: 0
	ESCALA: 1 / 20	

Versão V3.10 de 9 de novembro de 2017

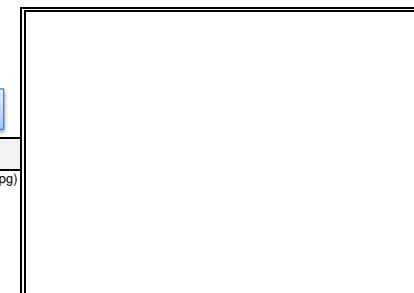
Identificação do Perito Qualificado	Nome:	Andrea Duarte
	Nº de usuário:	PQ00632

### Identificação Geográfica

#### Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)			
Código Postal	4405	-	622
Concelho	Vila Nova de Gaia		
Artéria	Rua Boaventura Fernandes		
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	180	Alojamento	

Inserir fotografia  
(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)



#### Coordenadas GPS

Latitude	41,079849	Longitude	-8,651107
----------	-----------	-----------	-----------

#### Natureza da Emissão

Qual a data de início do processo de licenciamento ou autorização de edificação?	A partir de 1 de Janeiro de 2016		
Tipo de Certificado	Pré-Certificado	Contexto de Certificado	Grande Intervenção
Definição do Enquadramento	Licença de Edificação		

### Identificação do Imóvel

#### Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Privado
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			

#### Identificação Registral

Conservatória Omissa?		Conservatória única?	-	Número da Conservatória	2
Conservatória Registo Predial de	Vila Nova de Gaia			Sob o nº	2497

Identificação Fiscal

Freguesia	UNIÃO DAS FREGUESIAS DE GULPILHARES E VALADARES	Cód. de Freguesia	131726
Nº Artigo Matricial	XXX	Fração	

Identificação Municipal

Aplicável Nº do Processo Municipal?	<input type="checkbox"/>	Data de registo	
Nº do Processo Municipal			

Proprietário/Promotor

Nome	Manuel Dias Silva Peixoto	Estrangeiro?	<input type="checkbox"/>
Artéria	Rua Professor Mota Pinto		
Código Postal	4100		354
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input checked="" type="checkbox"/>
Nº de Porta	124	Alojamento	8º Dtº
Telefone	123456789	e-mail	
		Não dispõe	-

NOTA: O Email do Proprietário deverá ser preenchido obrigatoriamente, caso se pretenda utilizar os dados do proprietário para faturação.

Técnico responsável pelo Projeto

Nome do Técnico			
Ordem Profissional		Nº de Membro	
Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto			

Características do Imóvel

## Localização geográfica do edifício

Altitude (m)	16	Altitude normalmente entre 0 e 261 m
Distância à costa	Inferior a 5km	Edifício situado no interior de uma zona urbana

## Características do Edifício

Ano de construção conhecido?	<input type="checkbox"/>	Ano de construção	1958
Período de Construção		Nº total de pisos que constitui o edifício	2
Tipo de utilização	Habitação	Possui elevador?	<input type="checkbox"/>

## Características da Fração

Área útil de pavimento (m <sup>2</sup> )	129,40	Pé-direito médio ponderado (m)	2,80	ROADMAP	2016
Tipologia	T3	Tipologia fiscal	T3	Inércia Térmica	Média
Nº de pisos da fração	2				

Descrição sucinta	Caract. restantes
<p>O edifício localiza-se na freguesia de Gulpilhares, concelho de Vila Nova de Gaia e distrito do Porto, a uma altitude de 84 m e uma distância à costa inferior a 5 km.</p> <p>O edifício é constituído por 2 pisos, acima do nível do solo, não possui elevador e de acordo com a informação disponível, foi construído no período compreendido no ano 1958, destinando-se a habitação.</p> <p>A fração em estudo é de tipologia T3, possui uma área útil de 128,630 m<sup>2</sup>.</p> <p>Não dispõe de sistema de climatização ambiente e a produção de águas quentes sanitárias é assegurada por uma salamandra alimentado a biomassa.</p> <p>No que respeita à ventilação, esta processa-se de forma natural com recurso a admissões de ar na caixilharia e exaustão através das instalações sanitárias e cozinha.</p>	1247

## Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m <sup>2</sup> )	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m <sup>3</sup> )
Sala	41,49	3,11	32,1	129,03
Quarto 1	13,24	2,71	10,2	35,88
I.S 1	4,70	2,71	3,6	12,74
I.S 2	1,47	2,71	1,1	3,98
Arrumo	1,63	2,71	1,3	4,42

Hall 1	11,56	2,71	8,9	31,33
Cozinha	16,66	2,75	12,9	45,82
Quarto 2	12,01	2,70	9,3	32,43
Quarto 3	15,12	2,61	11,7	39,46
Hall 2	8,21	2,33	6,3	19,13
I.S 3	3,31	2,33	2,6	7,71
<b>TOTAL</b>	<b>129,400</b>	<b>2,797</b>	<b>100,0</b>	<b>361,93</b>

## Envolvente exterior

### Paredes Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento? | - |

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples rebocada (anterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	<p>Paredes exteriores (PDE1):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII3, para paredes de alvenaria simples ou dupla, anteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 30 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. Considera-se ainda que não foram feitas as correcções das pontes térmicas.</p>	2,40	Existente	Não	Não

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m <sup>2</sup> )	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDE1	Sul		43,86	10,10	Clara	Não			2,40	33,75	0,50	-
PDE1	Norte		43,04	7,18	Clara	Não			2,40	35,87	0,50	-
PDE1	Este		28,92	3,25	Clara	Não			2,40	25,67	0,50	-

PDE1	Oeste		25,53	4,54	Clara	Não			2,40	20,98	0,50	-

(continuação)

Designação do Tipo de Solução				Sombreamento na est. de arrefecimento
PDE1				Sem Sombreamento
PDE1				Sem Sombreamento
PDE1				Sem Sombreamento
PDE1				Sem Sombreamento

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> ·°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> ·°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> ·°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	35,87	0,00	25,67	0,00	33,75	0,00	20,98	0,00	116,28	2,40	0,50	-

## Pavimentos Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> ·°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> ·°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> ·°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> ·°C)

## Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas



Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura exterior leve inclinada (CBE1): Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura exterior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas leves inclinadas. A cobertura em questão foi sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 8 cm de espessura.	0,40	0,38	Existente	Sim

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação (°)	Emissividade (II)	U asc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U desc. Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBE1		37,00	Clara	Não			0,40	0,38	0,40	0,40

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	37,00	0,40	0,40	0,40

## Vãos Envidraçados Exteriores

Optar pela regra de simplificação relativa ao cálculo do sombreamento dos vãos envidraçados? | - |

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2
Envidraçado Exterior - Tipo 1	Simplex	Caixilharia metálica com corte térmico com vidro duplo	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE1): Vão envidraçado simples, em caixilharia de PVC, com corte térmico, classe 4 de permeabilidade ao ar, vidro duplo incolor, 4 mm + caixa de ar com argon + 4 mm, com factor solar de 0.28.	Com protecção pelo exterior	Protecção solar exterior em portada lâminas venezianas de cor média, resultando num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 1.00 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar com protecção 100% activa de 0.08.	Existente	Sim
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE2): Vão envidraçado simples, em caixilharia de PVC, com corte térmico, classe 4 de permeabilidade ao ar, vidro duplo incolor, 4 mm + caixa de ar com argon + 4 mm, com factor solar de 0.28.	Sem protecção	Sem protecção solar, resultando num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 1.00 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar com protecção 100% activa de 0.28.	Existente	Sim
VE3	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Envidraçado Exterior (VE3): Vão envidraçado simples, em caixilharia de PVC, com corte térmico, classe 4 de permeabilidade ao ar, vidro duplo incolor, 4 mm + caixa de ar com argon + 4 mm, com factor solar de 0.28.	Com protecção pelo interior	Sem protecção solar, resultando num coeficiente de transmissão térmica (U) igual a 1.00 W/(m <sup>2</sup> .°C), factor solar com protecção 100% activa de 0.28.	Existente	Sim

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	g <sub>⊥,vi</sub>	g <sub>⊥,T</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>⊥,Tp</sub>	Classe da Caixilharia	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada Fg	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área (m <sup>2</sup> )	U <sub>máx</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)
VE1	2,30	0,75	0,08	0,63	4	Duplo	0,65	2,80	19,42	2,80
VE2	2,70	0,75	0,75	0,75	4	Duplo	0,65	2,80	1,37	2,80
VE3	2,50	0,75	0,39	0,63	4	Duplo	0,65	2,80	4,40	2,80

ID vão	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientação	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Permeabilidade da Caixa de Estore	Classe SEEP	ID SEEP	g <sub>T</sub> corrigido	Área do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	Área de envidraçados do compartimento que serve (m <sup>2</sup> )	g <sub>Tmax</sub>	Aenv < 5% Apav
1	Sala	VE1	Norte	1,45	Não	Perm. Baixa	A		0,08	41,49	7,44	-	Não
2	Sala	VE1	Oeste	4,54	Não	Perm. Baixa	A		0,08	41,49	7,44	0,47	Não
3	Sala	VE1	Sul	2,89	Não	Perm. Baixa	A		0,08	41,49	7,44	0,47	Não
4	Quarto 1	VE1	Norte	1,45	Não	Perm. Baixa	A		0,08	13,24	0,00	-	Sim
5	I.S 1	VE1	Norte	1,45	Não	Perm. Baixa	A		0,08	4,70	1,19	-	Não
6	I.S 1	VE1	Este	1,19	Não	Perm. Baixa	A		0,08	4,70	1,19	0,33	Não

7	Arrumo	VE2	Norte	0,67	Não	Não tem	A		0,73	1,63	0,00	-	Sim
8	Hall 1	VE2	Norte	0,70	Não	Não tem	A		0,73	11,56	0,00	-	Sim
9	Cozinha	VE1	Este	1,45	Não	Perm. Baixa	A		0,08	16,66	6,46	0,22	Não
10	Cozinha	VE1	Sul	1,45	Não	Perm. Baixa	A		0,08	16,66	6,46	0,22	Não
11	Cozinha	VE1	Sul	1,19	Não	Perm. Baixa	A		0,08	16,66	6,46	0,22	Não
12	Cozinha	VE1	Sul	2,37	Não	Perm. Baixa	A		0,08	16,66	6,46	0,22	Não
13	Quarto 2	VE3	Norte	2,20	Não	Perm. Baixa	A		0,38	12,01	0,00	-	Sim
14	Quarto 3	VE3	Sul	2,20	Não	Perm. Baixa	A		0,38	15,12	2,20	0,56	Não

(continuação)

ID vão	Sombreamento Arrefecimento = Sobreamento Aquecimento?	ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO/ARREFECIMENTO				ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO			Sombreamento na estação de aquecimento	Sombreamento na estação de arrefecimento
		Obstrução do Horizonte $\alpha^{\circ}$	Pala horizontal $\alpha^{\circ}$	Pala vertical à esquerda $\beta_{esq}^{\circ}$	Pala vertical à direita $\beta_{dir}^{\circ}$	Pala horizontal $\alpha^{\circ}$	Pala vertical à esquerda $\beta_{esq}^{\circ}$	Pala vertical à direita $\beta_{dir}^{\circ}$		
1	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
2	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
3	Sim	45	0	28	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
4	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
5	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
6	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
7	Sim	45	0	83	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
8	Sim	45	0	61	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
9	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
10	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
11	Sim	45	0	75	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
12	Sim	45	0	0	81				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
13	Sim	45	0	53	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
14	Sim	45	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento

Vãos Opacos Exteriores

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Vão opaco exterior - Tipo	Não aplicável

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)
VOE1	Vão Opaco Exterior - Tipo 1	Porta	1,00

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m <sup>2</sup> )				Condições de sombreamento na estação de arrefecimento	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
VOE1	Este	Clara	2,37				Sombreamento Normal/Standard	1,00	0,50	-

Designação do Tipo de Solução	Áreas por orientação (m <sup>2</sup> )								Área Total (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
VOE1	0,00	0,00	2,37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	2,37	1,00	0,50	-

## Envolvente em contato com o solo

Considerar a simplificação relativa ao cálculo da transmissão pelos elementos em contacto com o solo?

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo  $\lambda$ ?

0,5

W/(m.°C)

## Pavimentos Têrreos

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Pavimento Têrreo - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico
Pavimento Têrreo - Tipo 2	Pavimento com isolamento térmico pelo exterior

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m <sup>2</sup> )	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	Sujeita a intervenção?

PVT1	Pavimento Têrreo - Tipo 1	<p>Pavimento têrreo (PVT1): Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para pavimentos em contacto com o solo com profundidade Z=0 e Rf=0.5.</p>	76,16	0,21	0,50	Sim
PVT2	Pavimento Têrreo - Tipo 2	<p>Pavimento têrreo (PVT2): Por impossibilidade de determinação da constituição do pavimento, aplica-se o disposto no Despacho 15793-E/2013 para pavimentos em contacto com o solo com profundidade Z=0 e Rf=1.08 O pavimento em questão será sujeito a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de isolamento térmico 4 cm de espessura.</p>	27,14	0,12	0,50	Sim

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	R <sub>f</sub> m <sup>2</sup> .°C/W	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn (m)	Extensão de Isol. D (m)
PVT1	0,50	34,47	0,30	Não			
PVT2	1,08	7,37	0,30	Sim	Horizontal	0,0	8,0

## Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>f</sub> m <sup>2</sup> .°C/W	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m <sup>2</sup> )	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?

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

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m <sup>2</sup> )	R <sub>w</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	R <sub>i</sub> (m <sup>2</sup> .°C/W)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Pontes Térmicas Lineares Exteriores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

I-I

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Comp. B (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais		Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
Fach. com pavimentos térreos	40,67						0,70	0,5
Fachada com pavimento intermédio	43,89						0,70	0,5
Fachada com varanda	3,06						0,70	0,5
Fachada com cobertura	13,78			Isol. sob/sobre o cobertura?	Sem isolamento		0,70	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	16,68						0,50	0,4
Fachada com caixilharia	91,28			Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta		0,30	0,2
Zona da caixa de estores	16,57						0,30	0,2
							-	-

(VIII) Note-se que, em ligações de fachada com pavimento intermédio ou varanda os valores tabelados do coeficiente de transmissão térmica linear Ψ apresentados dizem respeito a METADE da ligação global, correspondendo apenas à perda no andar superior ou no andar inferior.

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)
PTLE1	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	40,67	0,70	0,50
PTLE2	Fachada com pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	43,89	0,70	0,50
PTLE3	Fachada com varanda	Valores Tabelados	3,06	0,70	0,50
PTLE4	Fachada com cobertura	Valores Tabelados	13,78	0,70	0,50

PTLE5	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	16,68	0,50	0,40
PTLE6	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	91,28	0,30	0,20
PTLE7	Zona de caixa de estores	Valores Tabelados	16,57	0,30	0,20

## Envolvente Interior

### Definição da Envolvente Interior

Aplicação da regra de simplificação relativa à determinação do coeficiente de redução de perdas de ENU?

ESPAÇO NÃO-ÚTIL	Cálculo do b <sub>tr</sub> de acordo com a norma 13789?	b <sub>tr</sub> calculado	A <sub>v</sub> /A <sub>u</sub>	Volume do ENU m <sup>3</sup>	Ventilação	b <sub>tr</sub>
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
Desvão sanitário	Não		$2 \leq A_v/A_u < 4$	$V \leq 50$	Forte	0,70
Desvão 1	Não		$0,5 \leq A_v/A_u < 1$	$V \leq 50$	Fraca	0,70
Desvão 2	Não		$0,5 \leq A_v/A_u < 1$	$V \leq 50$	Fraca	0,70
Desvão 3	Não		$1 \leq A_v/A_u < 2$	$V \leq 50$	Fraca	0,60
zona técnica	Não		$1 \leq A_v/A_u < 2$	$V \leq 50$	Forte	0,80
						-

### Paredes interiores - Soluções correntes, pontes térmicas planas e vãos opacos

Parede Interior, Ponte Térmica Plana ou Vão Opaco?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Interior - Tipo 1	Parede simples rebocada (anterior a 1960)

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDI1	Parede Interior - Tipo 1	<p>Paredes interiores em contacto com Desvão 1 (PDI1):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII2, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 12 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção.</p> <p>A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 4 cm de espessura.</p>	0,60	Existente	Sim	Sim

PDI2	Parede Interior - Tipo 1	<p>Paredes interiores em contacto com Desvão 2 (PDI2):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII2, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 12 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 4 cm de espessura.</p>	0,60	Existente	Sim	
PDI3	Parede Interior - Tipo 1	<p>Paredes interiores em contacto com Desvão 3 (PDI3):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII2, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 12 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 4 cm de espessura.</p>	0,60	Existente	Sim	
PDI4	Parede Interior - Tipo 1	<p>Paredes interiores em contacto com Zona técnica (PDI4):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da parede exterior aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QII2, para paredes de alvenaria simples ou dupla, posteriores a 1960, com uma espessura aproximada de 12 cm, tendo em linha de conta o local da construção, a data e o tipo de construção. A parede em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 4 cm de espessura.</p>	1,82	Existente	Sim	

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m <sup>2</sup> )	Área envidraçada (m <sup>2</sup> )	btr	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Área Efectiva (m <sup>2</sup> )	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI1	Desvão 1		14,25		0,70	0,60	14,25	0,80	2,00
PDI2	Desvão 2		9,70		0,70	0,60	9,70	0,80	2,00
PDI3	Desvão 3		7,23		0,60	0,60	7,23	0,80	2,00
PDI4	zona técnica		4,87		0,80	1,82	4,87	0,50	0,50

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
PDI4	0,80	4,87	1,82	0,50	0,50
PDI1	0,70	14,25	0,60	0,80	2,00
PDI2	0,70	9,70	0,60	0,80	2,00
PDI3	0,60	7,23	0,60	0,80	2,00



Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	btr	Udesc (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)

### Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura horizontal sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBI1	Cobertura Interior - Tipo 1	<p>Cobertura interior (CBI1):</p> <p>Por impossibilidade de determinação da constituição da cobertura interior, aplica-se o disposto na Tabela síntese do ITE54 / Portal SCE QIII para coberturas leves. A cobertura em questão será sujeita a uma intervenção de reabilitação térmica, consistindo na aplicação de lâ de rocha com 4 cm de espessura.</p>	0,68	Existente	Sim

#### PREENCHER APENAS PARA O CASO DE COBERTURAS EM DESVÃO

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m <sup>2</sup> )	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação (X)	Emissividade (X <sup>II</sup> )	Udescendente (W/m <sup>2</sup> .°C)	btr	U (W/m <sup>2</sup> .°C)	URef (W/m <sup>2</sup> .°C)	UMáx (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBI1	Desvão 1		27,89	Clara	Fracamente	Normal	0,62	0,70	0,68	0,60	1,65
CBI1	Desvão 2		19,34	Clara	Fracamente	Normal	0,62	0,70	0,68	0,60	1,65

CBI1	Desvão 3		6,17	Clara	Fracamente	Normal	0,62	0,60	0,68	0,60	1,65

Designação do Tipo de Solução	btr	Área por btr (m <sup>2</sup> )	U Solução (W/m <sup>2</sup> .°C)	U referência (W/m <sup>2</sup> .°C)	U máximo (W/m <sup>2</sup> .°C)
CBI1	0,70	47,23	0,68	0,60	1,65
CBI1	0,60	6,17	0,68	0,60	1,65

## Vãos Envidraçados Interiores

Tipo de Solução	Tipo de Janela	Tipo de solução caixilharia 1	Tipo de solução caixilharia 2

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m <sup>2</sup> )	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	U <sub>wdn</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)	U <sub>Ref</sub> (W/m <sup>2</sup> .°C)

## Pontes Térmicas Lineares Interiores

Cálculo das pontes térmicas lineares de acordo com a metodologia simplificada?

| - |

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. B <sup>(XIV)</sup> (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais			Sistema de isolamento nas paredes	ψ (W/m.°C)	Ψ <sub>REF</sub> (W/m.°C)
Fach. com pavimentos térreos	zona técnica	1,77							0,70	0,50
Fachada com cobertura	zona técnica	1,77			Isol. sob/sobre o cobertura?	Sobre			0,70	0,5
									-	-

Designação da Solução	Espaço não útil	btr	Tipo de Solução	Método	Comprimento (m)	Psi solução (w/m.°C)	Psi referência (w/m.°C)
PTLI1	zona técnica	0,8	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	1,77	0,70	0,50
PTLI2	zona técnica	0,8	Fachada com cobertura e isolamento sobre a laje de cobertura	Valores Tabelados	1,77	0,70	0,50

## Ventilação

Método de cálculo	Segundo a EN 15242 e Despacho 15793-K
-------------------	---------------------------------------

Efetuar o cálculo no separador "CalculoVentilacao"

Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1
-----------------------	---------------------------

Arrefecimento noturno com abertura das janelas?
---

Rph Estimada (h <sup>-1</sup> )	Rph mínimo (h <sup>-1</sup> )	Rph, i (h <sup>-1</sup> )	Rph, v (h <sup>-1</sup> )
0,28	0,40	0,40	0,60

Descrição da Solução de Ventilação	Caract. restantes
A ventilação processa-se de forma natural com admissões de ar na caixilharia (classe 4 de permeabilidade ao ar) e exaustão através de janelas reguláveis manualmente. Os envidraçados, face à sua distribuição e modo de abertura, permitem efectuar o arrefecimento noturno.	241

## Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos?	<input checked="" type="checkbox"/>
---------------------------	-------------------------------------

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------

Isolamento térmico na tubagem de distribuição de AQS com resistência térmica $\geq 0,25 \text{ m}^3 \cdot \text{°C/W}$ ?	<input type="checkbox"/>
--	--------------------------

Os chuveiros ou sistemas de duche possuem certificado de eficiência hídrica com rótulo A ou superior?	<input checked="" type="checkbox"/>
---	-------------------------------------

Identificação do Sistema	Fonte de Energia	Tipo de Equipamento	Nº de unidades iguais	Marca	Gama	Modelo	Foi possível aceder ao equipamento?	Descrição Específica do Equipamento	Produção Total de Energia (kWh/ano)
Sistema 1	Biomassa	Salamandra	1	ADF		PANORA CV			3525,14
Sistema 2	Gás Natural	Caldeira	1						



Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)

0	0
	0,00
72,04	90,92

Classe Energética
<b>B-</b>

## Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	62,67	71,98	37,85
Arrefecimento	3,04	3,21	0,00
AQS	20,64	19,29	0,00

Energia Renovável (%)	28,83
-----------------------	-------

Emissões de CO2 (t/ano)	1,82
-------------------------	------

## Potencial para a identificação de Medidas de Melhoria

### AValiação DO POTENCIAL PARA A IDENTIFICAÇÃO DE MEDIDAS DE MELHORIA

[alínea b) do ponto 4. do Despacho n.º 7113/2015 de 29 de Junho]

Verde (superior a 30%) - Elevado potencial de melhoria  
 Amarelo (entre 0% e 30%) - Algum potencial de melhoria  
 Vermelho (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U <sub>REF</sub> )		Simulação em curso	
		Solução Inicial	
Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U <sub>REF</sub> )	Aquecimento	✓	48,9%
	Arrefecimento	!	1,7%
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✓	44,5%
	Arrefecimento	!	1,7%
	AQS	✗	-7,0%

## Dados Climáticos

Graus-dia	1 125
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I1
---------------------------	----

Zona Climática de Verão	V2
-------------------------	----

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	10,4
---	------

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	20,9
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	6,0
---	-----

Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0
---	-----

## Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	HeCs
279,06	21,84	0,00

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
0,00	0,00

Portas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
2,37	0,00

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
111,68	1,98

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
14,80	25,00

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	HeCs
0,00	0,00	19,48

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
59,37	0,00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
49,22

## Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
---------------

Coberturas
------------

Portas (kWh)
--------------

Vãos Envidraçados (kWh)
-------------------------

Ganhos Internos (kWh)
-----------------------

Qsol,v EXT
1558,55

Qsol,v EXT	Qsol, Desv
179,94	423,78

Qsol,v EXT
14,89

Qsol,v EXT
2270,91

Qint,v
1515,53

## Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria?

I-I

Solução Inicial	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	69,67	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,61	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	72,04	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	55,77	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	90,92		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Solução Inicial							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	69,67	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,61	Qa/Ap (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Ntc (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	72,04	Classe Energética	B-
	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	55,77	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	9,13	Qa/Ap ref. (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	18,37	Nt (kWh <sub>ep</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	90,92		

Gravar/Editar Simulação

Carregar Simulação



Identificação da Medida de Melhoria e Classe energética	Classe Energética	Medida de Melhoria associada a ...	Descrição sucinta da medida proposta	Descrição detalhada da medida proposta	Medida considerada no recálculo?	Custo estimado de investimento (€)	Redução Anual da Fatura Energética (€/ano)	Período de retorno (anos)	Novo Nt (kWh/m2.ano)	Novo Ntc (kWh/m2.ano)
Medida de Melhoria 1	B	Envolventes Opacas - Paredes	Isolamento térmico em paredes exteriores - aplicação pelo interior com revestimento leve	<p>Propõe-se uma intervenção no pavimento interior através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com desvão sanitário, em lâ de rocha com massa volúmica seca entre 35-100 Kg/m<sup>3</sup>, espessura de 0.04 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.036 W/(m.°C), seguido de revestimento interior a definir prela arquitetura.</p> <p>O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.59 W/m<sup>2</sup>.°C.</p> <p>O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2730 €, para uma redução anual de energia de 130 €.</p>	Sim	2730,00	130,00	21,0	90,92	64,29

Identificação da Medida de Melhoria	Nic (kWh/m2.ano)	Nvc (kWh/m2.ano)	Qa (kWh/m2.ano)	Aquecimento			Arrefecimento			Águas Quentes Sanitárias			Quantidade Total (m <sup>2</sup> ; ml; kW; l)	Emissões de CO2 (t/ano)
				Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)		
Medida de Melhoria 1	56,51	10,45	2377	62,67	58,39	37,85	3,04	3,48	0,00	20,64	19,29	0,00	91	1,62

Identificação da Medida de Melhora (Outros Benefícios)	ENR	TER	ACU	PAT	QAI	SEG	FIM	REN	VIS
Medida de Melhoria 1	✓	✓		✓					✓

Impacto das Medidas de Melhoria	Custo Total Estimado de Investimento (€)	2730,00	Nic (kWh/m2.ano)	59,91 <th rowspan="4">Classe Energética</th> <th rowspan="4">INDICADORES DE DESEMPENHO</th> <th>Valor de Referência (kWh/m2.ano)</th> <th>Valor do Edifício (kWh/m2.ano)</th> <th>Renovável (%)</th>	Classe Energética	INDICADORES DE DESEMPENHO	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)		
	Poupança Total da Fatura Energética (€/ano)	100,00	Nvc (kWh/m2.ano)	9,97			B	Aquecimento	59,49	61,90	37,85
	Nt (kWh/m2.ano)	87,75	Qa (kWh/ano)	2377,29				Arrefecimento	3,04	3,32	0,00
	Ntc (kWh/m2.ano)	66,07	Emissões de CO2 (t/ano)	0				AQS	20,64	19,29	0,00

## Documentos

### Documentos

#### RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇÃO

Relatório do perito

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 3 MB, formato pdf

Levantamento

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 2 MB, formato pdf

#### FOLHAS DE CÁLCULO

Folha de cálculo regulamentar

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

Folha de cálculo da ventilação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1.5 MB, formato pdf

#### OUTROS DOCUMENTOS E FOTOGRAFIAS

Adicionar/Remover

### Notas e Observações

Caract. restantes  
2048

## ANÁLISE ECONÓMICA DE MEDIDAS DE MELHORIA

	€/kWh	kgCO <sub>2</sub> /kWh	F <sub>pu</sub>
Electricidade	0,17	0,144	2,5
Gasóleo	0,096	0,267	1
Gás Natural	0,09	0,202	1
Gás Propano	0,151	0,170	1
Gás Butano	0,151	0,170	1
Biomassa	0,05	0,000	1
Redes Urbanas - Climaespaço (climatização)	0,17	0,144	2,5
Redes Urbanas - Climaespaço (aq)	0,09	0,202	1
Renovável Térmica	0	0	1
Renovável Eléctrica	0	0	2,5

### SITUAÇÃO INICIAL

Identificação do Imóvel / Processo de Certificação	Rua Boaventura Fernandes 180				
Área útil de Pavimento, Ap (m <sup>2</sup> )	129,40	$N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	72,04	$N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	90,92
Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	992,45
Classe de Desempenho Energético	B-			Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	1,82

### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 1	Biomassa		0,32		0,82	1	27,24	0,05 €/kWh	1,36 €/m <sup>2</sup>	176,26 €	0
Sistema 2	Gás Natural	69,67	0,68	1	1,06	1	44,74	0,09 €/kWh	4,03 €/m <sup>2</sup>	521,00 €	0,202
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	697,26 €	



**G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO**

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{pvuv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{pvuv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	9,61	1,00	1,00	3	2,5	8,01	0,17 €/kWh	0,54 €/m <sup>2</sup>	70,49 €	0,144
									TOTAL	70,49 €	

**G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQ3**

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_g/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pvua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_g/A_p) \cdot F_{pvua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Gás Natural	18,37	1,00	1	0,95	1	19,29	0,09 €/kWh	1,74 €/m <sup>2</sup>	224,70 €	0,202
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	224,70 €	

**G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica $W_{vm}$	0,00	kWh/ano	Custo Electricidade (€/kWh)	0,17	Custos Anuais (€)	0,00 €	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)	0,144
--	------	---------	-----------------------------------	------	----------------------	--------	---	-------

**MEDIDA DE MELHORIA 1**

Medida Considerada no Recálculo da Classe de Desempenho Energético?

Sim

Pretende que o custo de investimento associado a esta medida de melhoria seja contabilizado na avaliação do Impacto das Medidas de Melhoria?

Sim

Medida Associada a:

Envolventes Opacas - Paredes

Descrição Sucinta da Medida Proposta:

Isolamento térmico em paredes exteriores - aplicação pelo interior com revestimento leve

Descrição Detalhada da Medida Proposta:

Propõe-se uma intervenção no pavimento interior através da aplicação de isolamento térmico no pavimento em contacto com desvão sanitário, em lâ de rocha com massa volúmica seca entre 35-100 Kg/m<sup>3</sup>, espessura de 0.04 m e coeficiente de condutibilidade térmica de 0.036 W/(m.°C), seguido de revestimento interior a definir prela arquitetura.  
O coeficiente transmissão térmica com a medida de melhoria atinge o valor de 0.59 W/m<sup>2</sup>.°C.  
O custo de investimento estimado para esta medida de melhoria será de cerca de 2730 €, para uma redução anual de energia de 130 €.

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ ( $kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)$ )	64,29	Novo $N_i$ ( $kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)$ )	90,92
Quantidade Total (m <sup>2</sup> ; ml; kW; l)	91	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica ( $kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)$ )	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Valor Total (€)	2730	Custos Anuais Globais de Energia útil (€/ano)	866,92	Redução das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,21
Redução Anual da Factura Energética (€/ano)	130,00				

### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·ano)	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> ·ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 1	Biomassa		0,32		0,82	1	22,10	0,05 €/kWh	1,10 €/m <sup>2</sup>	142,97 €	0
Sistema 2	Gás Natural	56,51	0,68	1	1,06	1	36,29	0,09 €/kWh	3,27 €/m <sup>2</sup>	422,62 €	0,202
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	565,59 €	

### G.2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{vc}$ kWh/(m <sup>2</sup> ·ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{puv}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{vc} \cdot F_{puv} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> ·ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	10,45	1,00	1,00	3	2,5	8,71	0,17 €/kWh	0,59 €/m <sup>2</sup>	76,63 €	0,144
									TOTAL	76,63 €	

### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> ·ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> ·ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)

Sistema 2	Gás Natural	18,37	1,00	1	0,95	1	19,29	0,09 €/kWh	1,74 €/m <sup>2</sup>	224,70 €	0,202
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
TOTAL										224,70 €	

**G.4 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA PARA VENTILAÇÃO MECÂNICA**

Energia anual eléctrica necessária ao funcionamento do sistema de ventilação mecânica  $W_{vm}$

0,00

kWh/ano

Custo  
Electricidade  
(€/kWh)

0,17

Custos Anuais  
(€)

0,00 €

Factor de Conversão de Energia  
Primária para Emissões de CO<sub>2</sub>  
(kgCO<sub>2</sub>/kWh)

0,144

### IMPACTO DAS MEDIDAS DE MELHORIA CONSIDERADAS NO RECÁLCULO DA CLASSE DE DESEMPENHO ENERGÉTICO

Classe de Desempenho Energético	B	Novo $N_{ic}$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	66,07	Novo $N_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	87,75
Custo Total Estimado de Investimento (€)	2730,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	0,00	Contribuição de sistemas renováveis de produção de energia eléctrica (€/ano)	0,00
Poupança Total na Factura Energética (€/ano)	100,00	Custos Anuais Globais de Energia útil (€)	897,41	Redução Total das Emissões de CO <sub>2</sub> (tonCO <sub>2</sub> /ano)	0,16

#### G.1 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA AQUECIMENTO

AQUECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	123,00	$f_i$	$\delta$	$\eta_i$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_i \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_i$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 1	Biomassa		0,32		0,82	1	23,43	0,05 €/kWh	1,17 €/m <sup>2</sup>	151,57 €	0
Sistema 2	Gás Natural	59,91	0,68	1	1,06	1	38,47	0,09 €/kWh	3,46 €/m <sup>2</sup>	448,04 €	0,202
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1,00	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m <sup>2</sup>	0,00 €	0,144
									TOTAL	599,61 €	

#### G2 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA ARREFECIMENTO

ARREFECIMENTO Designação do Sistema	Fonte de Energia	$N_{ic}$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_v$	$\delta$	$\eta_v$	$F_{pui}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_v \cdot \delta \cdot N_{ic} \cdot F_{pui} / \eta_v$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema por defeito	Electricidade	9,97	1,00	1,00	3	2,5	8,31	0,17 €/kWh	0,57 €/m <sup>2</sup>	73,11 €	0,144
									TOTAL	73,11 €	

#### G.3 - NECESSIDADES NOMINAIS DE ENERGIA PRIMARIA PARA PRODUÇÃO DE AQS

AQS Designação do Sistema	Fonte de Energia	$Q_d/A_p$ kWh/(m <sup>2</sup> .ano)	$f_a$	$\delta$	$\eta_a$	$F_{pua}$ kWh <sub>EP</sub> /kWh	$f_a \cdot \delta \cdot (Q_d/A_p) \cdot F_{pua} / \eta_a$ (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Custo por vector energético (€/kWh)	Custos Anuais de energia (€/m <sup>2</sup> )	Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
Sistema 2	Gás Natural	18,37	1,00	1	0,95	1	19,29	0,09 €/kWh	1,74 €/m <sup>2</sup>	224,70 €	0,202

Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,17 €/kWh	0,00 €/m2	0,00 €	0,144
										TOTAL	224,70 €

**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

Custo Electricidade (€/kWh)
0,17

Custos Anuais (€)	Factor de Conversão de Energia Primária para Emissões de CO <sub>2</sub> (kgCO <sub>2</sub> /kWh)
0,00 €	0,144

## 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	33,75	780,00	150,00	1,00	5063,00
PDE1	35,87	10,00	10,00	1,00	358,68
PDE1	25,67	780,00	150,00	1,00	3850,62
PDE1	20,98	780,00	150,00	1,00	3147,57
			0,00		
<b>TOTAL</b>					12419,86

#### 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
CBE1	37,00	20,00	20,00	1,00	739,90
			0,00		
<b>TOTAL</b>					739,90

### 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	14,25	168,00	150,00	1,00	2137,14
PDI2	9,70	168,00	150,00	1,00	1454,64
PDI3	7,23	168,00	150,00	1,00	1083,84
PDI4	4,87	168,00	150,00	1,00	730,13
			0,00		
<b>TOTAL</b>					5405,75

#### 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

## INÉRCIA TÉRMICA

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
		20,00	20,00	1,00	
			0,00		
					0,00

## INÉRCIA TÉRMICA

### 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
CBI1	27,89	20,00	20,00	1,00	557,80
CBI1	19,34	20,00	20,00	1,00	386,80
CBI1	6,17	20,00	20,00	1,00	123,40
		20,00	20,00	1,00	
			0,00		
<b>TOTAL</b>					1068,00

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



## INÉRCIA TÉRMICA

### Pavimentos enterrados

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
PVT1	76,16				0,00
<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
		168,00	168,00	1,00	0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					0,00

### 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
P	37,09	20,00	20,00	1,00	741,80
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
					0,00
<b>TOTAL</b>					741,80

It 157,46

**Classe de inércia térmica** Média

**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** Vila Nova de Gaia

**Edifício**

Empreendimento: \_\_\_\_\_ Nº de fracções \_\_\_\_\_  
Morada: Rua Boaventura Fernandes 180  
Freguesia: UNIÃO DAS FREGUESIAS DE GULPILHARES E VALADARES Concelho: Vila Nova de Gaia

**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 <sup>2</sup> )	Pé direito médio ponderado (m)	Tipologia
-	129,40	2,80	T3

Resumo de cálculo:

Fração	Tx. ren. (RPH)	Nic (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Ni (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nvc (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Nv (kWh/(m <sup>2</sup> .ano))	Qa (kWh/ano)	Ntc (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	Nt (kWh <sub>EP</sub> /(m <sup>2</sup> .ano))	E <sub>ren,p</sub> (kWh/ano)(*)	E <sub>ren,ext</sub> (kWh/ano)(**)
-	0,28	69,67	55,77	9,61	9,13	2377	72,04	90,92	3525	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<sub>ren,p</sub>.

**Técnico responsável pelo projeto de comportamento térmico**

Nome: \_\_\_\_\_  
Inscrito na: \_\_\_\_\_ Número de inscrição: \_\_\_\_\_  
Assinatura \_\_\_\_\_

### Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Grande Intervenção
Concelho	Vila Nova de Gaia
Altitude (m)	16
Região	B
Rugosidade	I
Área útil (m <sup>2</sup> )	129,40
Pé direito (m)	2,80
Volume (m <sup>3</sup> )	361,93
Texterior (°C)	10,40
Altitude ref. (m)	94,00
A <sub>EW</sub> /A <sub>U</sub>	19,5%

Nº de pisos da fracção	2
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)	6
Altura da fracção, H <sub>FA</sub> (m)	6
Edifícios/obstáculos?	<input type="checkbox"/>
Altura do obstáculo, H <sub>obs</sub> (m)	
Distância ao obstáculo, D <sub>obs</sub> (m)	
Protecção do edifício	Desprotegido
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.

Designação	Área vãos (m <sup>2</sup> )	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vãos 1	23,82	4	Perm. Baixa
Grupo de vãos 2	1,37	4	Não tem

### Aberturas de admissão de ar na envolvente

Existem aberturas de admissão de ar nas fachadas?

Abertura	Tipo de abertura	Área livre (cm <sup>2</sup> ) / Caudal (m <sup>3</sup> /h)	Designação
Abertura 1	Fixa ou regulável manualmente	250,00	
Abertura 2			

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

Existem condutas de ventilação natural?

Conduta	Tipo de escoamento	Exaustores tipo ventax?	Perda de carga	Tipo de cobertura	Número de condutas semelhantes	Altura da conduta conhecida?	Altura da conduta (m)	Designação
Conduta V_N 1	Exaustão	Não	Alta	Inclinada (10° a 30°)	2	Não	3,00	
Conduta V_N 2								

### 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?

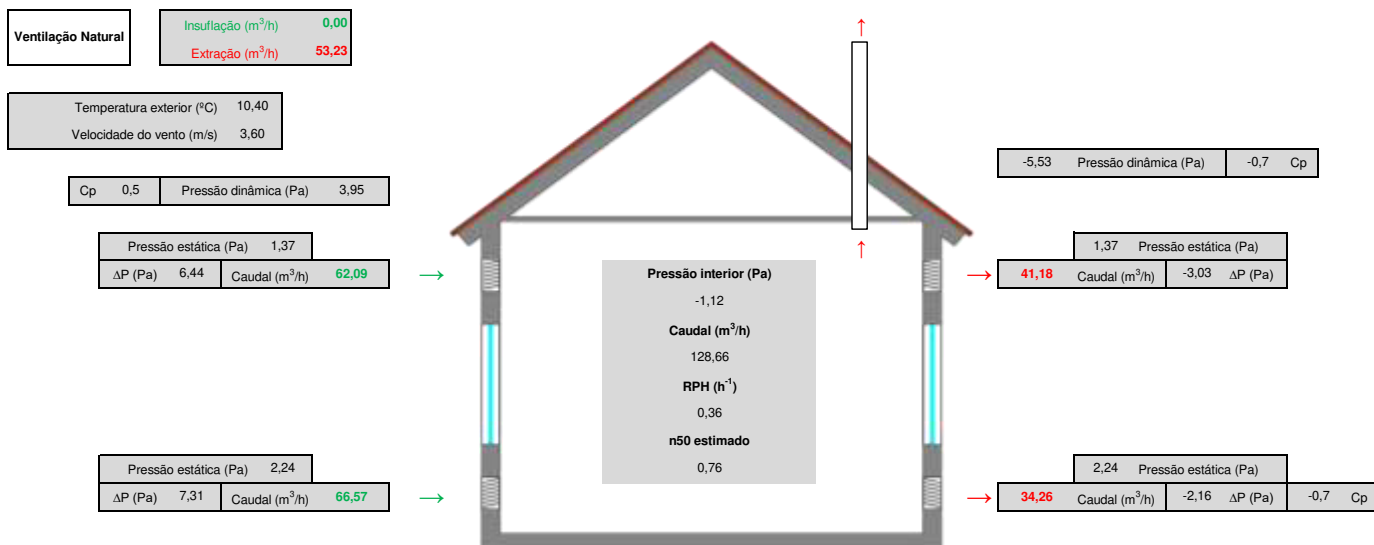
### RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,28
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

Req. mínimo de ventilação (h-1)	0,40
Rphi 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)



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>ref</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
				<i>correção quando a área de envidraçados excede 20% da área útil</i>	0,00	-	-
PDE1	33,75	2,40	81,01	PDE1	33,75	0,50	16,88
PDE1	35,87	2,40	86,08	PDE1	35,87	0,50	17,93
PDE1	25,67	2,40	61,61	PDE1	25,67	0,50	12,84
PDE1	20,98	2,40	50,36	PDE1	20,98	0,50	10,49
		TOTAL	279,06			TOTAL	58,14
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>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C		Área A m <sup>2</sup>	U <sub>ascendente</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	U.A W/°C
CBE1	37,00	0,40	14,80	CBE1	37,00	0,40	14,80
		TOTAL	14,80			TOTAL	14,80
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)	1,45	2,30	3,33	1 (VE1)	1,45	2,80	4,05
2 (VE1)	4,54	2,30	10,45	2 (VE1)	4,54	2,80	12,72
3 (VE1)	2,89	2,30	6,65	3 (VE1)	2,89	2,80	8,10
4 (VE1)	1,45	2,30	3,33	4 (VE1)	1,45	2,80	4,05
5 (VE1)	1,45	2,30	3,33	5 (VE1)	1,45	2,80	4,05
6 (VE1)	1,19	2,30	2,73	6 (VE1)	1,19	2,80	3,33
7 (VE2)	0,67	2,70	1,80	7 (VE2)	0,67	2,80	1,87
8 (VE2)	0,70	2,70	1,90	8 (VE2)	0,70	2,80	1,97
9 (VE1)	1,45	2,30	3,33	9 (VE1)	1,45	2,80	4,05
10 (VE1)	1,45	2,30	3,33	10 (VE1)	1,45	2,80	4,05
11 (VE1)	1,19	2,30	2,73	11 (VE1)	1,19	2,80	3,33
12 (VE1)	2,37	2,30	5,46	12 (VE1)	2,37	2,80	6,65
13 (VE3)	2,20	2,50	5,50	13 (VE3)	2,20	2,80	6,16
14 (VE3)	2,20	2,50	5,50	14 (VE3)	2,20	2,80	6,16
		TOTAL	59,37			TOTAL	70,54
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
VOE1	2,37	1,00	2,37	VOE1	2,37	0,50	1,19
		TOTAL	2,37			TOTAL	1,19
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	40,67	0,70	28,47	Fach. com pavimentos térreos	40,67	0,50	20,34
Fachada com pavimento intermédio	43,89	0,70	30,72	Fachada com pavimento intermédio	43,89	0,50	21,95
Fachada com varanda	3,06	0,70	2,14	Fachada com varanda	3,06	0,50	1,53
Fachada com cobertura	13,78	0,70	9,65	Fachada com cobertura	13,78	0,50	6,89
Duas paredes verticais em ângulo saliente	16,68	0,50	8,34	Duas paredes verticais em ângulo saliente	16,68	0,40	6,67
Fachada com caixilharia	91,28	0,30	27,38	Fachada com caixilharia	91,28	0,20	18,26
Zona da caixa de estores	16,57	0,30	4,97	Zona da caixa de estores	16,57	0,20	3,31
		TOTAL	111,68			TOTAL	78,94

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior  $H_{ext}$    $W/^{\circ}C$

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente exterior  $H_{ext}$    $W/^{\circ}C$

**A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR**

**A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR**

A.2 - ENVOLVENTE INTERIOR					A.7 - ENVOLVENTE INTERIOR				
PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	PAREDES EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
PDI1	14,25	0,81	0,70	8,08	PDI1	14,25	0,80	0,70	7,98
PDI2	9,70	0,60	0,70	4,07	PDI2	9,70	0,80	0,70	5,43
PDI3	7,23	0,60	0,60	2,60	PDI3	7,23	0,80	0,60	3,47
PDI4	4,87	1,82	0,80	7,09	PDI4	4,87	0,50	0,80	1,95
TOTAL				21,84	TOTAL				18,82
PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	PAREDES EM CONTACTO COM EDIFÍCIOS ADJACENTES	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	PAVIMENTOS SOBRE ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	COBERTURAS INTERIORES (SOB ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS)	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
CB11	27,89	0,68	0,70	13,28	CB11	27,89	0,60	0,70	11,71
CB11	19,34	0,68	0,70	9,21	CB11	19,34	0,60	0,70	8,12
CB11	6,17	0,68	0,60	2,52	CB11	6,17	0,60	0,60	2,22
TOTAL				25,00	TOTAL				22,06
VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	VÃOS EM CONTACTO COM ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	VÃOS EM CONTACTO COM SOLÁRIOS, MARQUISES, JARDINS DE INVERNO, ETC.	Área A $m^2$	U $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	U.A. $b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
TOTAL				0,00	TOTAL				0,00
PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $b_{tr} > 0,7$ )	Comp. B m	$\psi$ $W/m \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	$\psi \cdot B \cdot b_{tr}$ $W/^{\circ}C$	PONTES TÉRMICAS LINEARES (APENAS PARA PAREDES DE SEPARAÇÃO PARA ESPAÇOS NÃO-ÚTEIS COM $b_{tr} > 0,7$ )	Comp. B m	$\psi$ $W/m \cdot ^{\circ}C$	$b_{tr}$	$\psi \cdot B \cdot b_{tr}$ $W/^{\circ}C$
Fach. com pavimentos térreos	1,77	0,70	0,80	0,99	Fach. com pavimentos térreos	1,77	0,50	0,80	0,71
Fachada com cobertura	1,77	0,70	0,80	0,99	Fachada com cobertura	1,77	0,50	0,80	0,71
TOTAL				1,98	TOTAL				1,42

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior  $H_{int}$    $W/^{\circ}C$

Coefficiente de transferência de calor por transmissão pela envolvente interior  $H_{int}$    $W/^{\circ}C$

**A.3 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO**

**A.8 - ELEMENTOS EM CONTACTO COM O SOLO**

PAREDES ENTERRADAS	Área $m^2$	$U_{sw}$ $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	A. $U_{sw}$ $W/^{\circ}C$	PAREDES ENTERRADAS	Área m	$U_{sw}$ $W/m^2 \cdot ^{\circ}C$	A. $U_{sw}$ $W/^{\circ}C$
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>bf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bf</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>bf</sub> W/m <sup>2</sup> .°C	A.U <sub>bf</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</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	76,16	0,21	16,24	PVT1	76,16	0,50	38,08
PVT2	27,14	0,12	3,24	PVT2	27,14	0,50	13,57
TOTAL			19,48	TOTAL			51,65

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

Coefficiente 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**

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub> + H<sub>adi</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub> + H<sub>adi REF</sub>  W/°C

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

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

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coefficiente 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**

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente exterior H<sub>ext REF</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu</sub>  W/°C

Coefficiente de transferência de calor através da envolvente interior H<sub>enu REF</sub>  W/°C

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

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

Coefficiente de transferência de calor por transmissão H<sub>tr</sub>  W/°C

Coefficiente 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

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,i} &= 0,00 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,i} \cdot A_o \cdot P_d &= 144,77 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_o &= 129,40 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,80 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i} &= 49,22 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de aquecimento } R_{ph,i \text{ REF}} &= 0,40 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_o &= 129,40 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,80 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,i \text{ REF}} &= 49,22 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

B.2 - ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

$$\begin{aligned}
 & 1 \\
 & - \\
 \text{Rendimento do sistema de recuperação de calor } \eta_{RC,v} &= 0 \\
 & \times \\
 \text{Caudal médio diário insuflado } V_{ins} &= 0 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & \div \\
 R_{ph,v} \cdot A_o \cdot P_d &= 217,16 \text{ m}^3/\text{h} \\
 & = \\
 \text{factor de correcção da temperatura para sistemas de recuperação de calor } b_{ve,e} &= 1,00 \\
 & \times \\
 & 0,34 \\
 & \times \\
 \text{Taxa nominal de renovação do ar interior na estação de arrefecimento } R_{ph,v} &= 0,60 \text{ h}^{-1} \\
 & \times \\
 \text{Área útil de pavimento } A_o &= 129,40 \text{ m}^2 \\
 & \times \\
 \text{Pé direito médio da fração } P_d &= 2,80 \text{ m} \\
 & = \\
 \text{Coeficiente de transferência de calor por ventilação } H_{ve,v} &= 73,83 \text{ W}/^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$



## Folha de Cálculo C

### GANHOS TÉRMICOS ÚTEIS NA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

#### C.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & 0,72 \\ & \times \\ \text{Ganhos internos médios } q_{\text{int}} &= \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ \text{Duração da estação de aquecimento } M &= \boxed{6,04} \text{ meses} \\ & \times \\ \text{Área útil de pavimento } A_p &= \boxed{129,4} \text{ m}^2 \\ & = \\ \text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} &= \boxed{2252,43} \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

#### 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	0,63	1,45	0,97	0,65	0,57	0,27	0,16
2 (VE1)	Oeste	0,63	4,54	0,97	0,65	1,80	0,56	1,01
3 (VE1)	Sul	0,63	2,89	0,97	0,65	1,15	1,00	1,15
4 (VE1)	Norte	0,63	1,45	0,97	0,65	0,57	0,27	0,16
5 (VE1)	Norte	0,63	1,45	0,97	0,65	0,57	0,27	0,16
6 (VE1)	Este	0,63	1,19	0,97	0,65	0,47	0,56	0,26
7 (VE2)	Norte	0,68	0,67	0,97	0,65	0,28	0,27	0,08
8 (VE2)	Norte	0,68	0,70	0,97	0,65	0,30	0,27	0,08
9 (VE1)	Este	0,63	1,45	0,97	0,65	0,57	0,56	0,32
10 (VE1)	Sul	0,63	1,45	0,97	0,65	0,57	1,00	0,57
11 (VE1)	Sul	0,63	1,19	0,97	0,65	0,47	1,00	0,47
12 (VE1)	Sul	0,63	2,37	0,97	0,65	0,94	1,00	0,94
13 (VE3)	Norte	0,63	2,20	0,97	0,65	0,87	0,27	0,24
14 (VE3)	Sul	0,63	2,20	0,97	0,65	0,87	1,00	0,87
-	-	-	-	-	-	-	-	-

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 6,49

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>
-	-	-	-	-	-	-	-	-

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

$$\text{Área efectiva total equivalente na orientação a Sul} = \boxed{6,49} \text{ m}^2 \times$$

Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul  $G_{\text{sol}}$   kWh/m<sup>2</sup>.mês

Duração da estação de aquecimento M  meses

=  
Ganhos solares brutos  $Q_{\text{sol},i}$   kWh/ano

### C.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned}
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2252,43 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 5099,73 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 7352,16 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

### C.4 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned}
 &\text{Radiação média incidente num envidraçado vertical a Sul } G_{\text{sol}} \quad 130 \quad \text{kWh/m}^2 \cdot \text{mês} \\
 &\quad \times \\
 &\quad \quad 0,146 \\
 &\quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad 0,15 \\
 &\quad \quad \quad \times \\
 &\quad \quad \quad \quad \text{Área útil de pavimento } A_p \quad 129,40 \quad \text{m}^2 \\
 &\quad \quad \quad \quad \times \\
 &\text{Duração da estação de aquecimento } M \quad 6,04 \quad \text{meses} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos solares brutos } Q_{\text{sol},i} \quad 2226,62 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad + \\
 &\text{Ganhos internos brutos } Q_{\text{int},i} \quad 2252,43 \quad \text{kWh/ano} \\
 &\quad = \\
 &\text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,i} \quad 4479,050047 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

Folha de Cálculo D

GANHOS TÉRMICOS BRUTOS NA ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

D.1 - GANHOS INTERNOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos médios } q_{int} = 4 \text{ W/m}^2 \\ & \times \\ & \text{Duração da estação de arrefecimento } L_e = 2928 \text{ horas} \\ & \times \\ & \text{Área útil de pavimento } A_p = 129,40 \text{ m}^2 \\ & \div \\ & = \\ & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1515,53 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

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 activas F <sub>m,v</sub>	FS Global Prot. Móveis e Perm. g <sub>r</sub>	FS Global Prot. Perm. g <sub>tp</sub>	FS de Verão g <sub>v</sub> =F <sub>m,v</sub> ·g <sub>r</sub> ·[1-F <sub>m,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>s,v</sub> =F <sub>o,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>s,v</sub> ·A <sub>v</sub>
1 (VE1)	Norte	1,45	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,08	0,63	0,63	0,59	0,97	220,00	126,30
2 (VE1)	Oeste	4,54	Duplo	0,65	0,85	0,60	0,08	0,63	0,30	0,89	0,97	490,00	420,77
3 (VE1)	Sul	2,89	Duplo	0,65	0,75	0,60	0,08	0,63	0,30	0,56	0,97	425,00	232,36
4 (VE1)	Norte	1,45	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,08	0,63	0,63	0,59	0,97	220,00	126,30
5 (VE1)	Norte	1,45	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,08	0,63	0,63	0,59	0,97	220,00	126,30
6 (VE1)	Este	1,19	Duplo	0,65	0,85	0,60	0,08	0,63	0,30	0,23	0,97	490,00	110,11
7 (VE2)	Norte	0,67	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,75	0,60	0,60	0,26	0,97	220,00	55,59
8 (VE2)	Norte	0,70	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,75	0,60	0,60	0,27	0,97	220,00	58,50
9 (VE1)	Este	1,45	Duplo	0,65	0,85	0,60	0,08	0,63	0,30	0,28	0,97	490,00	133,95
10 (VE1)	Sul	1,45	Duplo	0,65	0,75	0,60	0,08	0,63	0,30	0,28	0,97	425,00	116,18
11 (VE1)	Sul	1,19	Duplo	0,65	0,75	0,60	0,08	0,63	0,30	0,23	0,97	425,00	95,51
12 (VE1)	Sul	2,37	Duplo	0,65	0,75	0,60	0,08	0,63	0,30	0,46	0,97	425,00	190,65
13 (VE3)	Norte	2,20	Duplo	0,65	0,80	0,00	0,39	0,63	0,63	0,90	0,97	220,00	192,10
14 (VE3)	Sul	2,20	Duplo	0,65	0,75	0,60	0,39	0,63	0,49	0,69	0,97	425,00	286,28
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL													2270,91

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 activas 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>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>s,v</sub> =F <sub>o,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>s,v</sub> ·A <sub>v</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>s,v</sub> é igual a 1.												0,00	
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

PARADE 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>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>v</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
PDE1	Sul	0,40	33,75	2,40	-	1,30	0,90	425,00	495,77
PDE1	Norte	0,40	35,87	2,40	-	1,38	0,90	220,00	272,71
PDE1	Este	0,40	25,67	2,40	0,04	0,99	0,90	490,00	434,72
PDE1	Oeste	0,40	20,98	2,40	-	0,81	0,90	490,00	355,35
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									1558,55

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>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>v</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
CBE1	Horizontal	0,40	37,00	0,38	0,04	0,22	1,00	800,00	179,94
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									179,94

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>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>v</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
CB11	Horizontal	0,40	27,89	0,62	-	0,28	-	-	221,34
CB11	Horizontal	0,40	19,34	0,62	0,04	0,19	-	-	153,48
CB11	Horizontal	0,40	6,17	0,62	-	0,06	1,00	800,00	48,97
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									423,78

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>s</sub>	Intensidade da Radiação I <sub>sol</sub>	I <sub>sol</sub> ·F <sub>s</sub> ·A <sub>v</sub> kWh/m <sup>2</sup> ·ano
VOE1	Este	0,40	2,37	1,00	0,04	0,04	0,80	490,00	14,89
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL									14,89

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente envidraçada} = 2270,91 \text{ kWh/ano} \\ & + \\ & \text{Ganhos solares brutos pelos elementos da envolvente opaca} = 2177,16 \text{ kWh/ano} \\ & = \\ & \text{Ganhos Solares brutos } Q_{sol,v} = 4448,06 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.3 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS

$$\begin{aligned} & \text{Ganhos internos brutos } Q_{int,v} = 1515,53 \text{ kWh/ano} \\ & + \\ & \text{Ganhos solares brutos } Q_{sol,v} = 4448,06 \text{ kWh/ano} \\ & = \\ & \text{Ganhos térmicos brutos } Q_{g,v} = 5963,60 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

D.5 - GANHOS TÉRMICOS BRUTOS DE REFERÊNCIA

$$\begin{array}{r}
 \text{Ganhos internos médios } q_{int} \quad \boxed{4} \text{ W/m}^2 \\
 \times \\
 \text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad \boxed{2928} \text{ horas} \\
 = \\
 1000 \\
 + \\
 \text{factor solar de verão de referência } g_{v,REF} \quad \boxed{0,43} \\
 \times \\
 A_w/A_{p,REF} \quad \boxed{0,2} \\
 \times \\
 \text{Radiação solar média de referência } I_{sol,REF} \quad \boxed{490} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 = \\
 \boxed{53,85} \text{ kWh/m}^2 \cdot \text{ano} \\
 \times \\
 \text{Área útil de Pavimento } A_p \quad \boxed{129,4} \text{ m}^2 \\
 = \\
 \text{Ganhos de calor brutos na estação de arrefecimento } Q_{g,v,REF} \quad \boxed{6968,45} \text{ kWh/ano}
 \end{array}$$

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

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} &= 535,58 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} &= 49,22 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i} &= 584,80 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 1\,125 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} &= 535,58 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i} &= 14\,463,26 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 1\,125 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i} &= 49,22 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i} &= 1\,329,23 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

E.6 - COEFICIENTE DE TRANSFERÊNCIA DE CALOR DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} &= 317,55 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &+ \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} &= 49,22 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,i,REF} &= 366,77 \text{ W/}^\circ\text{C} \end{aligned}$$

E.7 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO DE REFERÊNCIA

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 1\,125 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr,REF} &= 317,55 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento } Q_{tr,i,REF} &= 8575,38 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned} &0,024 \\ &x \\ \text{Número de graus-dias de aquecimento } GD &= 1\,125 \text{ }^\circ\text{C.dias} \\ &x \\ \text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,i,REF} &= 49,22 \text{ W/}^\circ\text{C} \\ &= \\ \text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento } Q_{ve,i,REF} &= 1\,329,23 \text{ kWh/ano} \end{aligned}$$

#### E.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS

Inércia do edifício	Média
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	7352,16 kWh/ano
Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar $Q_{tr,i} + Q_{ve,i}$	15792,49 kWh/ano
parâmetro $\gamma_i$	0,47
parâmetro $\alpha_i$	2,60 W/°C
Factor de utilização dos ganhos $\eta_i$	0,92
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i}$	7352,16 kWh/ano
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i}$	6777,18 kWh/ano

#### E.9 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA

Factor de utilização dos ganhos $\eta_{i,REF}$	0,6
Ganhos térmicos brutos $Q_{g,i,REF}$	4479,05 kWh/ano
Ganhos totais úteis $Q_{gu,i,REF}$	2687,43 kWh/ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i}$	14463,26 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i}$	1329,23 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i}$	6777,18 kWh/ano
(folha de cálculo 1.4)	=
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	9015,31 kWh/ano
Área útil de pavimento $A_p$	129,40 m <sup>2</sup>
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_{ic}$	69,67 kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

Transferência de calor por transmissão na estação de aquecimento $Q_{tr,i,REF}$	8575,38 kWh/ano
Transferência de calor por renovação do ar na estação de aquecimento $Q_{ve,i,REF}$	1329,23 kWh/ano
Ganhos de calor úteis na estação de aquecimento $Q_{gu,i,REF}$	2687,43 kWh/ano
Necessidades Anuais na estação de aquecimento	7217,18 kWh/ano
Área útil de pavimento $A_p$	129,40 m <sup>2</sup>
Limite máximo das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento $N_i$	55,77 kWh/m <sup>2</sup> .ano

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

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 535,58 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad + \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 73,83 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad = \\
 &\text{Coeficiente de transferência de calor } H_{t,v} \quad 609,41 \quad \text{W/}^\circ\text{C}
 \end{aligned}$$

F.2 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR TRANSMISSÃO

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por transmissão } H_{tr} \quad 535,58 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento } Q_{tr,v} \quad 6\,429,54 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$

F.3 - TRANSFERÊNCIA DE CALOR POR RENOVAÇÃO DO AR

$$\begin{aligned}
 &\text{Coeficiente de transferência de calor por renovação do ar } H_{ve,v} \quad 73,83 \quad \text{W/}^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\quad (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \quad 4 \quad ^\circ\text{C} \\
 &\quad \times \\
 &\text{Duração da Estação de Arrefecimento } L_v \quad 2928 \quad \text{horas} \\
 &\quad \div \\
 &\quad 1000 \\
 &\quad = \\
 &\text{Transferência de calor por renovação do ar na estação de arrefecimento } Q_{ve,v} \quad 886,35 \quad \text{kWh/ano}
 \end{aligned}$$



**F.4 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS**

Inércia do edifício

Ganhos térmicos brutos  $Q_{g,v}$   kWh/ano

÷

Transferência de calor por transmissão e por renovação do ar  $Q_{tr,v} + Q_{ve,v}$   kWh/ano

=

parâmetro  $\gamma_v$

parâmetro  $a_v$   W/°C

Factor de utilização dos ganhos  $\eta_v$

**F.6 - FACTOR DE UTILIZAÇÃO DE GANHOS DE REFERÊNCIA**

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**

$(1 - \eta_{v,REF})$

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 $N_{Lc}$ 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 $f_i \cdot \delta \cdot N_{Lc} / \eta_i \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_i \cdot \delta \cdot N_{Lc} \cdot F_{pui} / \eta_i$ 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 1	Biomassa	69,67	0,32	1	0,82	1	3525,14	27,24	Sistema 1	Biomassa	55,77	0,32	0,89	1	20,09	
Sistema 2	Gás Natural		0,68		1,06	1	5788,94	44,74	Sistema 2	Gás Natural		0,68	0,89	1	42,57	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		1	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	1	2,5	0,00	
TOTAL							9314,08	71,98	TOTAL							62,67

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 $N_{Lc}$ 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 $f_v \cdot \delta \cdot N_{Lc} / \eta_v \cdot A_p$ kWh/ano	Necessidades de Energia Primária $f_v \cdot \delta \cdot N_{Lc} \cdot F_{pui} / \eta_v$ 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	414,67	8,01	Sistema por defeito	Electricidade		1,00	3	2,5	7,61	
TOTAL							414,67	8,01	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 médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

$\frac{40}{x} \times 4187 \times \frac{1}{1} = 160$  l

$n^{\circ}$  convencional de ocupantes de cada fracção  $n$   ocupantes

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

factor de eficiência hídrica

sumo médio diário de referência MAQS  l

$n^{\circ}$  de dias de consumo  dias

$\frac{160 \times 365 \times 3600000}{129,4} = 18,37$  kWh/m<sup>2</sup>.ano

$A_p$   m<sup>2</sup>

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS  $Q_u/A_p$   kWh/m<sup>2</sup>.ano

CONSUMO DE AQS DE REFERÊNCIA

Necessidades anuais de energia útil para a preparação de AQS

consumo médio diário de referência  $M_{AQS}$   l

$\frac{40}{x} \times 4187 \times \frac{1}{1} = 160$  l

$n^{\circ}$  convencional de ocupantes de cada fracção  $n$   ocupantes

aumento de temperatura  $\Delta T$   °C

factor de eficiência hídrica

consumo médio diário de referência MAQS  l

$n^{\circ}$  de dias de consumo  dias

$\frac{160 \times 365 \times 3600000}{129,4} = 18,37$  kWh/m<sup>2</sup>.ano

$A_p$   m<sup>2</sup>

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 $F_{pui}$ 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 $f_a \cdot Q_u / A_p \cdot F_{pui} / \eta_a$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano	
Sistema 2	Gás Natural	18,37	1,00	1	0,95	1	2496,62	19,29	Sistema 2	Gás Natural	18,37	1,00	0,89	1	20,64	
Sistema por defeito	Electricidade		0,00		0,95	2,5	0,00	0,00	Sistema por defeito	Electricidade		0,00	0,95	2,5	0,00	
TOTAL							2496,62	19,29	TOTAL							20,64

**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>  
 $\times$   
 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 $F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /kWh	Energia primária $E_{ren} \cdot F_{pv}$ kWh <sub>ep</sub> /m <sup>2</sup> .ano
Bombas de Calor	Renovável Térmica	0,00	1	0,00
TOTAL				27,24

**G.6 - NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $+$   
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $+$   
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $+$   
 Energia primária necessária para o sistema de ventilação mecânica  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $-$   
 Energia primária proveniente de sistemas com recurso a energia renovável  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $=$   
 Necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_g$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano

**G.10 LIMITE DAS NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS GLOBAIS DE ENERGIA PRIMÁRIA**

Energia primária para aquecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $+$   
 Energia primária para arrefecimento  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $+$   
 Energia primária para a preparação de AQS  kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano  
 $=$   
 Limite das necessidades nominais anuais globais de energia primária  $N_l$   kWh<sub>ep</sub>/m<sup>2</sup>.ano