



Reabilitação Térmica de um Edifício Existente

NUNO MANUEL PINTO TEIXEIRA

novembro de 2017



Reabilitação Térmica de um Edifício Existente

NUNO MANUEL PINTO TEIXEIRA

Novembro de 2017

PROJETO DE REABILITAÇÃO TÉRMICA DE UM EDIFÍCIO EXISTENTE

NUNO MANUEL PINTO TEIXEIRA

Projeto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL – RAMO DE CONSTRUÇÕES

Orientador: Teresa Isabel Moreira De Carvalho Amorim Neto Silva

NOVEMBRO DE 2016

ÍNDICE GERAL

Índice Geral	iii
Resumo.....	v
Abstract	vii
Agradecimentos	ix
Índice de Texto	xi
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas.....	xvii
Capítulo 1 Introdução	1
Capítulo 2 Legislação.....	5
Capítulo 3 Estudo de Caso – Reabilitação Térmica de um Edifício Existente	47
Capítulo 4 Conclusão.....	96
Referências Bibliográficas	99
Anexo I – Plantas do Edifício	101
Anexo II – Folha de Cálculo REH IteCons - Existente.....	103
Anexo III – Folha de Cálculo LNEC - Ventilação REH.....	105
Anexo IV – Folha de Cálculo REH IteCons - Medidas de Melhoria	107
Anexo V – Relatório SCE.ER.....	109
Anexo VI – Orçamento	111

RESUMO

As alterações climáticas motivadas pela emissão de gases com efeito de estufa, despertaram a consciência mundial para a luta contra as origens que promovem essas emissões. Encontrando-se a origem de grande parte das emissões na produção e consumo de energia, a melhoria do desempenho térmico nos edifícios surge como uma das soluções possíveis, dado a elevada importância que os consumos energéticos nos edifícios representam na totalidade dos consumos.

A promoção da eficiência energética dos edifícios não se restringe apenas aos edifícios em construção ou a construir, mas abarca igualmente os edifícios existentes. Assim sendo, nos últimos anos, alguns governos, incluindo o português, decretaram novos regulamentos, um deles direcionado para o desempenho térmico que incita à reabilitação térmica e energética de edifícios existentes.

O retrato do património edificado português evidencia sinais de degradação, motivado pela falta de manutenção, mau desempenho térmico e de conforto. Esta caracterização abre, assim, perspetivas para a reabilitação global do património edificado que deverá abranger a reabilitação da componente térmica.

Neste projeto avaliou-se o balanço energético de um edifício de habitação unifamiliar existente, foram identificadas as soluções mais correntes de reabilitação térmica ao nível da envolvente exterior, sistemas de preparação de águas quentes sanitárias e sistemas de climatização ambiente. Por fim, estas soluções foram alvo de uma nova análise ao seu contributo no balanço energético e regulamentar a fim de integrarem no projeto de reabilitação térmica de um edifício existente localizado na freguesia de Freixo de baixo na cidade de Amarante.

Palavras-chave: Reabilitação, Eficiência Energética, Desempenho Térmico, Conforto, Regulamento.

ABSTRACT

Climate changes caused by greenhouse gas emissions, awakened the world awareness for the fight against the sources that promote these emissions. The origin of most of the emissions is in the consumption and production of energy. Improving the thermal performance in buildings, emerges as a solution, given the high importance of energy consumptions in buildings represent the entirety of consumption.

The promotion of energy efficiency of buildings is not restricted only to buildings under construction or to be built, but includes also the existing buildings. In Last years, some Governments, including the Portuguese, have decreed new regulations, one of them directed to the thermal performance that encourages the thermal rehabilitation of existing buildings.

The Portuguese built heritage picture shows, signs of degradation motivated by lack of maintenance and conservation and a bad thermal performance and comfort. This characterization opens thus perspectives for global rehabilitation of built heritage that should cover the rehabilitation of the thermal component.

In this project was analyzed energy balance of a single-family building existing, we identified the most common thermal rehabilitation solutions at the exterior level, Water heating preparation and HVAC systems. Finally, I made a new analysis of the solutions and their contribution in the energy balance and regulate in order to incorporate in the design of thermal rehabilitation of an existing building located in Freixo de baixo - Amarante.

Keywords: Refurbishment, Energy Efficiency, Thermal Performance, Comfort, Regulation

AGRADECIMENTOS

Este projeto contou com a contribuição e apoio de algumas pessoas a quem desejo expressar os meus sinceros agradecimentos.

Em primeiro lugar gostaria de agradecer à Professora/Engenheira Teresa Isabel Moreira De Carvalho Amorim Neto Silva, pela sua orientação, total apoio, disponibilidade, pelo saber que transmitiu, pelas opiniões e críticas, total colaboração no solucionar de dúvidas e problemas que foram surgindo ao longo da realização deste trabalho.

A todos os amigos que de uma forma direta ou indireta, contribuíram, ou auxiliaram na elaboração do presente projeto, pela paciência, atenção e força que prestaram em momentos menos fáceis.

À minha namorado por ter caminhado ao meu lado, pela sua paciência, compreensão e ajuda prestada, especialmente por apresentar sempre um sorriso, quando sacrificava os dias, as noites, os fins-de-semana e os feriados em prol da realização deste estudo.

Por último, tendo consciência que sozinho nada disto teria sido possível, dirijo um agradecimento especial aos meus pais, por serem modelos de coragem, pelo apoio incondicional, incentivo, amizade e paciência demonstrados e total ajuda na superação dos obstáculos que ao longo desta caminhada foram surgindo. A eles eu dedico esta trabalho.

A todos o meu sincero e profundo **Muito Obrigado!**

ÍNDICE DE TEXTO

CAPÍTULO 1.....	1
1.1 Enquadramento do tema.....	1
1.2 Objetivos.....	3
1.3 Estrutura	4
CAPÍTULO 2.....	7
2.1 Âmbito de Aplicação	7
2.2 Certificação Energética de Edifícios Existentes – Método Simplificado	9
2.2.1 Generalidades.....	9
2.2.2 Envolvente	9
2.2.3 Parâmetros térmicos	14
2.2.4 Ventilação.....	20
2.2.5 Eficiência dos sistemas técnicos	24
2.2.6 Contribuição de sistemas solares térmicos	25
2.3 Análise Comparativa do Método detalhado/Simplificado	29
2.3.1 Generalidades.....	29
2.3.2 Metodologia do REH.....	30
CAPÍTULO 3.....	49
3.1 Descrição do Edifício.....	47
3.2 Zonamento Climático do Edifício.....	51
3.3 Espaços não úteis.....	51
3.4 Soluções construtivas e Equipamentos	56
3.4.1 Paredes da envolvente exterior	56

ÍNDICE DE TEXTO

3.4.2	Pavimentos	58
3.4.3	Cobertura	60
3.4.4	Envidraçados.....	62
3.4.5	Portas.....	64
3.4.6	Pontes térmicas	65
3.4.7	Inércia térmica	66
3.4.8	Sistemas de ventilação	66
3.4.9	Sistemas de climatização	66
3.4.10	Sistemas de águas quentes sanitárias	68
3.5	Medidas de Reabilitação Energética Propostas.....	70
3.5.1	Medida de melhoria 1 – Paredes exteriores e cobertura.....	70
3.5.2	Medida de melhoria 2 – Sistemas de preparação AQS	80
3.5.3	Medida de melhoria 3 – Sistemas de climatização.....	88
3.5.4	Verificação dos Requisitos Mínimos de Qualidade	90
3.5.5	Análise de resultados.....	92
3.5.6	Orçamento	94

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 – Certificado energético.....	7
Figura 2.2 – Classes de certificação energética.....	8
Figura 2.3 – Exemplo de uma folha de cálculo para a quantificação do parâmetro Rph para a estação de arrefecimento e aquecimento. [13].....	22
Figura 3.1 – Planta de localização do edifício.	47
Figura 3.2 – Planta do 2º Piso.	48
Figura 3.3 – Planta do 1º Piso.	48
Figura 3.4 – Planta R/C.....	49
Figura 3.5 – Fachada principal.....	49
Figura 3.6 – Fachada principal.....	50
Figura 3.7 – Orientação das fachadas do edifício.	50
Figura 3.8 – Envolverte do 2º Piso.....	52
Figura 3.9 – Envolverte do 1º Piso.....	52
Figura 3.10 – Envolverte Corte A-B.	53
Figura 3.11 – Envolverte Corte C-D.	53
Figura 3.12 – Cobertura 2º Piso.	54
Figura 3.13 – Coberura 2º Piso.....	54
Figura 3.14 – Pavimento 2º Piso.	55
Figura 3.15 – Pavimento 2º Piso.	55
Figura 3.16 – Pormenor indicativo das paredes exteriores do edifício.	57
Figura 3.17 – Revestimento dos pavimentos interiores.	59
Figura 3.18 – Cobertura inclinada.	60

Figura 3.19 – Envidraçados duplos de abrir com proteção solar exterior.	63
Figura 3.20 – Envidraçados duplos de correr com proteção solar exterior.	63
Figura 3.21 – Porta de entrada da habitação.	65
Figura 3.22 – Unidade interior do sistema técnico split.	67
Figura 3.23 – Unidade exterior do sistema técnico split.	67
Figura 3.24 – Recuperador de calor.	68
Figura 3.25 – Sistema AQS.	69
Figura 3.26 – : Preparação do suporte através da remoção de fungos, musgos e sujidades.	71
Figura 3.27 – Pormenor do perfil de arranque em alumínio.	72
Figura 3.28 – Arranque com aplicação das placas de isolamento junto ao solo.	72
Figura 3.29 – Argamassa de colagem e revestimento de placas isolantes em sistemas weber.therm pro.	73
Figura 3.30 – Colocação das placas para obtenção de um melhor travamento.	73
Figura 3.31 – Aspeto final da disposição das placas de isolamento XPS.	74
Figura 3.32 – Sistema de Fixação mecânica.	74
Figura 3.33 – Disposição final das fixações mecânicas nas placas de isolamento XPS.	75
Figura 3.34 – Perfil perfurado em PVC para reforço de pontos singulares.	75
Figura 3.35 – Reforço de esquinas	76
Figura 3.36 – Aplicação da argamassa de revestimento integrando a rede de fibra de vidro.	76
Figura 3.37 – Barramento da argamassa com auxílio da talocha metálica inox.	77
Figura 3.38 – Superfície regularizada.	77
Figura 3.39 – Equipamento para aplicação de revestimento.	78
Figura 3.40 – Aparência final das fachadas Este e Norte.	78
Figura 3.41 – Aparência final das fachadas Oeste e Sul.	79
Figura 3.42 – Cobertura com desvão não-habitável: isolamento na esteira horizontal.	80
Figura 3.43 – Coletores solares termicos Vulcano da Gama PremiumSun (FTK-2W).	83
Figura 3.44 – Depósito Vulcano da Gama SK Solar.	84

Figura 3.45 – Sistema solar térmico com sistema de apoio em série na preparação de AQS.....	84
Figura 3.46 – Esquema tipo de um sistema solar térmico com apoio direto ao depósito.	85
Figura 3.47 – Sistema solar térmico com sistema de apoio em série na preparação de AQS.....	88
Figura 3.48 – Unidades do sistema split, unidade interior do tipo mural, controlador e unidade externa split.....	89

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1 – Intervalos de valor de R_{Nt} para a determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE de modelo tipo Habitação.	9
Tabela 2.2 – Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional.	10
Tabela 2.3 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes simples em cantaria ($U [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$).	11
Tabela 2.4 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes simples rebocadas, anteriores a 1960 ($U [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$).	12
Tabela 2.5 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes rebocadas simples ou duplas, posteriores a 1960 ($U [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$).	13
Tabela 2.6 – Coeficientes de transmissão térmica para Coberturas.	13
Tabela 2.7 – Coeficientes de transmissão térmica para Pavimentos.	13
Tabela 2.8 – Valores do coeficiente de transmissão térmica por elementos em contato com o solo.	15
Tabela 2.9 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear.	16
Tabela 2.10 – Classes de inércia térmica interior, I_t	17
Tabela 2.11 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior para edifícios existentes [3].	18
Tabela 2.12 – Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o calculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes.	19
Tabela 2.13 – Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o calculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes.	20
Tabela 2.14 – Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização e de produção de AQS em edifícios existentes.	25
Tabela 2.15 – Radiação solar global na horizontal, G_h , por zona climática, em kWh/m^2 por ano.	27
Tabela 2.16 – Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo, f_1	28
Tabela 2.17 – Fator de redução relativo ao sombreamento, f_2	28

Tabela 2.18 – Fator de redução relativo ao tempo de vida, f_3 .	29
Tabela 2.19 – Tabela indicativa da relação entre os valores das necessidades nominais e limite, de energia útil para aquecimento, arrefecimento e energia primaria, de edifícios sujeitos a grandes intervenções.	30
Tabela 2.20 – Critérios para a determinação da zona climática de Inverno.	31
Tabela 2.21 – Critérios para a determinação da zona climática de Verão.	31
Tabela 2.22 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados, $U_{ref} W/(m^2 \cdot ^\circ C)$.	34
Tabela 2.23 – Coeficientes de transmissão térmica linear de referência, $\psi_{ref} W/(m^2 \cdot ^\circ C)$.	35
Tabela 2.24 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca e envidraçados (Portugal Continental) [14].	37
Tabela 2.25 – Fatores solares admissíveis de vãos envidraçados.	38
Tabela 2.26 – Fatores de orientação para as diferentes exposições.	40
Tabela 2.27 – Coeficiente de absorção da radiação solar.	43
Tabela 3.1 – Cores da envolvente térmica.	51
Tabela 3.2 – Coeficiente de transmissão térmica da parede exterior dupla de alvenaria (2º Piso). [9]	57
Tabela 3.3 – Coeficiente de transmissão térmica da parede exterior de pedra (2º Piso) [9].	58
Tabela 3.4 – Coeficiente de transmissão térmica do pavimento revestido com taco madeira (fluxo descendente). [9]	58
Tabela 3.5 – Coeficiente de transmissão térmica do pavimento revestido com cerâmica (fluxo descendente). [9]	59
Tabela 3.6 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura interior (fluxo ascendente). [9]	60
Tabela 3.7 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura interior (fluxo descendente). [9]	61
Tabela 3.8 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura exterior (fluxo ascendente). [9]	61
Tabela 3.9 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura exterior (fluxo descendente). [9]	62
Tabela 3.10 – Coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados exteriores. [9]	64
Tabela 3.11 – Coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados exteriores. [9]	64
Tabela 3.12 – Coeficiente de transmissão térmica corrigida segundo a solução construtiva da parede. [9]	65

Tabela 3.13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares. [3]	66
Tabela 3.14 – Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização em edifícios existentes. [3].....	67
Tabela 3.15 – Eficiência base convencional aplicável ao recuperador de calor a biomassa. [3]	68
Tabela 3.16 – Eficiência base convencional aplicável ao esquentador. [3]	69
Tabela 3.17 – Balanço térmico do sistema solar térmico associado a um sistema de apoio de preparação de AQS.....	86
Tabela 3.18 – Desempenho global do sistema.....	88
Tabela 3.19 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca.	90
Tabela 3.20 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca vertical.	90
Tabela 3.21 – Rendimento nominal de esquentadores.....	91
Tabela 3.22 – Requisitos mínimos de eficiência das unidades de produção térmica.....	91

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO

1.1 ENQUADRAMENTO DO TEMA

Uma das grandes preocupações nos tempos atuais é saber como reduzir as necessidades dos nossos edifícios num período de tempo que tenha efeito positivo na economia, meio ambiente e sociedade.

Num âmbito global, o Protocolo de Quioto, foi o primeiro passo para o começo da diminuição de emissão de gases de efeito de estufa, aberto a assinaturas a 11 de dezembro de 1997, em Quioto, entrando em vigor só a 16 de fevereiro de 2005, obrigando os países membros a reduzir na sua emissão de gases para atmosfera.

Atualmente, segundo fonte DGEG – Direção Geral de Energia e Geologia, o consumo de energia primária nos edifícios é de cerca de 30% em Portugal e 40% nos edifícios da União Europeia. Com o aumento significativo de energia, provindo de recursos naturais do planeta, cresce progressivamente os impactos ambientais com efeitos nefastos para a raça humana, para a minimização deste problema tornou-se necessária uma intervenção urgente de medidas para a inversão deste fenómeno e que estimulassem a eficiência energética.

Medidas essas que começaram a ganhar forma com a elaboração da Diretiva Europeia de 2002, que estabeleceu exigências térmicas e de desempenho energético para edifícios, que ao longo destes últimos anos sofreram alterações/atualizações, sendo a sua última a nível nacional o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) que transpõe a Diretiva de 2010.

Segundo João Appleton, *“A reabilitação de edifícios, por contraposição à construção nova, deve ser olhada sem perder de vista os valores de proteção ambiental, dos consumos energéticos e da valorização patrimonial, ou seja, é hoje por demais evidente que não pode dizer-se que reabilitar é caro ou barato apenas com base numa comparação de custos de construção por m² da mesma.”*, a reabilitação é a chave para o futuro da construção mundial onde imperará a valorização patrimonial, proteção ambiental e viabilidades económicas.

CAPÍTULO 1

Com a implementação da carta de Veneza no ano de 1964 o conceito de preservação cultural teve um foco mais alargado incluindo edifícios correntes e centros urbanos antigos, que até aqui este conceito era restringido só a *“monumentos de um povo, portadores de uma mensagem do passado, sendo um testemunho de tradições seculares”*. (Carta de Veneza, 1964, carta internacional de conservação e de restauro de monumentos e sítios). Os edifícios antigos que encontramos por essas cidades europeias acabam por ser um marco para as sociedades, pois retratam a evolução da humanidade e de como os edifícios foram se adaptando as várias formas de viver do ser humano.

Mas sairá só a sociedade privilegiada com a reabilitação? Sim, mas não só. O meio ambiente, por mais pequeno que seja o nosso contributo na vida quotidiana, este beneficiará com a redução de quantidades de produtos provenientes de demolições, diminuição de emissões de CO2 que contribuem para o efeito de estufa do planeta que conseqüentemente levará a uma redução do consumo de energia por parte dos edifícios.

De uma forma global é necessário alertar sobre a energia consumida, direcionando para as repercussões económicas e também ambientais que cada vez mais se fazem sentir. Com a implementação de regulamentação que possibilitam uma certificação energética as necessidades passam a ser quantificadas para cada habitação permitindo uma análise detalhada e dando o seu contributo para uma racionalização dos gastos energéticos. Sabendo então que a abrangência das regulamentações também permite uma aplicação em edifícios, que até ao momento não tenham sido termicamente avaliados, esses edifícios podem ser alvos de uma avaliação de custos energéticos e assim apresentar medidas no sentido de os diminuir e tornar mais eficiente a sua habitação. [11]

1.2 OBJETIVOS

Com o evoluir das tecnologias no setor construção têm-se adotado medidas que favorecem e potenciam a eficiência energética nos edifícios, levando a uma redução significativa do consumo de energia.

Entre as diversas medidas a considerar, surgem as intervenções de reabilitação térmica e energética dos edifícios, ao nível da envolvente exterior, interior, vãos envidraçados, sistemas de preparação de águas quentes sanitárias e de climatização, sendo objetivo deste projeto demonstrar as vantagens de algumas destas medidas, ao nível de uma melhoria do conforto dos utilizadores com menor consumo de energia.

Contudo é igualmente importante incentivar a utilização de energias renováveis pretendendo-se desta forma reduzir a fatura energética, embora sem praticamente implicações no conforto dos ocupantes.

A aplicação de medidas de melhoria no edifício em estudo tem por base a atual regulamentação que pretende implementar exigências nas soluções construtivas a adotar, nos equipamentos de climatização e de preparação de AQS utilizadas nas intervenções de reabilitação, estimando o seu contributo para a melhoria do conforto térmico com menor consumo de energia possível.

Com base nestes princípios os objetivos deste projeto são os seguintes:

- ✓ Estudar a Regulamentação em vigor no âmbito de edifícios de habitação existentes;
- ✓ Explorar a utilização de uma folha de cálculo disponibilizada pelo IteCons;
- ✓ Aplicar a um caso de estudo: proceder ao cálculo regulamentar para edifícios existentes;
- ✓ Implementar, em termos de verificação regulamentar, medidas de reabilitação energética no edifício;
- ✓ Analisar e avaliar o desempenho energético provocado pelas medidas de reabilitação;

1.3 ESTRUTURA

O presente projeto está desenvolvido da seguinte maneira:

- No primeiro capítulo, Introdução, serão apresentados o enquadramento e os objetivos do presente projeto, bem como a sua organização e estrutura.
- O segundo capítulo, Legislação, de carácter fundamentalmente normativo pretende-se demonstrar a forma como se encontra implementada a certificação energética em Portugal. Apresentar-se-á as metodologias para o cálculo energético e respetivos requisitos de conceção para edifícios novos ou sujeitos a grandes intervenções. Além dos requisitos de qualidade térmica, são também descritos novos requisitos de eficiência energética para sistemas técnicos dos edifícios, sendo eles, sistemas de climatização, preparação de águas quentes sanitárias e de aproveitamento de energias renováveis, ficando sujeitos a requisitos mínimos de eficiência energética.
- No terceiro capítulo, Estudo de Caso, far-se-á uma descrição pormenorizada do caso de estudo que pretenderá caracterizar todos os parâmetros considerados relevantes para que se possa efetuar uma avaliação de forma clara. Também serão propostas novas soluções que permitirão aumentar a eficiência térmica do edifício sendo feita uma nova análise de certificação. Estes resultados, por sua vez, serão comparados com os da solução inicial.
- No quarto capítulo, será elaborada uma conclusão sobre os parâmetros adotados relativamente ao novo comportamento energético do edifício depois de reabilitado.

CAPÍTULO 2

LEGISLAÇÃO

Com o evoluir do ser humano, evoluiu também a forma como a sociedade olha para as suas condições de higiene e conforto nos seus edifícios e conseqüentemente dessa evolução resulta o aumento do consumo de energia para satisfazer as suas exigências quer na estação de aquecimento e arrefecimento. Para tal, pensou-se na implementação de um mecanismo legal para que houvesse uma consciencialização das condições térmicas e energéticas dos edifícios.

Assim em 1990, em Portugal, constituiu-se o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios (RCCTE), uma base regulamentar na qual resultaram medidas quanto à utilização de energia nos edifícios tendo em conta as condições climatéricas nacionais e visando uma melhoria das condições de conforto sem qualquer aumento de consumo de energia. Saindo dois parâmetros básicos deste regulamento, sendo o valor das necessidades em energia na estação de aquecimento e o valor das necessidades em energia na estação de arrefecimento, N_{ic} e N_{vc} , respetivamente. Embora pouco exigente, este primeiro regulamento introduziu o recurso ao isolamento térmico na construção e foi o primeiro regulamento europeu a considerar o conforto de verão. [19]

Em 1998, também em Portugal, surge o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios (RSECE), no qual foi estabelecido limites e restrições na instalação de utilização de equipamentos e sistemas. [19]

Contudo, estes dois regulamentos não foram suficientes para a redução dos gastos de energia nos edifícios, apesar dos esforços o consumo de energia continuava alto.

Com o aumento das preocupações ambientais, a comissão europeia apresentou uma diretiva, que vinha a ser aprovada a 16 de dezembro de 2002, designada por Diretiva Europeia 2002/91/CE. Diretiva essa que foi desenvolvida com o intuito de tornar o edificado europeu mais sustentável, focando o aumento da exigência regulamentar da qualidade térmica dos edifícios novos de forma a reduzir o consumo de energético e identificação de melhorias de eficiência energética a adotar em edifícios existentes, baseando-se nos seguintes objetivos [6]:

- Aplicação de uma metodologia de cálculo adequada e atualizada do desempenho energético dos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético dos novos edifícios;
- Aplicação de requisitos mínimos para o desempenho energético de grandes edifícios existentes que sejam sujeitos a importantes obras de renovação;
- Certificado energético de edifícios;
- Inspeção regular de caldeiras e instalações de ar considerado nos edifícios e, complementarmente, uma avaliação de instalações de aquecimento quando as instalações têm mais de 15 anos.

Posto isto, em 2006, Portugal teve de rever a regulamentação no domínio da térmica, por transposição da Diretiva 2002/91/CE, resultando na publicação de três documentos, que estiveram em vigor até 30 de novembro de 2013, sendo eles o Decreto-Lei n.º78/2006 que implementava o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar no Interior dos Edifícios (SCE), o Decreto-Lei n.º79/2006 que fez a revisão do Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização dos Edifícios (RSECE) e o Decreto-Lei n.º80/2006 que fez a revisão do Regulamento do Comportamento das Características Térmicas dos Edifícios (RCCTE). Com esta reformulação foi acrescentado ao RCCTE as necessidades de energia para a preparação de águas quentes sanitárias, apoiado em valores climáticos atuais, devido à obrigação de instalação de equipamentos que recorram a energias renováveis. E ainda estabelecia valores máximos para necessidades nominais de energia útil de aquecimento e arrefecimento e de preparação de AQS, bem como para as necessidades globais de energia primária, os quais não poderiam ser excedidos para qualquer edifício de habitação ou serviço. [19]

Quatro anos mais tarde, a comissão europeia aprova a Diretiva 2010/31/CE, que acaba por ser uma revisão da Diretiva 2002/91/CE, e com isto, por transposição da nova diretiva, surge em Portugal o Decreto-Lei n.º118/2013 de 20 de agosto, que vem trazer melhorias ao nível de sistematização e de âmbito de aplicação, concentrando, num só diploma, o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviço (RECS), documentos que vigoram desde 1 de dezembro de 2013.

2.1 ÂMBITO DE APLICAÇÃO

O Sistema Certificação Energética dos Edifícios (SCE) dá a conhecer aos cidadãos toda a informação sobre os consumos energéticos bem como a qualidade térmica dos edifícios, para tal há que haver um documento que ateste e comprove que a habitação está apta e cumpre a regulamentação em vigor, sendo esse documento, o certificado energético (Figura 2.1), emitido por peritos qualificados autorizados pela ADENE para cada edifício ou fração autónoma.

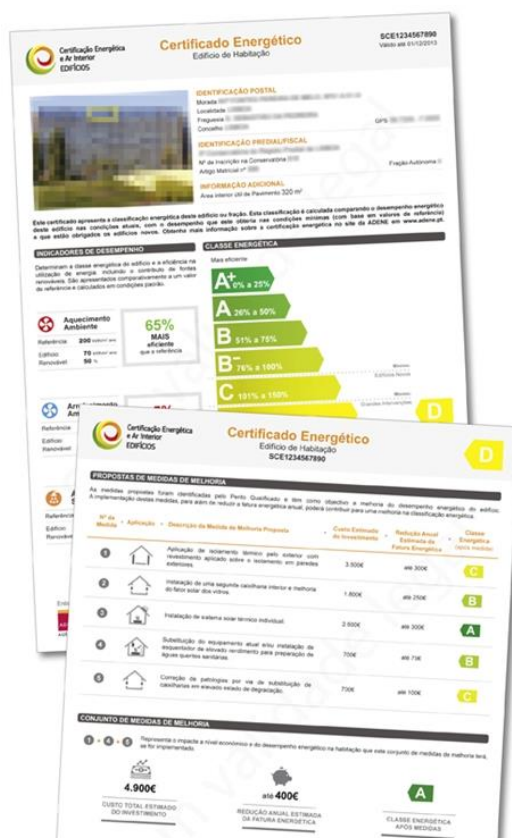


Figura 2.1 – Certificado energético.

O Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) é um instrumento de política energética cuja implementação nos diversos Estados-Membros da União Europeia deriva de uma diretiva. A implementação deste sistema tem contribuído para o crescente destaque dos temas relacionados com a eficiência energética e utilização de energia renovável nos edifícios, e para uma maior proximidade entre as políticas de eficiência energética, os cidadãos e os agentes de mercado.

Hoje assume-se como um importante mecanismo de informação relativa aos edifícios, de diferenciação num contexto de promoção e de produção de estatística nacional. [7]

A classificação de um edifício tem como base uma escala pré-definida de 8 classes (A+, A, B, B-, C, D, E, F), como se pode comprovar pela Figura 2.2, em que a classe A+ corresponde a um edifício com melhor desempenho energético e uma classe F corresponde a um edifício de pior desempenho energético. Os

novos edifícios são classificados com classes que variam entre as classes A+ e B-, sendo esta última o limiar inferior a que estes estão sujeitos. Por outro lado, os edifícios sujeitos a grandes intervenções têm um limiar inferior C, enquanto que os edifícios existentes podem apresentar qualquer tipo de classe.



Figura 2.2 – Classes de certificação energética.

A determinação da classe é baseada num rácio de classe energética, R_{Nt} , isto no que diz respeito a pré-certificados e certificados SCE de edifícios de habitação, conforme se expressa pela expressão 2.1, presente no Despacho nº 15793-J/2013:

$$R_{Nt} = \frac{N_{tc}}{N_t} \quad (2.1)$$

onde,

N_{tc} : Valor das necessidades nominais anuais de energia primária;

N_t : Valor limite regulamentar para as necessidades anuais de energia primária;

Ambos os parâmetros são calculados de acordo com o disposto no Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação. Uma vez encontrado o valor de R_{Nt} , a classe energética define-se segundo a Tabela 2.1 com o valor arredondado a duas casas decimais:

Tabela 2.1 – Intervalos de valor de R_{Nt} para a determinação da classe energética em pré-certificados e certificados SCE de modelo tipo Habitação.

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

2.2 CONCEITOS E METODOLOGIA DA REGULAMENTAÇÃO PARA EDIFÍCIOS EXISTENTES – MÉTODO SIMPLIFICADO

2.2.1 Generalidades

Neste sub-capítulo será descrito um conjunto de regras de simplificação aplicáveis à certificação energética de edifícios existentes, que têm como objetivo não só possibilitar a redução do tempo despendido pelo perito qualificado nas várias etapas do processo, mas também produzir resultados que se aproximem, tanto quanto possível, dos obtidos pelo método detalhado, mas de forma conservadora, de modo a não favorecer a classificação energética.

As regras de simplificação que se apresentam de seguida são parte integrante Despacho nº 15793-E/2013 que define o método de cálculo para a certificação energética de edifícios existentes no âmbito do REH e que podem ser aplicadas caso o perito não disponha da informação necessária à determinação dos índices e parâmetros de caracterização térmica.

2.2.2 Envolvente

2.2.2.1 Levantamento dimensional

Neste segmento serão fundamentadas as regras de simplificação que pretendem facilitar a forma de proceder ao levantamento dimensional e que estão estabelecidas no Despacho nº 15793-E/2013. Mesmo

aplicando as regras de simplificação, todas as medições relacionadas com o levantamento dimensional no edifício, devem ser feitas pelo interior.

O registo dimensional deverá recorrer sempre a melhor informação disponível, fazendo-se corresponder à realidade construída. Uma vez possível a consulta dos elementos do projeto, devidamente atualizados, estes podem ser utilizados para o levantamento dimensional, depois de validados. No que se refere às medições, estas devem ser efetuadas no local devendo traduzir-se em peças desenhadas que incluam informação relativa às áreas e dimensões dos diferentes elementos construtivos. Estas devem ser realizadas pelo interior do edifício, aplicando, sempre que necessário, as regras de simplificação indicadas pela Tabela 2.2. [3]

Tabela 2.2 – Regras de simplificação aplicáveis ao levantamento dimensional.

Parâmetro	Regras de Simplificação
Área interior útil de pavimento	Ignorar áreas de paredes/pavimento/cobertura associadas a reentrâncias e saliências com profundidade inferior a 1,0 m.
Área de parede (interior e exterior)	Ignorar áreas de paredes/pavimento/cobertura associadas a recuados e avançados com profundidade inferior a 1,0 m.
Área de pavimento (interior e exterior)	Reduzir o valor da área interior útil de pavimento total em 10 % caso a medição da área seja feita de forma global, incluindo a área de contato das paredes divisórias com os pavimentos, isto é, sem compartimentação dos espaços.
Área de cobertura (interior e exterior)	A área das coberturas (inclinação superior a 10°) pode ser medida no plano horizontal, agravando-se o valor medido em 25 %.
Pé-direito médio	Em caso de pé-direito variável, deverá ser adotado um valor médio aproximado e estimado em função das áreas de pavimento associadas.
Área de portas (interior e exterior)	As portas de envolvente com uma área envidraçada inferior a 25 % poderão considerar-se incluídas na seção corrente da envolvente opaca contínua, sendo que no caso contrário poderão ser tratadas globalmente como um vão envidraçado.

O conjunto de considerações realizadas no levantamento dimensional referentes à medida de áreas de elementos, medição do pé-direito, determinação de ângulos de sombreamento e determinação da orientação das fachadas, necessitam de registo fotográfico ou peças de referencia convenientes.

2.2.2.2 Coeficiente de redução de perdas

A definição dos valores dos coeficientes de redução de perdas, b_{tr} para o cálculo da transferência de calor por transmissão através da envolvente interior por elementos em contacto com locais não-úteis e edifício vizinhos, concede a possibilidade de adotar valores por defeito, como:

- 0,8 para todos os espaços não úteis;
- 0,6 para edifícios adjacentes.

Uma vez aplicada esta regra de simplificação, deve considerar-se os valores de referência acima enunciados para determinação do limite máximo de necessidades nominais anuais de energia útil. Sempre que se opte por determinar o valor de b_{tr} , para um dos espaços não úteis, conforme a metodologia prevista no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos, não se poderá aplicar a regra de simplificação aos restantes espaços não aquecidos. Para os espaços não úteis em que se aplique o coeficiente de redução de perdas convencional, ($b_{tr} = 0,8$), existe a obrigatoriedade de contabilizar as pontes térmicas lineares, que se verificam através de elementos da envolvente interior em contacto com esses mesmos espaços não úteis, uma vez que $b_{tr} > 0,7$. [3]

2.2.2.3 Coeficiente de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios

Para a aplicação do previsto no Despacho nº. 15793-E/2013, regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como edifícios existentes, a ADENE disponibiliza um documento que constitui um dos anexos de uma publicação do LNEC [5], que visa permitir a quantificação expedita de soluções construtivas (paredes) sobre as quais se desconhece a respetiva constituição. Esta avaliação destina-se a uma utilização exclusiva de Peritos Qualificados (PQs) do SCE em contexto de avaliação do desempenho energético de imóveis para a certificação energética.

Os valores apresentados por norma apresentam uma razoável margem de segurança, os PQs apenas devem recorrer aos mesmos na ausência de informação.

A Tabela 2.3 poderá ser aplicada no caso da existência de paredes de cantaria (pedra aparelhada aparente) quando não seja possível uma identificação, ou se desconheça o tipo de pedra utilizada, caso contrário, devem ser aplicados os quadros apresentados no Anexo I.

Tabela 2.3 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes simples em cantaria ($U [W/(m^2 \cdot ^\circ C)]$).

Espessura da alvenaria [m]				
0,20	0,40	0,60	0,80	1,00
3,7	2,9	2,4	2,1	1,8

Para paredes simples rebocada, anterior a 1960, poderá ser utilizado a Tabela 2.4 nos seguintes casos:

- Paredes de alvenaria ordinária, quando não seja possível identificar, ou se desconheça, o tipo de pedra utilizada;
- Paredes de alvenaria composta de tijolo (maciço ou perfurado), quando não seja possível identificar a sua natureza (devido aos rebocos existentes);
- Paredes de taipa ou de adobe quando não seja possível identificar a respetiva natureza (devido aos rebocos existentes).

Devem ser utilizados os quadros relevantes apresentados no Anexo I caso seja possível identificar, direta ou indiretamente, o tipo de parede.

Tabela 2.4 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes simples rebocadas, anteriores a 1960 (U [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]).

Espessura da alvenaria (*)			
[m]			
0,30	0,60	0,90	1,20
2,4	1,8	1,4	1,2

* A espessura da alvenaria indicada não inclui quaisquer revestimentos.

A Tabela 2.5 pode ser aplicada para parede rebocada simples ou dupla, posterior a 1960, nos seguintes casos:

- Paredes simples (em geral com espessura total inferior a 0,29 m) de alvenaria simples, quando não seja possível identificar, ou se desconheça, o tipo de tijolo ou de bloco utilizado;
- Paredes duplas (em geral com espessura total superior a 0,29 m), quando não seja possível identificar, ou se desconheça, quer o tipo de tijolo ou de bloco utilizado quer a espessura dos panos de alvenaria; nos valores indicados não se considera a contribuição de um eventual isolante térmico.

Caso contrário, quando seja possível identificar, direta ou indiretamente, o tipo e constituição da parede, devem ser utilizados os quadros relevantes apresentados no ITE 50.

Tabela 2.5 – Coeficientes de transmissão térmica para paredes rebocadas simples ou duplas, posteriores a 1960 (U $W/(m^2 \cdot ^\circ C)$).

Espessura da alvenaria (*)			
[m]			
0,18 a 0,20	0,23 a 0,29	0,30	0,35
1,7	1,3	1,1	0,96

* A espessura da alvenaria indicada inclui os revestimentos (espessura total).

Assim como para as paredes exteriores, o Despacho nº. 15793-E/2013 aplica também regras de simplificação a utilizar nas coberturas. A Tabela 2.6 aplica-se assim a coberturas nas quais não seja possível identificar, ou se desconheça, o tipo de constituição da solução, assim como a coberturas em contacto com locais aquecidos, onde se deverá efetuar a devida correção das resistências superficiais.

Tabela 2.6 – Coeficientes de transmissão térmica para Coberturas.

Coberturas (fluxo ascendente)	U [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]
Cobertura Leve Inclinada ⁽¹⁾	3,80
Cobertura Pesada Inclinada ⁽²⁾	3,40
Cobertura Pesada Horizontal ⁽²⁾	2,60

(1) Cobertura de madeira fortemente ventilada

(2) Betão

Como para os elementos anteriormente enunciados, o Despacho nº. 15793-E/2013 estabelece regras de simplificação para os pavimentos de edifícios existentes. A Tabela 2.7 aplica-se assim a pavimentos, quando não seja possível identificar, ou se desconheça, o tipo de constituição do pavimento, assim como a pavimentos em contacto com locais não aquecidos onde se deverá efetuar a devida correção das resistências superficiais. Nos valores indicados não se considera a contribuição de um eventual isolante térmico.

Tabela 2.7 – Coeficientes de transmissão térmica para Pavimentos.

Coberturas (fluxo descendente)	U [$W/m^2 \cdot ^\circ C$]
Pavimento Leve ⁽¹⁾	2,20
Pavimento Pesado ⁽²⁾	3,10

(1) Pavimento de madeira do tipo barrotes e soalho sem teto interior

(2) Betão

2.2.3 Parâmetros térmicos

2.2.3.1 Transferência de calor por transmissão da envolvente

2.2.3.1.1 Zonas correntes da envolvente

A determinação dos coeficientes de transmissão térmica superficial, na caracterização térmica dos elementos em zonas correntes da envolvente, deve executar-se segundo uma hierarquia de fontes de informação:

- a) Preferencialmente peças escritas e desenhadas do projeto e/ou ficha técnica, desde que a sua autenticidade e coerência com a realidade construída sejam verificadas pelo PQ;
- b) Em alternativa ao indicado na alínea anterior, publicações de referência do Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC);
- c) Outras fontes de informação reconhecidas pelo Sistema de Certificação Energética (SCE), mediante despacho da entidade fiscalizadora do SCE.

Com o disposto no princípio anterior, a solução escolhida deverá ter como base a apreciação crítica dos parâmetros necessários, nomeadamente, a espessura do elemento construtivo e o ano de construção.

A existência de dúvidas na escolha da solução mais adequada, uma vez aplicada a simplificação relativa aos coeficientes de transmissão térmica superficial, leva a adotar uma solução mais conservadora de entre as soluções que são apresentadas, desde que coerentes com as características observáveis do elemento do local.

Contudo, apesar da fonte de informação adotada, a descrição efetuada deve basear-se em evidências recolhidas durante a visita ao local, nomeadamente, com fotografias e medições que revelem a composição das soluções construtivas. Pode também, de acordo com a norma ISO 9869, suportar-se em medições in-situ de determinação da resistência térmica. [3]

2.2.3.1.2 Zonas não correntes da envolvente

Para a determinação das perdas planas de calor por condução através da envolvente, na hipótese de a soluções construtivas como o isolamento térmico contínuo pelo exterior bem como paredes exteriores em alvenaria de pedra, garantir a ausência ou reduzida contribuição de zonas de pontes térmicas planas, dispensa-se o cálculo rigoroso das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estores e outras heterogeneidades, possibilitando a imposição, para estes elementos, do coeficiente de transmissão térmica da zona corrente da envolvente.

Na inexistência de evidências de que a solução construtiva garante a ausência ou reduzida contribuição de zonas de ponte térmica plana, descarta-se a determinação rigorosa das áreas e dos coeficientes de transmissão térmica das zonas de pilares, vigas, caixas de estores e outras heterogeneidades, tendo que ser considerado para estes elementos o coeficiente de transmissão térmica determinado para a zona corrente, agravando em 35 %. Este valor será aplicado assim na globalidade da envolvente, compreendendo zonas correntes e não correntes. [3]

2.2.3.1.3 Elementos em contacto com o solo

No que refere o âmbito do cálculo das perdas de calor por elementos em contacto com o solo, o valor do coeficiente de transmissão térmica superficial por pavimentos em contacto com o solo, U_{bf} , pode ser determinado, assim como o valor do coeficiente de transmissão térmica por paredes em contacto com o solo, U_{bw} , em função da profundidade enterrada do pavimento e da resistência térmica dos elementos que contactam com o solo, conforme a Tabela 2.8. Pode ainda ser considerado, como alternativa, o valor de U_{bw} , igual ao da parede envolvente adjacente. [3]

Tabela 2.8 – Valores do coeficiente de transmissão térmica por elementos em contacto com o solo.

z	Pavimento enterrado U_{bf}		Parede enterrada U_{bw}	
	[W/(m ² .°C)]		[W/(m ² .°C)]	
	$R_f < 0.75$	$R_f \geq 0.75$	$R_w < 0.75$	$R_w \geq 0.75$
< 1	1,0	0,6	2,0	0,8
$1 \leq z < 3$	0,8	0,6	1,5	0,7
≥ 3	0,6	0,4	0,8	0,5

Em que:

R_f e R_w – Resistências térmicas do pavimento e da parede em contacto com o solo, com exclusão das resistências térmicas superficiais interiores R_{si} e exteriores R_{se} , [W/(m².°C)];

z – Valor médio da profundidade enterrada ao longo do perímetro exposto, [m].

2.2.3.1.4 Pontes térmicas lineares

O mesmo despacho simplifica ainda o cálculo das perdas de calor através de zonas de ponte térmica linear, considerando-as com os seguintes valores, Tabela 2.9.

Tabela 2.9 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica linear.

Tipo de ligação	ψ [W/(m ² . °C)];
Fachada com pavimento térreo	
Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	0,70
Fachada com cobertura	
Fachada com pavimento de nível intermédio ¹	
Fachada com varanda ¹	
Duas paredes verticais em angulo saliente	0,50
Fachada com caixilharia	
Zona de caixa de estore	0,30

¹ Os valores apresentados dizem respeito a metade da perda originada na ligação.

2.2.3.2 Inércia térmica

A inércia térmica de um edifício é a sua capacidade de contrariar as variações de temperatura no seu interior, ou seja, de reduzir a transferência ou transmissão de calor. Isto acontece devido à sua capacidade de acumular calor nos elementos construtivos.

A inércia térmica na construção civil está relacionada à transferência de calor entre o ambiente externo e o interno. A otimização desta técnica assegura o conforto térmico no interior do edifício. O conceito de inércia térmica está diretamente ligado à capacidade do edifício de reduzir o calor transferido em suas maiores temperaturas e liberá-lo posteriormente.

O conceito de inércia térmica está relacionado com a capacidade térmica da estrutura por unidade de superfície, que é o produto da densidade pela espessura e pelo calor específico do material. A velocidade de absorção e a quantidade de calor absorvida determinam a inércia térmica de um edifício.

Depois de conhecida a sua quantificação, é possível determinar a classe de inercia térmica do edifício, de acordo com a Tabela 2.10, presente no Despacho nº 15793-K/2013:

Tabela 2.10 – Classes de inércia térmica interior, I_t .

Classe de inércia térmica	I_t [kg/m ²];
Fraca	$I_t < 150$
Média	$150 \leq I_t \leq 400$
Forte	$I_t > 400$

A determinação da classe de inércia térmica interior de um edifício existente deverá realizar-se conforme e seguinte hierarquia [3]:

- Preferencialmente, pela realização do cálculo rigoroso de acordo com o despacho nº15793-K/2013, com base nos valores de massa superficial das soluções e revestimentos implementados no edifício. A sua quantificação é efetuada de acordo com a expressão 2.2, presente no Despacho nº15793-K/2013:

$I_t = \frac{\sum_i M_{si} r_i s_i}{A_p} \text{ [kg/m}^2\text{]}$	(2.2)
---	-------

onde,

M_{si} : Massa superficial útil do elemento i , kg/m²;

r : Fator de redução da massa superficial útil;

s_i : Área da superfície interior do elemento i , m²;

A_p : Área interior útil de pavimento, m².

- Em alternativa e para edifícios existentes, a classe de inercia térmica interior pode ser determinada de acordo com as condições descritas na Tabela 2.11, com base nas soluções e revestimentos implementados nos edifícios, considerando:
 - i. No caso de não se verificarem, os requisitos que definem a classe de inercia térmica Forte ou Fraca, deve-se considerar uma classe de inércia Média;
 - ii. Nas situações de dúvida entre o tipo de inércia Forte ou Média, deve-se optar pela inércia térmica Média;
 - iii. Nas situações de dúvida entre o tipo de inércia Média ou Fraca, deve-se optar pela inércia térmica Fraca.

Tabela 2.11 – Regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica interior para edifícios existentes [3].

Classe de Inércia Térmica Interior	Requisito
Fraca	<p>Caso se verifiquem cumulativamente as seguintes soluções:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Teto falso em todas as divisões ou pavimento de madeira ou esteira leve (cobertura); – Revestimento de piso flutuante ou pavimento de madeira; – Paredes de compartimentação interior em tabique ou gesso cartonado ou sem paredes de compartimentação.
Média	Caso não se verifique os requisitos para se classificar a classe de inércia térmica em Forte ou Fraca.
Forte	<p>Caso se verifique cumulativamente as seguintes soluções, sem aplicação de isolamento térmico pelo interior:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Pavimento e teto de betão armado ou pré-esforçado; – Revestimento de teto em estuque ou reboco; – Revestimento de piso cerâmico, pedra, parquet, alcatifa tipo industrial sem pelo, com exclusão de soluções de pavimentos flutuantes; – Paredes interiores de compartimentação em alvenaria com revestimentos de estuque ou reboco; – Paredes exteriores de alvenaria com revestimentos interiores de estuque e reboco; – Paredes da envolvente interior (caixa de escadas, garagem, ...) em alvenaria com revestimentos interiores de estuque e reboco.

2.2.3.3 Ganhos solares brutos

Para feitos de calculo dos ganhos solares brutos, o produto $F_s \cdot F_g$ necessário à determinação dos ganhos solares através de cada vão envidraçado pode ser determinado de ma forma expedita, dispensando a avaliação rigorosa dos angulos formados por elementos horizontais ou verticais sobrepostos aos vaos envidraçados, como palas, varandas outros elementos que provoquem obstruções do horizonte.

Para a estação de aquecimento, o produto resultante do fator de obstrução dos vãos F_s e a fração envidraçada F_g , será calculado assumindo os valores indicados na Tabela 2.12, tendo sempre em atenção que em nenhum caso o valor do produto $X_j \cdot F_s$ deve ser menor que 0.27.

Tabela 2.12 – Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de aquecimento em edifícios existentes.

Parâmetro	Regra de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s \cdot F_g$	Sem sombreamento $F_s \cdot F_g = 0,63$ ($F_s = 0,9$; $F_g = 0,70$)	- Envidraçados orientados a Norte; - Envidraçados nas restantes orientações sem obstruções do horizonte e sem palas;
	Sombreamento Normal/Standard $F_s \cdot F_g = 0,32$ ($F_s = 0,45$; $F_g = 0,70$)	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstruções do horizonte ou palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente Sombreado $F_s \cdot F_g = 0,19$ ($F_s = 0,27$; $F_g = 0,70$)	- Envidraçados não orientados a Norte, com obstrução do horizonte ou palas, que conduzam a um ângulo de obstrução claramente superior a 45°.

Em que:

F_s – Fator de obstrução dos vãos envidraçados;

F_g – Fração envidraçada.

Na estação de arrefecimento, o produto $F_s \cdot F_g$ é determinado assumindo os valores indicados na Tabela 2.13.

Tabela 2.13 – Valores do produto $F_s \cdot F_g$ para o cálculo das necessidades de arrefecimento em edifícios existentes.

Parâmetro	Regra de Simplificação	Regras de aplicação
Produto $F_s \cdot F_g$	Sem sombreamento $F_s \cdot F_g = 0,63$	<ul style="list-style-type: none"> – Envidraçados orientados a Norte; – Envidraçados nas restantes orientações, sem palas horizontais;
	Sombreamento Normal/Standard $F_s \cdot F_g = 0,56$	<ul style="list-style-type: none"> – Envidraçados não orientados a Norte, com palas que conduzam a um ângulo de obstrução inferior ou igual a 45°.
	Fortemente Sombreado $F_s \cdot F_g = 0,50$	<ul style="list-style-type: none"> – Envidraçados não orientados a Norte, com palas, que conduzam a um ângulo de obstrução claramente superior a 45°.

2.2.4 Ventilação

Sempre que um edifício esteja em conformidade com a norma de ventilação natural (NP 1037-1) ou norma de ventilação mecânica (NP 1037-2), o valor de R_{ph} a adotar é o valor indicado no projeto de ventilação requerido por essa mesma norma.

No entanto, poderão ser tomadas simplificações e adaptações, em que o LNEC disponibilizou uma ferramenta de cálculo do tipo folha de cálculo (Figura 2.3), para utilização como referência para este efeito. Nesta folha de cálculo terão de ser introduzidos dados referentes ao enquadramento do edifício, permeabilidade e aberturas de admissão ao ar envolvente, condutas de ventilação natural, exaustão ou insuflação por meios mecânicos/híbridos de funcionamento prolongado, para que no final seja revelado o valor de R_{ph} nas duas estações e se verifique o critério de R_{ph} mínimo ($\geq 0,4 \text{ h}^{-1}$).

Contudo, na estação de arrefecimento, não deverá ser utilizado um valor de $R_{ph,v}$ inferior a. $0,6 \text{ h}^{-1}$.

Caso o edifício disponha de um sistema de renovação do ar interior recorrendo a ventiladores elétricos em funcionamento contínuo, e se verifique o bom funcionamento dos mesmos, a taxa de renovação horária poderá ser calculada através da expressão [3]:

$R_{ph} = \frac{V_{eva}}{A_p \cdot P_d}$	(2.3)
--	-------

onde,

V_{eva} : Caudal total de ar extraído, [m³/h];

A_p : Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, [m²];

P_d : Pé-direito médio do edifício, [m].

Nota: Na ausência de informação do caudal de ar ou características das bocas de extração dos sistemas mecânicos, pode ser considerado um caudal extraído de 45 m³/h em cada instalação sanitária e de 100 m³/h na cozinha. Para o consumo de energia elétrica dos ventiladores, na ausência de informação, poderá ser considerada uma potência de 16W por cada 50 m³/h de ar extraído.


 LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL		Aplicação LNEC Ventilação REH e RECS			Aplicação desenvolvida por: Armando Pinto apinto@lnecc.pt Ferramenta de cálculo citada no n.º3, do ponto 12.1, do despacho n.º 15790-02/13 Pinto, A. - Aplicação LNEC para Ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014. v2.0a, 2014-02-12	
1. Enquadramento do edifício						
Tipo de edifício		Habitação existente			Área útil (m ²): 110,7	
Local (município)		AMARANTE			PG (m): 2,20	
Região		A			N.º de pisos de fracção: 3	
Rigidez		II			Velocidade vento: Defeito REH	
Altitude do local (m)		320			Vento (a10REH: 3,0) (m/s):	
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)		2 ou mais			Vol (m ³): 260	
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?		Não			Tarefa (°C): 7,8	
Altura do edifício (H _{edif}) em m		7,2			Zref (m): 320	
Altura da fracção (H _{frac}) em m		7,2			Aero/Acc: 10%	
					Proteção do edifício: Desprotegido	
					Zona de fachada: Inferior	
2. Permeabilidade ao ar da envolvente						
Foi medido valor n.º		Não				
Para cada Vão (janelas/porte) ou grupo de vãos:						
Área dos vãos (m ²)		17,9			0	
Classe de permeabilidade ao ar (janelas/portas)		Sem classificação			4	
Permeabilidade ao ar das caixas de retore		Não tem			Não tem	
3. Aberturas de admissão de ar na envolvente						
Tem aberturas de admissão de ar na envolvente		Sim				
Tipo de abertura		Fixa ou regulável manualmente			Auto-regulável a 2 Pa	
					Auto-regulável a 10 Pa	
					Auto-regulável a 20 Pa	
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)		500			0	
4. Condutas de ventilação natural, condutas com exaustores/ventos que não obtêm o escoamento de ar pela conduta						
Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)		Não			Não	
Escoamento de ar					Não	
Parte de parede						
Altura da conduta (m)						
Coberturas						
Número de condutas semelhantes						
5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado						
Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventos)		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m ³ /h)						
Condição Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador (%)						
Tem sistema de recuperação de calor						
Rendimento da recuperação de calor (%)						
6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)						
Existem meios híbridos		Não				
Escoamento de ar						
Caudal nominal (m ³ /h)						
Condição Pressão total do ventilador e rendimento						
Pressão total (Pa)						
Rendimento total do ventilador (%)						
7. Verão - Recuperador de calor						
Existe by-pass ao recuperador de calor no verão						
8. Resultados						
8.1 - Balanço de Energia - Edifício						
R _{edif} (h-1) - Aquecimento		1,01			0	
R _{edif} (h-1) - Arrefecimento		1,01				
W _{edif} (kWh)		0,0				
8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência						
R _{edif,ref} (h-1)		0,80				
8.3 - Caudal mínimo de ventilação						
Rph estimada em condições nominais (h-1)		1,01				
Requisito mínimo de ventilação LNF Novos (h-1)		0,40				
Caudal Rph mínimo		Satisfatório				
<small>Note: No Cálculo de Rph min em edifícios com a grande maioria das janelas é considerado o efeito de paredes sem classificação, de classes 1 e 2 e a existência de caixas de retore.</small>					Técnico: _____ Data: 29/10/2017	

Figura 2.3 – Exemplo de uma folha de cálculo para a quantificação do parâmetro Rph para a estação de arrefecimento e aquecimento. [13]

2.2.4.1 Taxa de renovação horária do ar por ventilação natural

Para o cálculo do valor de R_{ph} deve ser considerada a metodologia estabelecida no despacho que procede à publicação dos parâmetros térmicos. Uma vez realizado um ensaio de pressurização, para caracterizar a permeabilidade ao ar da envolvente de acordo com a norma EN 13829, pode ser considerado o valor n 50 desse ensaio para estimar o caudal de infiltrações. Nas situações em que não seja possível conhecer as secções das condutas de ventilação, deve ser considerada a relação entre a área livre da grelha sobre a área total da mesma. Nos casos de janelas em que não existam, ou não seja possível, obter informação sobre a classe de permeabilidade ao ar, mas existam vedantes em todo o perímetro da janela, estas poderão ser consideradas como de classe 2. [3]

2.2.4.2 Taxe de renovação horária do ar interior por ventilação mecânica

Na eventualidade de o edifício em estudo possuir sistema de renovação do ar interior por ar novo exterior recorrendo a ventiladores elétricos em funcionamento contínuo, e se verifique o bom funcionamento dos mesmos, a taxa de renovação horária (R_{ph}) pode ser calculada através da expressão 2.4:

$$R_{ph} = \frac{V_{eva}}{A_p \cdot P_d} \quad (2.4)$$

Em que:

V_{eva} – Caudal total de ar extruído, [m³/h];

A_p – Área interior útil de pavimento, medida pelo interior, [m²];

P_d – Pé-direito médio do edifício, [m]

Uma eventual falta de informação sobre o caudal de ar de base do projeto e características das bocas de extração dos sistemas mecânicos, pode ser considerado um caudal de ar extraído de 45 m³/h e cada instalação sanitária e de 100 m³/h na cozinha.

2.2.4.3 Potência elétrica dos ventiladores

Para efeito de cálculo do consumo de energia dos ventiladores e na ausência de outra informação, poderá ser considerada uma potência elétrica de 16 W por cada 50 m³/h de ar extraído.

2.2.5 Eficiência dos sistemas técnicos

A eficiência dos equipamentos de produção nos sistemas técnicos de climatização e produção de águas quentes sanitárias (AQS) de edifícios existentes, que contribui para o cálculo das necessidades nominais globais de energia primária, N_{tc} , deve ser determinada de acordo com a seguinte hierarquia de fontes de informação:

- a) Preferencialmente, pelos resultados de inspeção ou medição realizada no último ano, por entidade habilitada para o efeito;
- b) Como alternativa a resultados de medições, será permitida a utilização de informação técnica fornecida pelos fabricantes, com base em ensaios normalizados, mediante a verificação do adequado funcionamento dos sistemas.

Caso se verifique a inexistência de informação dos parâmetros anteriores, relativamente aos sistemas instalados, pode considerar-se o valor base de eficiência resultante da aplicação da Tabela 2.14 tendo em consideração que:

- a) O valor de eficiência deve considerar a idade do equipamento de produção do sistema técnico, mediante multiplicação pelo respetivo fator de correção;
- b) Nas situações em que tenha sido realizada uma manutenção do equipamento no último ano, devidamente documentada por evidências, não se aplica o fator de correção;
- c) Caso não seja possível determinar o ano de fabrico do equipamento, deverá ser considerado o ano de construção do edifício ou da última intervenção realizada aos sistemas, devidamente evidenciada.

Tabela 2.14 – Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização e de produção de AQS em edifícios existentes.

Tipo de sistema	Eficiência	Idade do Sistema	Fator
Resistência elétrica para aquecimento ambiente	1,00	-	-
Termoacumulador elétrico para aquecimento ambiente e/ou preparação AQS	0,90	Entre 1 e 10 Anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80
Esquentador ou caldeira a combustível gasoso ou líquido para aquecimento ambiente e/ou preparação de AQS	0,75	Depois de 1995	0,95
		Até 1995	0,80
Caldeira combustível sólido, recuperador de calor ou salamandras para aquecimento ambiente e/ou preparação AQS.	0,75	Entre 1 e 10 Anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80
Sistema de ar condicionado para arrefecimento ambiente, aquecimento ambiente ou bombas de calor para preparação de AQS	2,50	Entre 1 e 10 Anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80

Os edifícios existentes que não apresentem nenhum sistema técnico instalado para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente ou preparação AQS, deve ser aplicado as soluções por defeito aplicáveis e indicado na Tabela I.03 da Portaria nº 349-B/2013, de 29 Novembro, para os diferentes tipos de sistema. [3]

2.2.6 Contribuição de sistemas solares térmicos

A contribuição de sistemas de coletores solares para produção de AQS que sejam certificados ou que integrem coletores certificados, deve ser calculada com recurso à versão mais recente do programa Solterm do Laboratório Nacional de Energia e Geologia (LNEG) ou a outra ferramenta de cálculo que utilize a mesma metodologia de cálculo ou equivalente, devidamente validada por entidade competente designada para o efeito pelo Ministério responsável pela área da energia.

CAPÍTULO 2

Os sistemas de coletores solares térmicos que não se enquadrem nos requisitos acima transcritos e cuja a instalação seja anterior a julho de 2006, o seu valor de contribuição dos referidos sistemas no calculo das necessidades nominais de energia primária, deve ser calculado de acordo com as seguintes expressões:

$$E_{ren} = E_{solar\ ref} \cdot f_1 \cdot f_2 \cdot f_3 \quad (2.5)$$

Sendo:

$$E_{solar\ ref} = 0,44 \cdot A_c \cdot G_h \quad (2.6)$$

Em que:

$E_{solar\ ref}$ – Valor de referencia da contibuição anual de sistemas de coletores solares para a produção de AQS [kWh]

f_1 - Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo

f_2 – Fator de redução relativo ao sombreamento;

f_3 – Fator de redução relativo à idade do equipamento

A_c – Área total de captação dos coletores [m^2]

G_h - Total anual médio da radiação solar global recebida numa superfície horizontal, a obter na Tabela 2.15 em função da zona climática [kWh/m^2]

Tabela 2.15 – Radiação solar global na horizontal, Gh, por zona climática, em kWh/m² por ano.

NUTS III	Gh
Minho-Lima	1550
Alto Trás-os-Montes	1550
Cávado	1560
Ave	1560
Grande Porto	1590
Tâmega	1590
Douro	1580
Entre Douro e Vouga	1610
Baixa Vouga	1625
Baixo Mondego	1650
Beira Interior Norte	1620
Beira Interior Sul	1665
Cova da Beira	1650
Serra da Estrela	1635
Dão - Lafões	1615
Pinhal Interior Norte	1555
Pinhal Interior Sul	1675
Pinhal Litoral	1680
Oeste	1695
Médio Tejo	1690
Lezíria do Tejo	1705
Grande Lisboa	1725
Península de Setúbal	1735
Alto Alentejo	1710
Alentejo Central	1735
Alentejo Litoral	1770
Baixo Alentejo	1780
Algarve	1820
Região Autónoma dos Açores	1360
Região Autónoma da Madeira	1395

O fator de redução relativo ao posicionamento ótimo, f_1 , traduz uma penalização resultante de irregularidades na inclinação e orientação do sistema e que resultam numa deficiente captação da radiação solar, sendo calculado de acordo com a Tabela 2.16.

Tabela 2.16 – Fator de redução relativo ao posicionamento ótimo, f_1 .

f_1	Azimute					
	0° - 15°	16° - 30°	31° - 45°	46° - 60°	61° - 75°	76° - 90°
0° - 15°	0,92	0,89	0,88	0,88	0,87	0,87
16° - 30°	1,00	0,96	0,92	0,92	0,90	0,87
31° - 45°	1,00	0,98	0,95	0,95	0,90	0,85
46° - 60°	0,98	0,96	0,93	0,93	0,88	0,82
61° - 75°	0,90	0,90	0,87	0,87	0,83	0,76
76° - 90°	0,75	0,77	0,76	0,76	0,73	0,67

O fator de redução relativo ao sombreamento, f_2 , traduz uma penalização correspondente às situações em que a superfície útil de captação do coletor se encontra sombreada, calculando-se em função da altura angular provocada pela obstrução (h) e da orientação da instalação dos coletores (azimute) e de acordo com a Tabela 2.17, considerando que:

- a) São validos para sombreamento equivalente a máscaras de obstrução em bandas de ângulos de azimute de 10°;
- b) Nas situações que conduzam a ângulos superiores, o valor de $E_{solar\ ref}$ deverá ser efetuado de tantos quanto o número de vezes que o ângulo for superior a 10°.

Tabela 2.17 – Fator de redução relativo ao sombreamento, f_2 .

f_2	Azimute		
	0° - 30°	31° - 60°	61° - 90
0° - 30°	1,00	1,00	1,00
31° - 60°	0,97	0,98	0,99
61° - 90	0,96	0,97	0,98

O fator de redução relativo à idade do equipamento, f_3 , traduz uma penalização correspondente ao tempo de vida dos sistemas de coletores solares instalados, sendo calculado de acordo com a Tabela 2.18.

Tabela 2.18 – Fator de redução relativo ao tempo de vida, f_3 .

Idade do equipamento	f_3
0 - 9	1.00
20 - 19	0.90
20 - 29	0.80
≥ 30	0.50

2.3 ANÁLISE COMPARATIVA DO MÉTODO DETALHADO/SIMPLIFICADO

2.3.1 Generalidades

A legislação ao longo dos últimos anos sofreu uma grande alteração, tendo em vista sempre uma salvaguarda das necessidades de conforto térmico sem consumo excessivo de energia, uma minimização da ocorrência de efeitos patológicos derivados de condensações nos elementos da envolvente, a preocupação constante da eficiência energética, o uso de energias renováveis, entre outros.

Com a aprovação DO Decreto-lei nº 118/2013, de 20 Agosto, fica instituído o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE) e publicado o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comercio e Serviços (RECS) E o Regulamento de Desempenho dos Edifícios de Habitação (REH). O regulamento, REH, estabelece os requisitos para edifícios de habitação, novos ou sujeitos a grandes intervenções, assim como, os parâmetros e metodologias de caracterização do desempenho energético, em condições nominais, de todos os edifícios de habitação e dos seus sistemas técnicos, a eficiência dos seus sistemas técnicos e a minimização do risco de ocorrência de condensações superficiais nos elementos da envolvente. [6]

Surge então a necessidade de definir a metodologia de determinação das necessidades nominais anuais de energia primaria N_{tc} assim como o valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária, N_t , para que com estes parâmetros seja possível a determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificado e certificados do Sistema de Certificação Energética dos Edifícios (SCE), bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção.

2.3.2 Metodologia do REH

Neste subcapítulo será descrita toda a metodologia para o cálculo térmico e energético assim como os seus requisitos mínimos para edifícios novos e existentes. Porém no presente projeto o foco serão nos edifícios existentes e nas intervenções de reabilitação energética.

Para esse cálculo, no desenvolvimento do Decreto-lei nº 118/2013, é necessário recorrer ao anexo da portaria nº 249-B/2013, à portaria nº 249-C/2013, bem como às diferentes partes do despacho nº 15793 – C/2013, D/2013, F/2013, H/2013, I/2013, J/2013 e K/2013 [16].

Esta metodologia contém algumas simplificações válidas para o cálculo térmico e energético de edifícios existentes em situações que se verifique a impossibilidade ou alguma limitação no acesso a melhor informação, com a finalidade de tornar o cálculo mais simples e prático.

No que se refere a edifícios de habitação existentes sujeitos a grande intervenção, a Portaria 349-B exige que seja verificada a relação entre os valores de necessidades nominais e o seu limite, de energia útil para aquecimento, arrefecimento e energia primária para os coeficientes indicados na Tabela 2.19 e em função do ano de construção [13]. A relação entre eles vem trazer uma determinada margem de tolerância para os edifícios que não consigam cumprir na totalidade do regulamento, por questões arquitetónicas, dimensional e até mesmo por questões económicas de forma a não comprometer o setor da reabilitação.

Tabela 2.19 – Tabela indicativa da relação entre os valores das necessidades nominais e limite, de energia útil para aquecimento, arrefecimento e energia primária, de edifícios sujeitos a grandes intervenções.

Ano de Construção	N_{ic}/N_i	N_{vc}/N_v	N_{tc}/N_t
Anterior a 1960	Não aplicável	Não aplicável	1,50
Entre 1960 e 1990	1,25	1,25	1,50
Posterior a 1990	1,15	1,15	1,50

Nesta metodologia, quando se pretende uma intervenção é fundamental realizar um levantamento dimensional, correspondendo assim à realidade da construção, tendo sempre o mais completo possível toda a informação dos elementos de projeto do respetivo edifício, caso contrário este levantamento deverá ser efetuado no local.

Quanto aos requisitos de qualidade, apenas são aplicáveis aos elementos a intervir, nomeadamente a envolvente opaca e envidraçados, e os de elementos de ventilação mantêm o número de renovações mínimas do ar interior. Sempre que os sistemas de produção e de distribuição de águas quentes sanitárias (AQS) sejam parte da intervenção, é obrigatório a instalação de sistemas solares

térmicos, havendo a possibilidade da substituição por outros sistemas admitindo uma produção equivalente para AQS. No entanto, a limitação das necessidades de energia primária é flexibilizada em 50% face aos edifícios novos.

2.3.2.1 Zonamento climático

No sentido de promover edifícios cada vez mais eficientes, é fulcral conhecer o meio ambiente em que se insere de forma a retirar o maior partido dele, em consequência de um recurso aos sistemas ativos de climatização. O zonamento climático de Portugal baseia-se na Nomenclatura das Unidades Territoriais para Fins Estatísticos (NUTS) de nível III, cuja composição se baseia no Decreto-Lei nº 68/2008 de 14 de Abril de 2008, alterado pelo Decreto-Lei nº 85/2009, de 3 de Abril e pela Lei nº 21/2010 e 23 de Agosto, e está detalhado no Despacho nº 15793-F/2013.

Para aplicação de requisitos de qualidade térmica da envolvente, são definidas três zonas climáticas de Inverno (I1, I2, I3) e três zonas climáticas de Verão (V1, V2, V3).

No que diz respeito à estação de aquecimento, conforme a Tabela 2.20, as zonas climáticas de Inverno são estabelecidas a partir do número de graus-dias (GD) na base de 18 °C. Por sua vez as zonas climáticas de Verão, estão definidas a partir da temperatura média exterior correspondendo à estação convencional de aquecimento ($\theta_{ext,v}$), conforme Tabela 2.21.

Tabela 2.20 – Critérios para a determinação da zona climática de Inverno.

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

Tabela 2.21 – Critérios para a determinação da zona climática de Verão.

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

No entanto, para obter a zona climática onde o edifício se insere, entre outros parâmetros climáticos como a duração da estação de aquecimento (M), a energia solar média mensal durante a estação de aquecimento (G_{Sol}) e a energia solar acumulada durante a estação de arrefecimento consoante a orientação (I_{Sol}), é necessário saber a altitude a que se encontra o local. Isto porque, os valores dos parâmetros climáticos X associados a um determinado local, são obtidos a partir de valores de referência X_{REF} para cada NUTS III e ajustados com base na altitude desse local, z, através duma fórmula do tipo linear, com declive “a”, proporcionais à diferença entre a altitude do local e uma altitude de referência ZREF para cada NUTS III, segundo a seguinte expressão 2.7:

$$X = X_{REF} + a (z - z_{REF}) \text{ [meses ou } ^\circ\text{C]} \quad (2.7)$$

onde,

X : Parâmetros climáticos;

X_{REF} : Valor de referência do parâmetro climático;

a : declive associado ao parâmetro climático;

z : altitude do local onde se situa o edifício (m);

z_{REF} : Altitude de referência do local (m).

Na estação de aquecimento os parâmetros climáticos são:

- O número de graus-dias, na base de 18 °C, correspondente à estação convencional de aquecimento (GD);
- Duração da estação de aquecimento (M);
- Energia solar média mensal durante a estação, recebida numa superfície vertical orientada a Sul, em kWh/(m².mês) (G_{Sul}).

E na estação de arrefecimento:

- Duração da estação, 4 meses (2928 horas) (L_v);
- Temperatura exterior média ($\theta_{ext,v}$);
- Energia solar acumulada durante a estação, recebida na horizontal (inclinação 0°) e em superfícies verticais (inclinação 90°) para os quatro cardeais e os quatro colaterais (I_{Sol}).

Todos estes parâmetros anteriores assim como os valores de referência e declives para ajustes em altitude para a estação de aquecimento e arrefecimento estão presentes nas Tabelas 04 e Tabelas 05 do Despacho nº 15793-F/2013.

2.3.2.2 Valores máximos de necessidades energéticas

Para efetuar a avaliação do desempenho energético de um edifício em condições reais, este novo modelo utiliza como comparação um edifício de referência. O edifício de referência seguirá assim um padrão de limites admissíveis para as necessidades de energia útil de aquecimento, N_i , necessidades de energia útil de arrefecimento, N_v e necessidades de energia primária, N_t .

Deste modo, para se cumprir o regulamento, os requisitos energéticos de comportamento térmico são expressos pelas expressões 2.8 e 2.9 e os requisitos energéticos de eficiência dos sistemas pela expressão 2.10.

$$N_{ic} \leq N_i \quad (2.8)$$

$$N_{vc} \leq N_v \quad (2.9)$$

$$N_{tc} \leq N_t \quad (2.10)$$

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 expressão 2.11. [2].

$$N_i = \frac{Q_{tr,i ref} + Q_{ve,i ref} - Q_{gu,i ref}}{A_p} \quad [kWh/m^2.ano] \quad (2.11)$$

onde,

$Q_{tr,i ref}$: 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 uteis na estação de aquecimento, kWh;

A_p : Área interior útil de pavimento do edifício medida pelo interior, m².

Sendo estes parâmetros determinados de acordo expressa o REH, temos que:

- i. O valor de referência de calor por transmissão através da envolvente, $Q_{tr,i ref}$, é determinado considerando os coeficientes de transmissão térmica superficial de referência (U_{ref}) para elementos opacos e envidraçados previstos na Tabela 2.22, em função do tipo de elementos e da zona climática, considerando os coeficientes de transmissão térmica linear (ψ_{ref}) previstos na Tabela 2.23, em função do tipo de ligação entre elementos da envolvente do edifício [2].

Tabela 2.22 – Coeficientes de transmissão térmica superficiais de referência de elementos opacos e de vãos envidraçados, U_{ref} [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$].

U_{ref} [$W/(m^2 \cdot ^\circ C)$]		Zona Climática		
Portugal Continental				
Zona corrente da envolvente		Apartir de 1 Janeiro 2016		
		I1	I2	I3
em contacto com o exterior ou com espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas, $b_{tr} > 0.7$	Elementos opacos verticais	0,50	0,40	0,30
	Elementos opacos horizontais	0,40	0,35	0,30
em contacto com outros edifícios ou espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas, $b_{tr} < 0.7$	Elementos opacos verticais	0,80	0,70	0,60
	Elementos opacos horizontais	0,60	0,60	0,50
Vãos envidraçados (portas e janelas) (U_w)		2,80	2,40	2,20
Elementos em contato com o solo		0,50		
Regiões Autónomas				
Zona corrente da envolvente		31 de dezembro de 2015		
em contacto com o exterior ou com espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas, $b_{tr} > 0.7$	Elementos opacos verticais	I1	I2	I3
		0,80	0,60	0,45
em contacto com outros edifícios ou espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas, $b_{tr} \leq 0.7$	Elementos opacos horizontais	0,45	0,40	0,35
	Elementos opacos verticais	1,50	1,50	1,30
em contacto com outros edifícios ou espaços não uteis com coeficiente de redução de perdas, $b_{tr} \leq 0.7$	Elementos opacos horizontais	0,85	0,85	0,65
	Vãos envidraçados (portas e janelas) (U_w)	2,80	2,40	2,20
Elementos em contato com o solo		0,50		

Tabela 2.23 – Coeficientes de transmissão térmica linear de referência, ψ_{ref} [W/(m².°C)].

Tipo de ligação	ψ_{ref} [W/(m ² .°C)]
Fachada com pavimentos térreos	
Fachada com pavimento exterior ou ENU	
Fachada com cobertura	0,50
Fachada com pavimento de nível intermédio	
Fachada com varanda	
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,40
Fachada com caixilharia	
Zona de estore	0,20

- ii. 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 ($R_{ph,ref}$) igual à taxa de renovação para o edifício em estudo, até um máximo de 0,6 renovações por hora.
- iii. O cálculo dos ganhos de calor úteis, $Q_{gu,iref}$, deve ser determinado considerando os ganhos térmicos associados ao aproveitamento da radiação solar e internos, e considerando o fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento de referencia unitário ($n_{iref} = 0,60$). [2]

O valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N_v), de um edifício será calculado a partir da expressão 2.12 [2]:

$$N_v = \frac{(1 - n_{vref}) \times Q_{g,vref}}{A_p} \text{ [kWh/m}^2 \cdot \text{ano]} \quad (2.12)$$

onde,

n_{vref} : Fator de utilização de ganhos de referência;

$Q_{g,vref}$: Ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento, kWh/ano;

Sendo cada parâmetro calculado, segundo o REH, de acordo com:

- O fator de utilização de ganhos de referência na estação de arrefecimento é dado pela expressão 2.13:

$$n_{vref} = \begin{cases} 0,52 + 0,22 \ln \Delta\theta & \Delta\theta > 1 \\ 0,45 & 0 < \Delta\theta \leq 1 \\ 0,30 & \Delta\theta \leq 0 \end{cases} \quad (2.13)$$

onde,

$\theta_{ref,v}$: Temperatura interior de referência na estação de arrefecimento, contabilizada em 25 graus Celcius (°C);

$$\Delta\theta = \theta_{ref,v} - \theta_{ext,v}$$

- Os ganhos térmicos de referência na estação de arrefecimento, são determinados pela expressão 2.14, tendo em conta os parâmetros de referência abaixo indicados:

$$\frac{Q_{g,vref}}{A_p} = \left[4 \times \frac{2928}{1000} + g_{vref} \left(\frac{A_w}{A_p} \right)_{ref} \times I_{sol\ ref} \right] [kWh/m^2] \quad (2.14)$$

onde,

$I_{sol\ ref}$: Radiação solar media de referência, correspondente à radiação incidente numa superfície orientada a Oeste, de acordo com o Despacho do Diretor-Geral de Energia e Geologia [kWh/ (m².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.

O valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia primária (N_t) correspondente ao valor das referidas necessidades, admitindo a inexistência de consumos de energia associados à ventilação mecânica e de sistemas de aproveitamento de energias renováveis, incluindo sistemas de energia solar para preparação de AQS e pode ser calculado segundo a expressão 2.15 [2]:

$$N_t = \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \cdot N_i}{n_{ref,k}} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{v,k} \cdot N_v}{n_{ref,k}} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \cdot Q_a / A_p}{n_{ref,k}} \right) \cdot F_{pu,j} [kWh_{EP} / m^2 \cdot anu] \quad (2.15)$$

onde,

N_i : Valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento [kWh/(m². ano)];

N_v : Valor máximo para as necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento [kWh/(m². ano)];

Q_a : Necessidades de energia útil para preparação de AQS, supridas pelo sistema k, [kWh/ano];

$f_{i,k}$: Parcela das necessidades de energia de aquecimento supridas pelo sistema de referência k;

$f_{v,k}$: Parcela das necessidades de energia de arrefecimento supridas pelo sistema de referência k;

$f_{a,k}$: Parcela das necessidades de energia de preparação de AQS supridas pelo sistema de referência k;

$n_{ref,k}$: Valores de referência para o rendimento dos diferentes tipos de sistemas técnicos utilizados ou previstos para aquecimento ambiente, arrefecimento ambiente e preparação de AQS;

j : Fonte de energia;

$F_{pu,j}$: Fator de conversão para energia primaria de acordo com a fonte de energia do tipo de sistemas de referência utilizado, kWh_{EP}/ kWh.

2.3.2.3 Qualidade térmica da envolvente

Os elementos construtivos como as paredes, pavimentos ou coberturas, definidos como elementos da zona corrente da envolvente opaca do edifício, devem conter um coeficiente de transmissão térmica, U, inferior aos valores máximos presentes na Tabela 2.24 [2]:

Tabela 2.24 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca e envidraçados (Portugal Continental) [14].

U_{max} W/(m ² . °C)		A partir de 31 de dezembro de 2015		
		I1	I2	I3
Zona corrente da envolvente				
Elementos opacos verticais exteriores ou para ENU com btr > 0,7	Elementos opacos verticais	0.50	0,40	0,35
	Elementos opacos horizontais	0.40	0.35	0.30
Elementos opacos horizontais exteriores ou ENU com btr ≤ 0.7	Elementos opacos verticais	2.00	2.00	1.90
	Elementos opacos horizontais	1.65	1.30	1.20
Vãos envidraçados exteriores (portas e janelas) (Uw)		2,80	2,40	2,20

Nas zonas de Pontes Térmicas Planas, tais como pilares, vigas e caixas de estores, é necessário verificar que U_{PTP} é menor ou igual a 0,9 W/(m². °C).

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

- Se $A_{env} \leq 15\% \cdot A_{pav}$ $g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x}$
- Se $A_{env} > 15\% \cdot A_{pav}$ $g_T \cdot F_0 \cdot F_f \leq g_{Tm\acute{a}x} \cdot \frac{0,15}{\left(\frac{A_{env}}{A_{pav}}\right)}$
- onde,
- g_T : Fator solar global do vão envidraçado com todos os dispositivos de proteção solar, permanentes ou moveis, totalmente ativados;
- F_0 : Fator de sombreamento por elementos horizontais sobrejacentes ao envidraçado, compreendendo palas e varandas;
- F_f : Fator de sombreamento por elementos verticais adjacentes ao envidraçado, compreendendo palas verticais, outros corpos ou partes do edificio;
- $g_{Tm\acute{a}x}$: Fator solar global máximo admissível dos vãos envidraçados, obtido pela Tabela 2.25 [2];
- A_{env} : Soma das áreas dos vãos envidraçados que servem o compartimento, m²;
- A_{pav} : Área de pavimento do compartimento servido pelo(s) vão(s) envidraçado(s), m².

Tabela 2.25 – Fatores solares admissíveis de vãos envidraçados.

$g_{Tm\acute{a}x}$	Zona Climática		
Classe Inércia	V1	V2	V3
Fraca	0,15	0,10	0,10
Média	0,56	0,56	0,50
Forte	0,56	0,56	0,50

2.3.2.4 Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

Completos assim todos os cálculos para os valores máximos admissíveis das necessidades de energias para aquecimento, arrefecimento e energia primária através do edificio de referência, o próximo passo será a determinação do primeiro membro das expressões 2.8, 2.9 e 2.10, anteriormente indicadas.

De acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790, as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento, N_{ic} , podem ser quantificadas segundo a expressão 2.16 [2]:

$$N_{ic} = \frac{(Q_{tr,i} + Q_{ve,i} - Q_{gu,i})}{A_p} [kWh/(m^2 \cdot ano)] \quad (2.16)$$

onde,

$Q_{tr,i}$: 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, em kWh;

Prevista no Despacho nº 15793-K/2013, a metodologia de cálculo das perdas e dos ganhos na estação de aquecimento será descrita seguidamente, sendo que os parâmetros térmicos e informações relevantes se encontram descritos no mesmo despacho.

Devido à diferença de temperatura entre o interior e o exterior do edifício, ao longo da estação de aquecimento, a transmissão de calor por transmissão global, que se regista na envolvente, traduz-se em perdas de calor calculadas de acordo com a expressão 2.17:

$$Q_{tr,i} = 0,024 \cdot GD \cdot H_{tr,i} \quad [kWh] \quad (2.17)$$

onde,

$H_{tr,i}$: Coeficiente global de transferência de calor por transmissão, $W/^\circ C$.

Durante a estação de aquecimento as perdas de calor por ventilação correspondentes a renovação do ar interior, são determinadas pela expressão 2.18:

$$Q_{ve,i} = 0,024 \cdot GD \cdot H_{ve,i} \quad [kWh] \quad (2.18)$$

em que,

$$H_{ve,i} = 0,34 \cdot R_{ph,i} \cdot A_p \cdot P_d \quad [W/^\circ C] \quad (2.19)$$

onde,

$R_{ph,i}$: Taxa nominal de renovação de ar interior na estação de aquecimento, h^{-1} calculada de acordo com a folha de cálculo desenvolvida pela LNEC.

$H_{ve,i}$: Coeficiente global de transferência de calor por ventilação na estação de aquecimento, $W/^\circ C$.

Os ganhos térmicos úteis, $Q_{gu,i}$, resultam na conversão dos ganhos térmicos brutos, $Q_{g,i}$, através da expressão 2.20, onde n_i é o fator de utilização dos ganhos térmicos na estação de aquecimento:

$$Q_{gu,i} = n_i \cdot Q_{g,i} \quad [kWh] \quad (2.20)$$

Para o cálculo das necessidades nominais de aquecimento do edifício é necessário considerar as duas origens dos ganhos térmicos brutos, as fontes internas de calor ($Q_{int,i}$) e o aproveitamento da radiação solar pelos vãos envidraçados ($Q_{sol,i}$), como demonstra a expressão 2.21:

$$Q_{g,i} = Q_{int,i} + Q_{sol,i} \quad [kWh] \quad (2.21)$$

Durante toda a estação de aquecimento são considerados os ganhos térmicos internos, sendo contabilizados de acordo com a expressão 2.22:

$$Q_{int,i} = 0,724 \cdot M \cdot A_p \quad [kWh] \quad (2.22)$$

Através dos envidraçados, na estação de aquecimento, os ganhos solares brutos determinam-se segundo o processo de calculo da expressão 2.23:

$$Q_{sol,i} = G_{Sul} \cdot \sum_j [X_j \cdot \sum_n F_{s,in j} \cdot A_{s,in j}] \cdot M \quad [kWh] \quad (2.23)$$

onde,

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/m². mês];

X_j : Fator de orientação para as diferentes exposições de acordo com a Tabela 2.26;

$F_{s,in j}$: Fator de obstrução do vão envidraçado n com orientação j na estação de aquecimento;

$A_{s,in j}$: Área efetiva coletora de radiação solar do vão envidraçado na superfície n com orientação j, m².

j : Índice que corresponde a cada uma das orientações;

n : Índice que corresponde a cada umas das superfícies com orientação j;

Tabela 2.26 – Fatores de orientação para as diferentes exposições.

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

A área efetiva coletora, $A_{s,i}$, é calculada vão a vão, de acordo com a expressão 2.24:

$$A_{s,i} = A_w \cdot F_g \cdot g_i \quad [m^2] \quad (2.24)$$

onde,

A_w : Área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e o caixilho, m^2 ;

F_g : Fração envidraçada do vão envidraçado, obtida de acordo com o despacho que precede á publicação dos parâmetros térmicos;

g_i : Fator solar de inverno.

2.3.2.5 Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

O parâmetro seguinte do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação, consiste na avaliação das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento, N_{vc} , e define-se também de acordo com as disposições da norma europeia EN ISO 13790, e podem ser quantificadas através da expressão 2.25 [2]:

$$N_{vc} = \frac{(1 - n_v) \cdot Q_{g,v}}{A_p} \quad [kWh/(m^2 \cdot ano)] \quad (2.25)$$

onde,

n_v : Fator de utilização de ganhos térmicos na estação de arrefecimento;

$Q_{g,v}$: Ganhos térmicos brutos na estação de arrefecimento, kWh;

A metodologia de cálculo do fator de utilização de ganhos térmicos deve ser 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 $Q_{ve,v}$, assim como dos ganhos térmicos na estação de arrefecimento $Q_{g,v}$, que se encontra definidos a seguir:

- A transferência de calor por transmissão que ocorre através da envolvente calcula-se de acordo com a expressão 2.26:

$$Q_{tr,v} = H_{tr,v} \cdot (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \cdot 2,928 \quad [kWh] \quad (2.26)$$

onde,

$H_{tr,v}$: Coeficiente global de transferência de calor por transmissão na estação de arrefecimento, $W/^\circ C$;

CAPÍTULO 2

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

- A transferência de calor por renovação do ar interior durante a estação de arrefecimento $\theta_{ve,v}$, é calculada de acordo com as expressões 2.27 e 2.28:

$$Q_{ve,v} = H_{ve,v} \cdot (\theta_{v,ref} - \theta_{v,ext}) \cdot L_v / 1000 \quad [kWh] \quad (2.27)$$

$$H_{ve,v} = 0,34 \cdot R_{ph,v} \cdot A_p \cdot P_d \quad [kWh] \quad (2.28)$$

onde,

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

Por fim, como já apresentado anteriormente, restam quantificar os ganhos térmicos brutos a considerar no cálculo das necessidades nominais de arrefecimento do edifício, conforme a expressão 2.29:

$$Q_{g,v} = Q_{int,v} + Q_{sol,v} \quad [kWh] \quad (2.29)$$

Sendo que $Q_{int,v}$ representa os ganhos térmicos associados a fontes internas de calor e $Q_{sol,v}$ os ganhos térmicos associados à radiação solar incidente na envolvente exterior opaca e envidraçada. A sua metodologia de quantificação, no que diz respeito às suas duas parcelas, é determinada de acordo as expressões 2.30 e 2.31:

$$Q_{int,v} = 4 \cdot A_p \cdot 2,928 \quad [kWh] \quad (2.30)$$

$$Q_{sol,v} = \sum_j [G_{sol,j} \sum_n F_{s,v,nj}] \quad [kWh] \quad (2.31)$$

onde,

$G_{sol,j}$: Energia solar média incidente numa superfície com orientação j durante toda a estação de arrefecimento, kWh/m^2 ;

$A_{s,vn,j}$: Área efetiva coletora de radiação solar da superfície do elemento n com orientação j , m^2 ;

j : Índice correspondente a cada uma das orientações por octante e à posição horizontal;

n : Índice correspondente a cada um dos elementos opacos e envidraçadas com a orientação j ;

$F_{s,vnj}$: Fator de obstrução da superfície do elemento n, com orientação j.

A expressão 2.32, aplicável a espaços úteis e não úteis, determina a área efetiva coletora de radiação solar de cada vão envidraçado n com orientação j:

$$A_{s,vnj} = A_w \cdot F_g \cdot g_v \quad [\text{m}^2] \quad (2.32)$$

onde,

A_w : Área total do vão envidraçado, incluindo o vidro e caixilho, m^2 .

F_g : Fração envidraçada do vão envidraçado, obtida de acordo com o Despacho 15793-k/2013;

g_v : Fator solar do vão envidraçado na estação de arrefecimento.

A área efetiva de radiação solar de um elemento n da envolvente opaca exterior, com orientação j, deve ser calculada através da expressão 2.33, aplicável a espaços uteis e não uteis:

$$A_{s,vnj} = \alpha \cdot U \cdot A_{op} \cdot R_{se} \quad [\text{m}^2] \quad (2.33)$$

onde,

α : Coeficiente de absorção de radiação solar da superfície do elemento da envolvente opaca;

U : Coeficiente de transmissão termica do elemento da envolvente opaca, W/m^2 ;

A_{op} : Área do elemento da envolvente opaca exterior, m^2 ;

R_{se} : Resistência térmica superficial exterior, igual a $0,04 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$.

Através da Tabela 2.27 determina-se o valor do coeficiente de absorção de radiação solar α .

Tabela 2.27 – Coeficiente de absorção da radiação solar.

Cor	α
Clara (branco, creme, amarelo, laranja, vermelho-claro)	0,4
Média (vermelho-escuro, verde-claro, azul claro)	0,5
Escura (castanho, verde-escuro, azul vivo, azul escuro)	0,8

Após uma breve análise, conclui-se que, paredes exteriores e coberturas com cor de revestimento da superfície mais escuras irão obter mais ganhos solares na estação de arrefecimento do que cores mais claras.

2.3.2.6 Necessidades nominais de energia primaria

Segundo a regulamentação em vigor, as necessidades nominais de energia primária de um edifício de habitação advêm da soma das necessidades nominais específicas de energia primária relacionada com as diferentes utilidades, aquecimento (N_{ic}), arrefecimento (N_{vc}), produção de AQS (Q_a/A_p) e ventilação mecânica (W_{vm}/A_p), deduzidas de eventuais contribuições de fontes de energia renovável ($E_{ren,p}/A_p$) de acordo com a expressão 2.34:

$$\begin{aligned}
 N_{tc} = & \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{i,k} \cdot N_{ic}}{n_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \left(\frac{f_{v,k} \cdot N_{vc}}{n_k} \right) \cdot F_{pu,j} \\
 & + \sum_j \left(\sum_k \frac{f_{a,k} \cdot Q_a/A_p}{n_k} \right) \cdot F_{pu,j} + \sum_j \frac{W_{vm,j}}{A_p} \cdot F_{pu,j} \\
 & - \sum_p \frac{E_{ren,p}}{A_p} \cdot F_{pu,p} \quad [kWh_{EP}/(m^2 \cdot ano)]
 \end{aligned} \tag{2.34}$$

onde,

N_{ic} : Necessidades de energia útil para aquecimento, supridas pelo sistema k, kWh/(m² · ano);

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

N_{vc} : Necessidades de energia útil para arrefecimento, supridas pelo sistema k, kWh/(m² · ano);

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

Q_a : Necessidades de energia útil para preparação de AQS, supridas pelo sistema k, kWh/ano;

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

n_k : Eficiência do sistema k, que toma o valor 1 no caso de sistemas para aproveitamento de fontes de energia renovável, à exceção de sistemas de queima de biomassa sólida em que deve ser usada a eficiência do sistema de queima;

j : Todas as fontes de energia incluindo as de origem renovável;

p : Fontes de origem renovável;

$E_{ren,p}$: Energia produzida a partir de fontes de origem renovável p, kWh/ano, incluindo apenas energia consumida;

$W_{vm,j}$: Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores, kWh/ano;

$F_{pu,j}$ e $F_{pu,p}$: Fator de conversão de energia útil para energia primaria, kWh_{EP}/kWh.

δ : Igual a 1, exceto para o uso de arrefecimento (N_{vc}) que pode tomar o valor 0 sempre que o fator de utilização de ganhos térmicos seja superior ao respetivo fator de referencia, o que equivale às condições em que o risco de sobreaquecimento se encontra minimizado.

Segundo a expressão 2.35 determina-se a energia útil necessária para a preparação de AQS durante um ano:

$$Q_a = (M_{AQS} \cdot 4187 \cdot 35 \cdot 365) / 3600000 \text{ [kWh/ano]} \quad (2.35)$$

Em edifícios de habitação, o consumo médio diário de referencia será calculado de acordo com a expressão 2.36:

$$M_{AQS} = 40 \cdot n \cdot f_{eh} \text{ [litros]} \quad (2.36)$$

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

f_{eh} : fator de eficiência hídrica, aplicável a chuveiros ou sistemas de duche com certificação e rotulagem de eficiência hídrica, de acordo com um sistema de certificação de eficiência hídrica da responsabilidade de uma entidade independente reconhecida pelo setor das instalações prediais. Para chuveiros ou sistemas de duche com rotulo A ou superior, $f_{eh} = 0,90$, sendo que nos restantes casos, $f_{eh} = 1$.

CAPÍTULO 3

ESTUDO DE CASO – REABILITAÇÃO TÉRMICA DE UM EDIFÍCIO EXISTENTE

Neste capítulo serão apresentados, de forma detalhada, todos os aspetos importantes a considerar no cálculo do desempenho energético de um edifício de habitação existente situado na cidade de Amarante e segundo ao regulamento em vigor. Consoante o apresentado nos capítulos anteriores, irá ser também apresentada uma proposta de intervenção no âmbito da reabilitação térmica, nomeadamente no que respeita a melhores soluções relativas à reabilitação térmica da envolvente exterior, ao sistema inexistente de ventilação, os sistemas de produção AQS, aos sistemas de climatização e aos sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis.

3.1 DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo situa-se na Rua do Mosteiro, pertencente à freguesia de Freixo de Baixo, na periferia do centro urbano de Amarante. A fachada principal está orientada a Sul onde confronta com o arruamento publico, como se pode verificar pela Figura 3.1.



Figura 3.1 – Planta de localização do edifício.

O edifício de habitação possui tipologia T4 e desenvolve-se em rés do chão, totalmente utilizado como arrumos com 20 m², 1º piso com cozinha e sala com 15 m² e 18 m² respetivamente, e ainda um 2º piso com quatro quartos com 10.7 m², 10.7 m², 10.2 m², 13.2 m², antecâmara com 14 m², duas casas de banho com 4.5 m² e 5.3 m² e por ultimo um desvão não útil que abrange a totalidade do 2º piso, como podemos verificar pelas Figuras 3.2, 3.3 e 3.4.

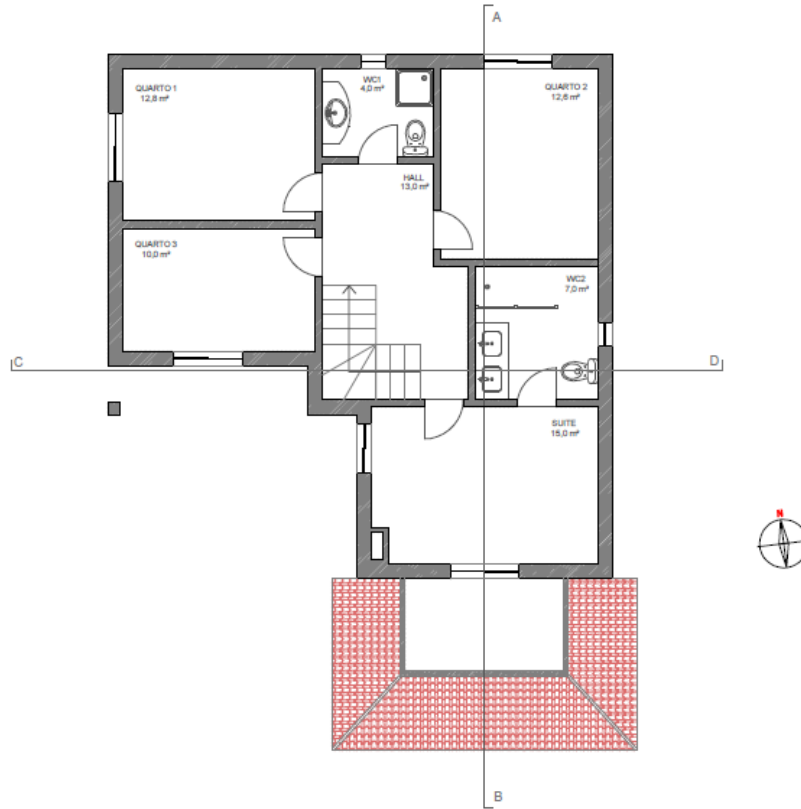


Figura 3.2 – Planta do 2º Piso.

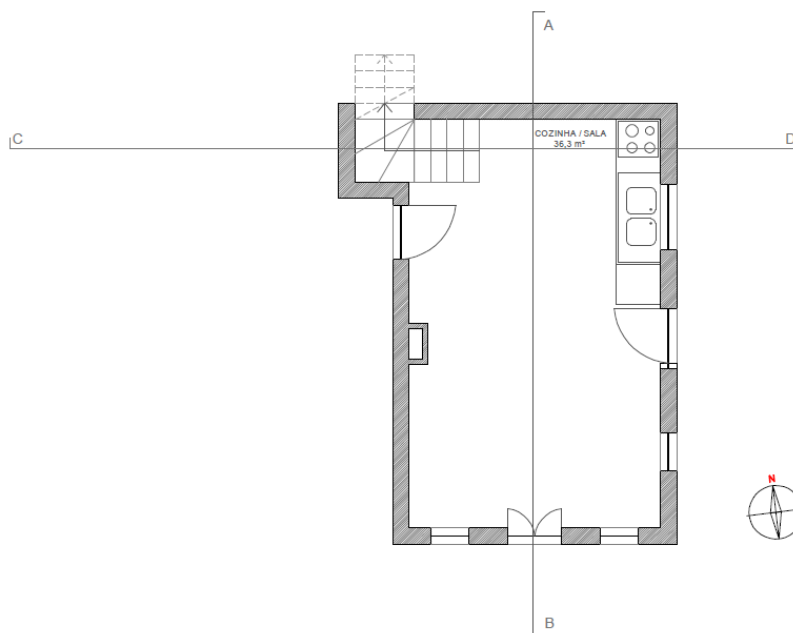


Figura 3.3 – Planta do 1º Piso.

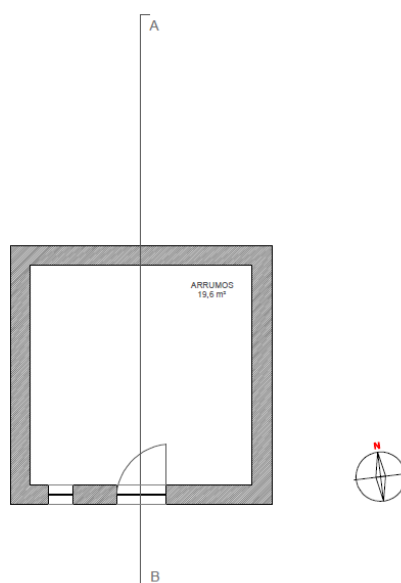


Figura 3.4 – Planta R/C.

Todas as plantas dos pisos bem como os alçados e cortes encontram-se no Anexo I.

De acordo com a Certidão de Teor Matricial e documento da Avaliação Patrimonial, o ano da última intervenção no edifício foi 1998, e o seu período de construção terá sido entre 1971 e 1980. Este possui uma construção em alvenaria de pedra a nível do rés-do-chão e 1º piso, e parede exterior de alvenaria dupla de tijolo, no 2º piso. As paredes divisórias são ainda em alvenaria simples de tijolo. Os pavimentos dos quartos são revestidos a tacos de madeira e os restantes pavimentos em cerâmica, a escadaria é forrada a placas de pedra e a cobertura é revestida a telha cerâmica do tipo Portuguesa. As caixilharias dos envidraçados e das portas são em alumínio com vidros duplos e a proteção solar exterior são portadas do tipo venezianas, autorreguláveis, também em alumínio.

As figuras seguintes permitem obter uma melhor e mais detalhada perceção do edifício existente.



Figura 3.5 – Fachada principal.



Figura 3.6 – Fachada principal.



a) Fachada Oeste



b) Fachada posterior

Figura 3.7 – Orientação das fachadas do edifício.

3.2 ENQUADRAMENTO DO EDIFÍCIO

A habitação em estudo encontra-se a uma altitude de 236 m e está localizada na cidade de Amarante, pertence à região do Tâmega da NUTS III. Esta região apresenta um número de graus-dias, na base de 18°C, correspondente à estação convencional de aquecimento (GD) igual a 1435.6 °C.dia e uma temperatura exterior média correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext,v}$) igual a 21,1°C, valores corrigidos em função da altitude do edifício.






Encontra-se assim a possibilidade de determinar as zonas climáticas de Inverno e de Verão, através dos parâmetros anteriormente referenciados, sendo então que o presente edifício se situa numa Zona I2 e V2.

3.3 ESPAÇOS NÃO ÚTEIS

Nesta habitação considerou-se os arrumos e o desvão do telhado como sendo espaços não úteis. Ambos os espaços apresentam sistemas de ventilação que nos levaram a admitir que seriam fortemente ventilados, pelo que o coeficiente btr toma o valor de 1.

A envolvente térmica do edifício assinalada nas seguintes peças desenhadas (plantas e cortes), Figura 3.8, 3.9, 3.10, 3.11, 3.12, 3.13, 3.14 e 3.15, foi definida seguindo a legenda indicada pela Tabela 3.1.

Tabela 3.1 – Cores da envolvente térmica.

Envolvente	Cor
Envolvente exterior	
Envolvente interior com requisitos de exterior	
Envolvente em contato com o solo (térreo)	
Em planta identifica pavimento (com respetiva cor)	
Em planta identifica cobertura (com respetiva cor)	

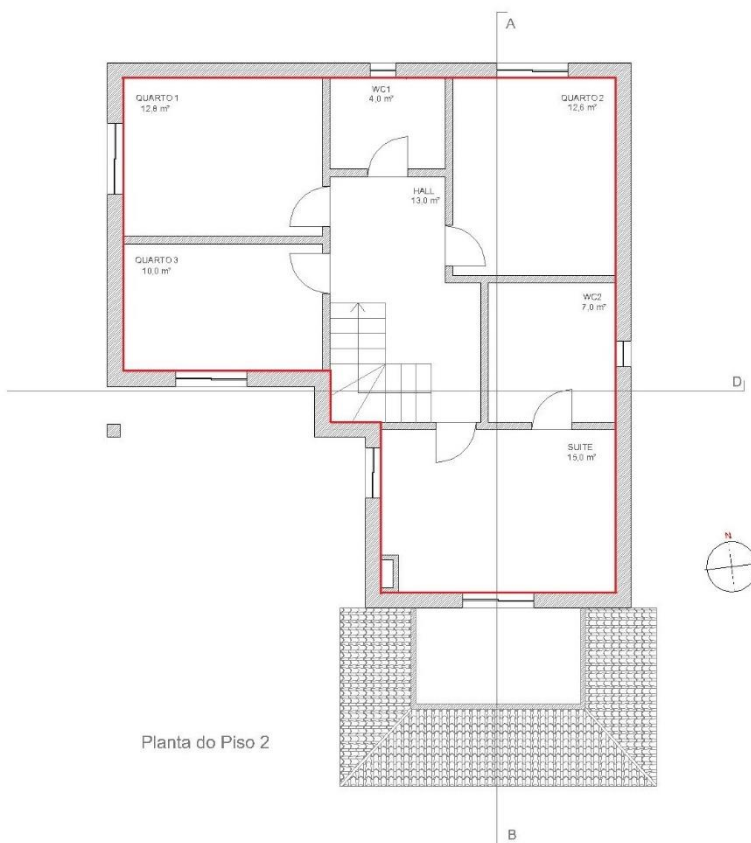


Figura 3.8 – Envoltente do 2º Piso.

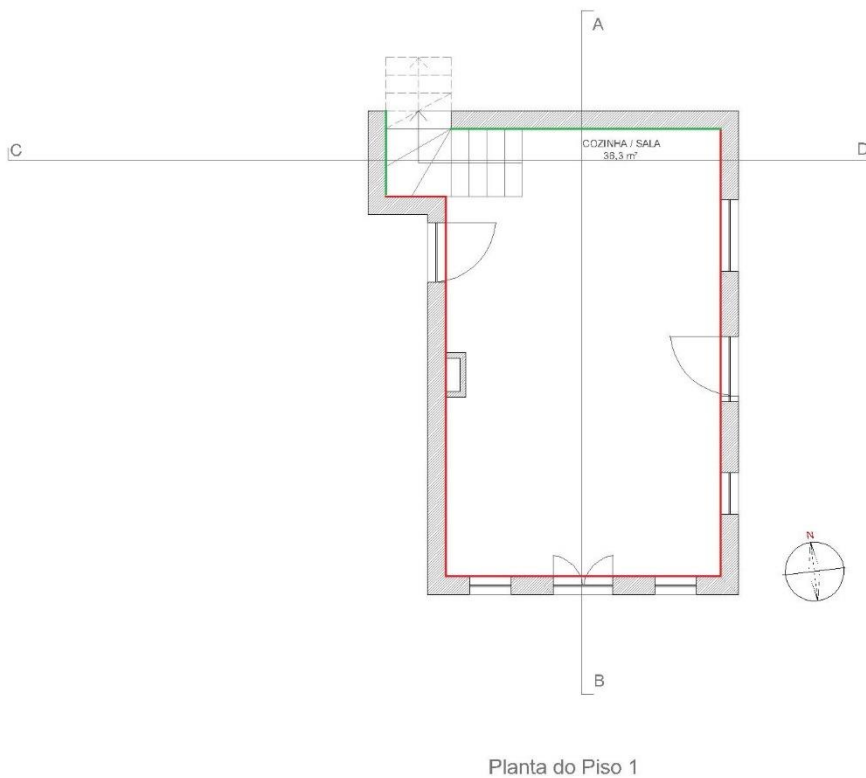


Figura 3.9 – Envoltente do 1º Piso.

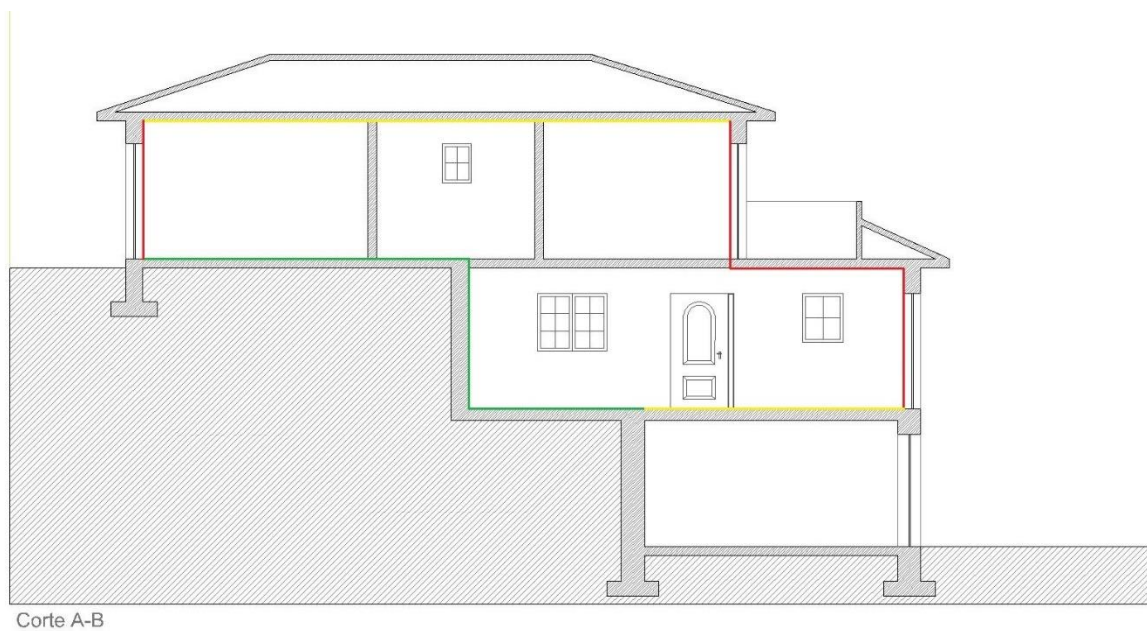


Figura 3.10 – Envolvente Corte A-B.

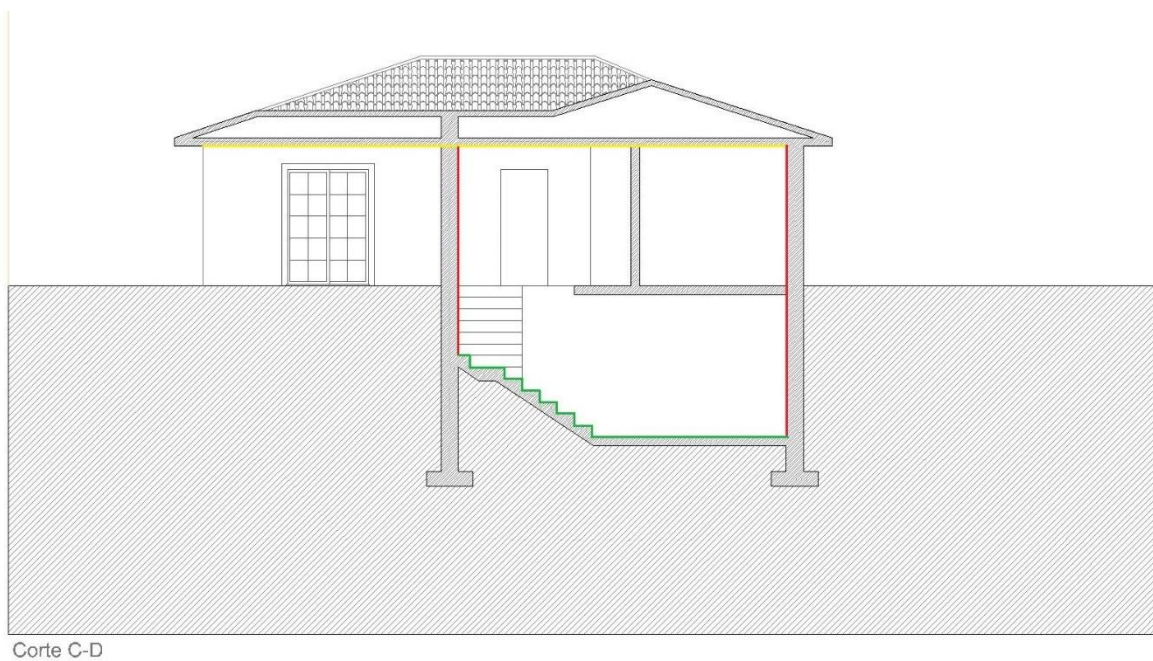


Figura 3.11 – Envolvente Corte C-D.

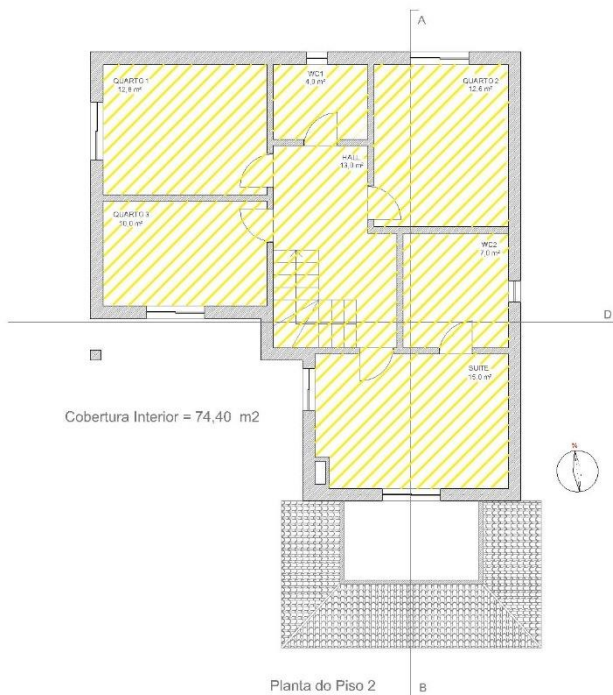


Figura 3.12 – Cobertura 2º Piso.

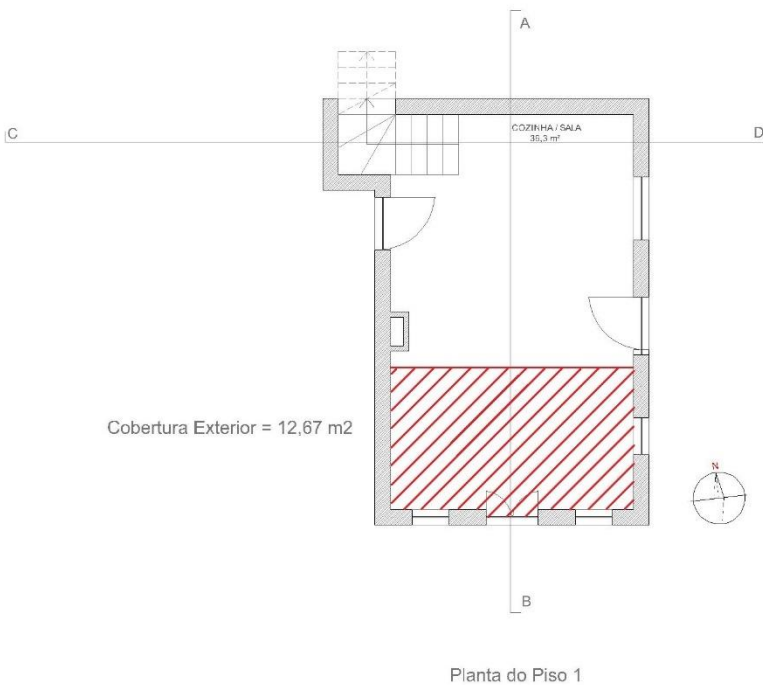


Figura 3.13 – Cobertura 2º Piso.

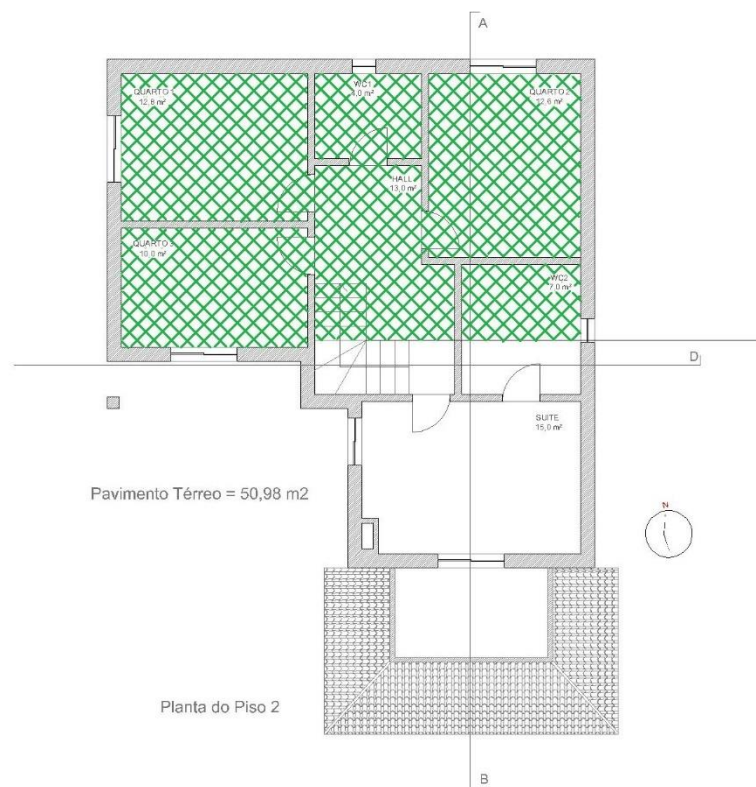


Figura 3.14 – Pavimento 2º Piso.

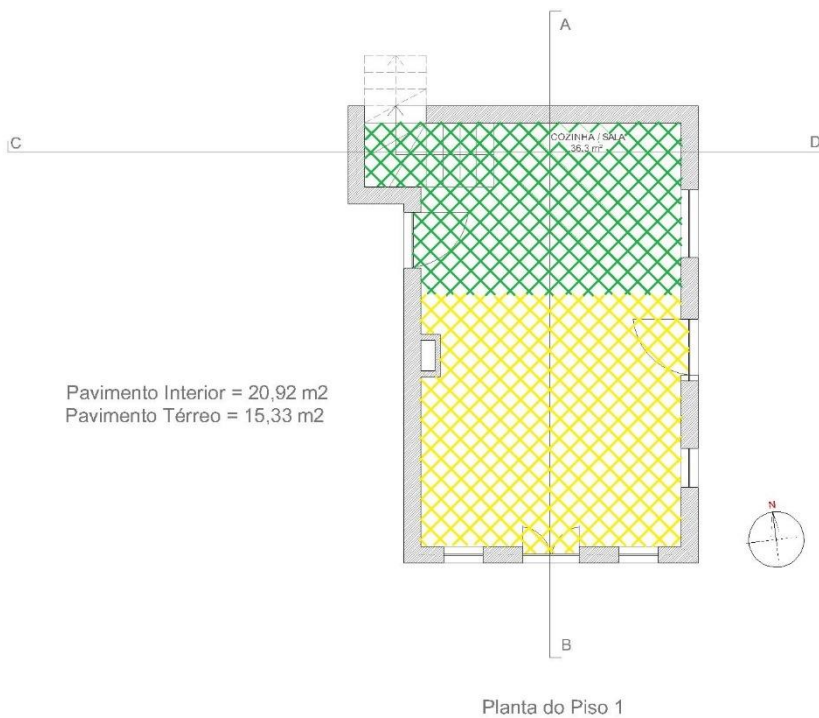


Figura 3.15 – Pavimento 2º Piso.

3.4 SOLUÇÕES CONSTRUTIVAS E EQUIPAMENTOS

Este subcapítulo é referente às características do edifício, no entanto as informações omissas poderão ser encontradas no Anexo II deste projeto, assim como o resultado do balanço energético do edifício e respectiva classe de certificação energética.

Com a ausência de informação relativamente à existência de isolamento nos elementos construtivos do edifício (paredes, pavimentos e coberturas), e apenas com informação sobre parte da sua constituição, adaptar-se-á o método simplificado relativamente a determinação dos coeficientes de transmissão térmica, U.

Os subcapítulos seguintes apresentam tabelas com coeficientes térmicos calculados utilizando as resistências térmicas dos materiais conhecidos, e serve meramente para uma análise comparativa, aplicando os valores por defeito fornecidos pela publicação do LNEC [5] no cálculo do desempenho térmico do edifício.

3.4.1 Paredes da envolvente exterior

Relativamente as paredes exteriores, podem identificar-se neste caso dois tipos distintos, a parede exterior do 1º Piso, existente desde a primeira construção, executada em pedra granítica, e a parede exterior do 2º Piso, piso esse construído aquando a primeira reabilitação, executada em alvenaria de tijolo.

Apesar da inexistência da memória descrita original, é perceptível, como se verifica pela Figura 3.16 a), que as paredes da envolvente exterior do 2º piso têm uma espessura de 0,33 m, rebocadas em ambas as faces, tendo como base em blocos de tijolo. No entanto, apesar da falta de informação, foi possível saber junto do antigo proprietário que as paredes foram construídas em tijolo de 15 cm + 11 cm. Desta forma, não havendo qualquer tipo de informação complementar relativamente à solução final construtiva da parede, adotou-se uma solução de parede dupla com caixa de ar 15 + 4 + 11 (Tabela 3.2).

No que diz respeito a parede de pedra do 1º Piso esta apresenta uma espessura 0,30 m de granito, como confirma a Figura 3.16 b), e a Tabela 3.2 indica o valor do coeficiente de transmissão térmica existente na parede.



a) Parede exterior em alvenaria de tijolo.



b) Parede exterior em alvenaria de pedra.

Figura 3.16 – Pormenor indicativo das paredes exteriores do edifício.

Tabela 3.2 – Coeficiente de transmissão térmica da parede exterior dupla de alvenaria (2º Piso). [9]

Elemento	ITE 50	e (m)	λ [W/(m. °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Resistência Interior	Quadro I.3	-	-	0,13
Reboco tradicional	Quadro I.2	0,015	1,30	0,01
Tijolo 11	Quadro I.5	-	-	0,27
Caixa-de-ar	Quadro I.4	0,04	-	0,18
Tijolo 15	Quadro I.5	-	-	0,39
Reboco tradicional	Quadro I.2	0,015	1,30	0,01
Resistência Exterior	Quadro I.3	-	-	0,04
<u>U [W/(m². °C)]</u>				<u>1,03</u>

Segundo a aplicação prevista no Despacho nº. 15793-E/2013 que remete para a publicação do LNEC, que diz respeito às regras de simplificação a utilizar nos edifícios sujeitos a grandes intervenções, bem como edifícios existentes, o coeficiente de transmissão térmica a aplicar na parede exterior do 2º Piso é:

$$U_{\text{Parede alvenaria } 0,33 \text{ m}} = 1,02 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.1)$$

Tabela 3.3 – Coeficiente de transmissão térmica da parede exterior de pedra (2º Piso) [9].

Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m ² . °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,13
Pedra	Quadro I.2	0,30	2,80	0,11
Exterior	Quadro I.3	-	-	0,04
U [W/(m². °C)]				3,57

Uma vez que se tem total conhecimento do material constituinte da parede exterior do 1º Piso, o coeficiente de transmissão térmica a considerar é:

$$U_{\text{Parede pedra } 0,30 \text{ m}} = 3,57 \text{ [W/(m}^2\text{. °C)]} \quad (3.2)$$

3.4.2 Pavimentos

A grande maioria da área de pavimento está assente sobre o solo, com exceção de uma pequena área que confronta com um compartimento considerado não útil utilizado como arrumos e de parte do pavimento do 2º Piso que está sobre a sala do 1º. Este pavimento foi revestido por dois diferentes materiais: tacos de madeira, nos quartos, e tijoleira cerâmica, nas restantes divisões, como está representado na Figura 3.17. Além destes revestimentos, o pavimento foi construído adotando uma solução de lajes aligeiradas, com vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos com duas fiadas de furos, altura de 15 cm e cuja base dos blocos foi considerada tendo uma dimensão inferior a 30 cm. Para uma análise mais detalhada das soluções construtivas de pavimento e dos seus respetivos coeficientes de transmissão térmica é possível consultar as Tabelas 3.4 e 3.5.

Tabela 3.4 – Coeficiente de transmissão térmica do pavimento revestido com taco madeira (fluxo descendente). [9]

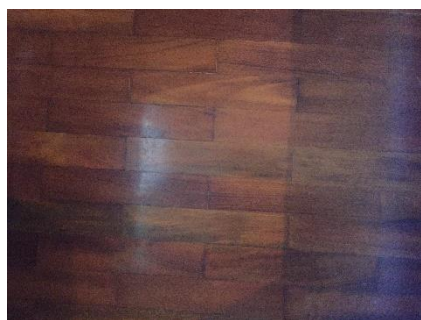
Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m ² . °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,17
Madeira densa	Quadro I.2	0,01	0,23	0,04
Regularização com base de betão	Quadro I.2	0,020	1,30	0,02
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Interior (Não útil)	Quadro I.3	-	-	0,17
U [W/(m². °C)]				1,90

Tabela 3.5 – Coeficiente de transmissão térmica do pavimento revestido com cerâmica (fluxo descendente). [9]

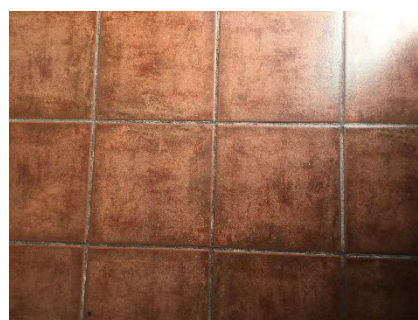
Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m ² . °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,17
Cerâmica	Quadro I.2	0,01	1,30	0,01
Regularização com base de betão	Quadro I.2	0,020	1,30	0,02
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Interior (Não útil)	Quadro I.3	-	-	0,17
<u>U [W/(m². °C)]</u>				<u>2,01</u>

Conforme o Despacho nº 15793-E/2013, o coeficiente de transmissão térmica a considerar para pavimentos, dos quais se desconhece a existência ou não de isolamento térmico, é:

$$U_{\text{Pavimento}} = \frac{1}{\frac{1}{3,10} - 0,04 + 0,17} = 2,21 \text{ [W/(m}^2\text{. °C)]} \quad (3.3)$$



a) Pavimento em madeira.



b) Pavimento em cerâmica.

Figura 3.17 – Revestimento dos pavimentos interiores.

3.4.3 Cobertura

O edifício detém uma cobertura inclinada com desvão não útil fortemente ventilado. A laje de esteira é constituída por uma laje aligeirada com vigotas pré-esforçadas e blocos cerâmicos com duas fiadas de furos, altura aproximadamente de 15 cm e cuja base dos blocos foi considerada como tendo uma dimensão inferior a 30 cm. Foram considerados os revestimentos da laje de esteira apresentados nas Tabelas 3.6, 3.7, 3.8 e 3.9.

Relativamente à restante estrutura da cobertura, esta é constituída por asnas em vigas pré-fabricadas sobre as quais estão assentes vigotas, igualmente pré-fabricadas, que formam uma base de suporte para a telha lusa da cobertura inclinada (Figura 3.18).



a) Cobertura orientada a Este.

b) Cobertura orientada a Sul.

Figura 3.18 – Cobertura inclinada.

Tabela 3.6 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura interior (fluxo ascendente). [9]

Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m ² .°C)]	R [(m ² .°C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,10
Gesso	Quadro I.2	0,015	0,57	0,03
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Betonilha	Quadro I.2	0,015	2,0	0,01
Interior (Não útil)	Quadro I.3	-	-	0,10
<u>U [W/(m².°C)]</u>				<u>2,70</u>

Tabela 3.7 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura interior (fluxo descendente). [9]

Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m. °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,17
Gesso	Quadro I.2	0,015	0,57	0,03
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Revestimento superior	Quadro I.2	0,015	2,00	0,01
Interior (Não útil)	Quadro I.3	-	-	0,17
<u>U [W/(m². °C)]</u>				<u>1,96</u>

Tabela 3.8 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura exterior (fluxo ascendente). [9]

Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m. °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,10
Revestimento superior	Quadro I.2	0,015	0,57	0,03
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Regularização com base de betão	Quadro I.2	0,020	1,30	0,02
Revestimento superior em pedra	Quadro I.2	0,02	1,3	0,02
Exterior	Quadro I.3	-	-	0,04
<u>U [W/(m². °C)]</u>				<u>2,94</u>

Tabela 3.9 – Coeficiente de transmissão térmica da cobertura exterior (fluxo descendente). [9]

Elemento	ITE 50	e (m)	I [W/(m. °C)]	R [(m ² . °C)/W]
Interior	Quadro I.3	-	-	0,17
Revestimento superior	Quadro I.2	0,015	0,57	0,03
Laje aligeirada	Quadro I.7	0,15	-	0,13
Regularização com base de betão	Quadro I.2	0,02	1,30	0,02
Revestimento superior em pedra	Quadro I.2	0,02	1,3	0,02
Exterior	Quadro I.3	-	-	0,04
U [W/(m². °C)]				2,44

O Despacho nº 15793-E/2013 indica que o coeficiente de transmissão térmica a considerar para o cálculo do desempenho térmico dos pavimentos, dos quais se desconhece a existência ou não de isolamento térmico, é:

$$U_{\text{Cobertura interior,ascendente}} = \frac{1}{\frac{1}{2,6} - 0,04 + 0,10} = 2,25 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.4)$$

$$U_{\text{Cobertura interior,descendente}} = \frac{1}{\frac{1}{2,6} - 0,04 + 0,17} = 1,94 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.5)$$

$$U_{\text{Cobertura exterior,ascendente}} = 2,60 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.6)$$

$$U_{\text{Cobertura exterior,descendente}} = 2,60 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.7)$$

3.4.4 Envidraçados

Os envidraçados são constituídos por vidros duplos, de correr e de abrir (no caso das casas de banho), incolor com caixilharia em alumínio sem corte térmico (Figura 3.19 e 3.20). Não existindo indicações mais precisas sobre as suas características bem como a espessura real dos envidraçados, esta foi tomada como sendo de 4 + 4 mm. Analisando agora as proteções solares, o edifício não possui qualquer proteção solar interior, por outro lado as proteções solares exteriores são em portadas metálicas de alumínio de cor verde.

Tendo em conta a informação referida e apoiando a análise no Quadro III.1 do ITE 50, conclui-se, que o coeficiente de transmissão térmica é o indicado na Tabela 3.10, pois sendo as proteções exteriores portadas de alumínio com aberturas autorreguláveis, esta é classificada como sendo de permeabilidade ao ar baixa.



a) Envidraçado WC.



b) Envidraçado Sala/cozinha.

Figura 3.19 – Envidraçados duplos de abrir com proteção solar exterior.



a) Envidraçado do quarto 1.



b) Envidraçado do quarto 3.

Figura 3.20 – Envidraçados duplos de correr com proteção solar exterior.

Tabela 3.10 – Coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados exteriores. [9]

Descrição	U [W/(m ² . °C)] ITE
Envidraçados constituídos por vidro duplo de correr com portada exterior metálica de alumínio.	3,10
Envidraçados constituídos por vidro duplo de abrir com portada exterior metálica de alumínio.	3,00

O valor dos fatores solares do vidro ($g_{L,v}$) e das proteções solares considerados para análise foram retirados da tabela 12 e 13, do Despacho nº 15794-K/2013. Os fatores solares dos elementos considerados (vidros e proteções) dos envidraçados são os indicados na Tabela 3.11 .

Tabela 3.11 – Coeficiente de transmissão térmica dos envidraçados exteriores. [9]

Fator solar vidro ($g_{L,vi}$)	Fator solar vidro mais proteção ($g_{T,vc}$)	Fração envidraçada (Fg)
Vidro duplo incolor 4 mm + incolor 4 mm	Portada exterior metálica de cor escura	Caixilharia em alumínio com quadricula
0,7	0,09	0,60

Tendo em conta a informação referida e apoiando a análise no Quadro III.1 do ITE 50, conclui-se, que o coeficiente de transmissão térmica é o indicado na Tabela 3.10, pois sendo as proteções exteriores portadas de alumínio com aberturas autorreguláveis, esta é classificada como sendo de permeabilidade ao ar baixa.

3.4.5 Portas

O edifício dispõe de duas portas de entrada, constituídas na sua totalidade em alumínio como demonstra a Figura 3.21, contudo, segundo [3] serão incluídas no cálculo da secção corrente da envolvente opaca contínua.

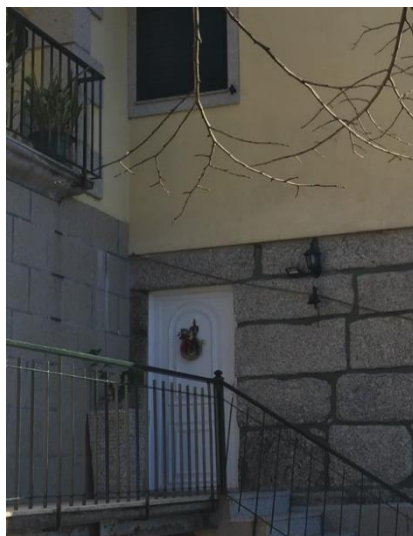


Figura 3.21 – Porta de entrada da habitação.

3.4.6 Pontes térmicas

3.4.6.1 Pontes térmicas planas

Segundo o especificado no Despacho no15793-E/2013, que define o Método de Cálculo Simplificado para a Certificação Energética de Edifícios, as pontes térmicas planas vão ser desprezadas, tendo que o coeficiente de transmissão térmica ser prejudicado em 35 % do seu valor, contabilizado assim conforme indica a Tabela 3.12.

Tabela 3.12 – Coeficiente de transmissão térmica corrigida segundo a solução construtiva da parede. [9]

Valores de coeficientes de transmissão térmica aumentando de 35 % ($U - m^2 \cdot ^\circ C/W$)	
Parede Dupla	$1,02 + 0,35 \times 1,02 = 1,38$

3.4.6.2 Pontes térmicas lineares

Para os valores referentes às perdas térmicas lineares, utilizar-se-á os valores fornecidos no Despacho 15793-E/2013 [3] correspondente ao método simplificado de certificação térmica para edifícios existentes enunciados na Tabela 3.13.

No caso de estudo foram consideradas as seguintes perdas térmicas lineares:

- Ligação da fachada com o pavimento intermedio;
- Ligação fachada com pavimento sobre exterior;
- Ligação da fachada com cobertura interior e exterior;

- Ligação fachada com piso térreo;
- Ligação fachada com pavimento sobre espaço não útil;
- Ligação fachada com caixilharia.

Tabela 3.13 – Valores por defeito para os coeficientes de transmissão térmica lineares. [3]

Tipo	Comprimento (m)	ψ
Fachada com o pavimento intermedio	15,40	0,70
Fachada com pavimento sobre exterior ou ENU	15,89	
Fachada com cobertura	59,30	
Fachada com pavimento térreo	34,80	0,50
Duas paredes verticais em ângulo saliente	17,15	
Fachada com caixilharia	55,70	

3.4.7 Inércia térmica

Esta habitação possui uma inércia FORTE definida segundo as regras de simplificação aplicáveis à quantificação da inércia térmica para edifícios existentes [3].

3.4.8 Sistemas de ventilação

O edifício não possui qualquer tipo de sistema de extração mecânica nem de admissão de ar na fachada. No entanto, existe um sistema de funcionamento intermitente na cozinha (exaustor).

O resultado obtido da taxa de renovação do ar no edifício foi de $1,01 \text{ h}^{-1}$ encontra-se indicado na folha de cálculo, referente aos sistemas de ventilação, no Anexo III.

3.4.9 Sistemas de climatização

Relativamente ao edifício, este possui dois sistemas elétricos para climatização ambiente, instalados no 1º, Figura 3.22, e 2º piso, Figura 3.23, satisfazendo as necessidades de aquecimento e arrefecimento a quase toda a totalidade da habitação. Os sistemas técnicos instalados fazem parte da gama de equipamentos da Sanyo e Troia, e uma vez na ausência da informação relativamente aos seus requisitos, pode ser considerado o valor base de eficiência para equipamentos convencionais, resultando a aplicação da Tabela 3.14 referente ao regulamento referente as regras de simplificação de edifícios existentes [3].

Tabela 3.14 – Valores base de eficiência para equipamentos convencionais de climatização em edifícios existentes. [3]

Tipo de sistema	Eficiência	Idade do sistema	Fator
Sistema de ar condicionado para aquecimento e arrefecimento ambiente	2,50	Entre 1 a 10 anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80



a) Sistema de climatização, Sala/Cozinha.

b) Sistema de climatização, Hall no 2º piso.

Figura 3.22 – Unidade interior do sistema técnico split.



a) Unidade exterior, Sala/Cozinha.

b) Unidade exterior, hall no 2º piso.

Figura 3.23 – Unidade exterior do sistema técnico split.

O edifício é dotado ainda de um sistema de aproveitamento de fonte de energia renovável biomassa, ou seja, um recuperador de calor instalado no 1º piso, Figura 3.24, servindo como sistema de aquecimento.

Relativamente à sua eficiência esta é definida na Tabela 3.15 seguindo os mesmos princípios do sistema de ar condicionado. [3]

Tabela 3.15 – Eficiência base convencional aplicável ao recuperador de calor a biomassa. [3]

Tipo de sistema	Eficiência	Idade do sistema	Fator
Recuperador de calor para aquecimento ambiente	0,75	Entre 1 a 10 anos	0,95
		> 10 anos	0,90
		> 20 anos	0,80



Figura 3.24 – Recuperador de calor.

3.4.10 Sistemas de águas quentes sanitárias

Segundo [1], define-se águas quentes sanitárias, AQS, como sendo a água potável a temperatura superior a 35°C com finalidade para banhos, limpezas, cozinha e outros afins específicos, preparada em dispositivo próprio e adequado, com recurso a formas de energia convencionais ou renováveis.

Para edifícios habitacionais o aquecimento de AQS é geralmente produzido com o recurso de esquentadores a gás ou termoacumuladores elétricos. Para novas construções o regulamento impõe, em determinadas condições, a obrigatoriedade do recurso a sistemas de coletores solares térmicos para produção de AQS.

Poderá atingir-se, num sistema de energia solar devidamente dimensionado e colocado, uma poupança de cerca de 70 % dos custos em energia necessária para a produção de água quente para o uso doméstico. [8]

Apesar da importância do seu correto dimensionamento, para uma maior eficiência dos sistemas solares de aquecimento AQS, também se torna indispensável o isolamento das tubagens de fornecimento de água, bem como a manutenção e limpeza dos painéis.

No que diz respeito aos sistema de produção de AQS o edifício é provido de um esquentador a gás natural, da série Junkers, Figura 3.25, servindo de apoio para o abastecimento de águas quentes na cozinha e nos Wc's. Mais uma vez com a falta de informação sobre os requisitos de eficiência, recorre-se aos valores base de eficiência expressos na Tabela 3.16. [3]



Figura 3.25 – Sistema AQS.

Tabela 3.16 – Eficiência base convencional aplicável ao esquentador. [3]

Tipo de sistema	Eficiência	Idade do sistema	Fator
Esquentador para preparação AQS	0,75	Depois de 1995	0,95
		Até 1995	0,80

3.5 MEDIDAS DE REABILITAÇÃO ENERGÉTICA PROPOSTAS

Neste sub-capítulo serão apresentadas as medidas de reabilitação energética, com o objetivo de alcançar um melhor desempenho do edifício. Todos os resultados obtidos assim como o novo balanço energético são indicados no Anexo IV.

Em primeiro lugar é de referir que, de forma a alcançar uma melhor classe de eficiência energética, o primeiro passo será tentar baixar o coeficiente U de toda a envolvente exterior do edifício e de seguida melhorar e implementar novos sistemas técnicos. Com isto, para a uma melhoria da classe energética do edifício serão propostas as seguintes medidas de melhoria:

- Medida de melhoria 1: paredes exteriores e cobertura, recorrer-se-á à aplicação de isolamento pelo exterior (ETICS) nas paredes e sobre a laje de esteira na cobertura;
- Medida de melhoria 2: substituição dos equipamentos de preparação AQS com implementação de um sistema solar térmico;
- Medida de melhoria 3: substituição dos equipamentos de climatização.

3.5.1 Medida de melhoria 1 – Paredes exteriores e cobertura

Para que seja possível uma descida do coeficiente de transmissão térmica da envolvente exterior a medida de melhoria a implementar passará pela colocação de isolamento térmico pelo exterior. Uma vez que o proprietário do edifício tinha em vista um projeto de reabilitação foi possível acompanhar e descrever todo este processo construtivo.

Considerando isolamento pelo exterior (ETICS), o proprietário optou por utilizar painéis de poliestireno extrudido (XPS) com 8 cm de espessura e com uma condutibilidade térmica (λ) de 0,037 W/m. °C).

Este sistema permite ainda a utilização de outros isolantes como placas XPS, espuma de poliuretano, espumas de PVC, entre outros, desde que seja garantida uma boa estabilidade dimensional, boa coesão, baixo módulo de elasticidade, boa permeabilidade ao vapor de água e rugosidade.

A opção pelas placas de XPS recaiu sobretudo devido a sua resistência mecânica uma vez que este apresenta melhor rendimento nesse sentido quando comparado com as placas de poliestireno expandido (EPS).

Segue-se então todo o método de aplicação do sistema de isolamento térmico na fachada exterior, ETICS, baseado na colocação de placas de poliestireno extrudido (XPS).

As principais fases para a aplicação deste sistema de isolamento térmico pelo exterior encontra-se resumidas nos pontos seguintes.

1. Preparação do suporte

Em obras de reabilitação os suportes deverão ser verificados do ponto de vista da sua consistência, degradação e fissuração, devendo ser removidas as zonas que não oferecem condições e reparadas as zonas danificadas. Uma vez que as paredes exteriores a servir de suporte se apresentavam em boas condições, apenas foi necessário a lavagem com jato de água de forma garantir a eliminação dos resíduos como fungos, musgos ou acumulações de sujidade. Este processo mereceu especial cuidado de forma a que não se deteriorasse o revestimento original. Através da Figura 3.26 podemos verificar a existência de manchas de humidade que levaram ao aparecimento dos agentes eflorescentes.



a) Fachada norte.



b) Fachada Sul .



a) Eflorescentes existentes no suporte .



b) Início de remoção dos eflorescentes.

Figura 3.26 – : Preparação do suporte através da remoção de fungos, musgos e sujidades.

2. Arranque junto ao solo

A aplicação das placas de isolamento iniciou-se junto ao solo, contudo este processo requeria a instalação de um perfil de arranque em alumínio, de largura adaptada a espessuras das placas XPS. Este perfil tem a função de auxílio no arranque da montagem do sistema, garantindo a sua horizontalidade e o suporte das placas enquanto não se encontrarem coladas. Como tal, em grande parte da envolvente a utilização deste perfil não foi necessária visto que a cota do pavimento exterior se encontra abaixo, cerca de 15 cm, em relação a cota do pavimento no interior da habitação. Apenas em parte da fachada virada a Este foi necessária esta colocação, uma vez que a aplicação das placas foi realizada somente ao nível do 2º piso, como podemos observar pela Figura 3.27 e 3.28.



a) Perfil de arranque.



b) Apoio da placa XPS no perfil.

Figura 3.27 – Pormenor do perfil de arranque em alumínio.



a) Primeira fiada de placas XPS.

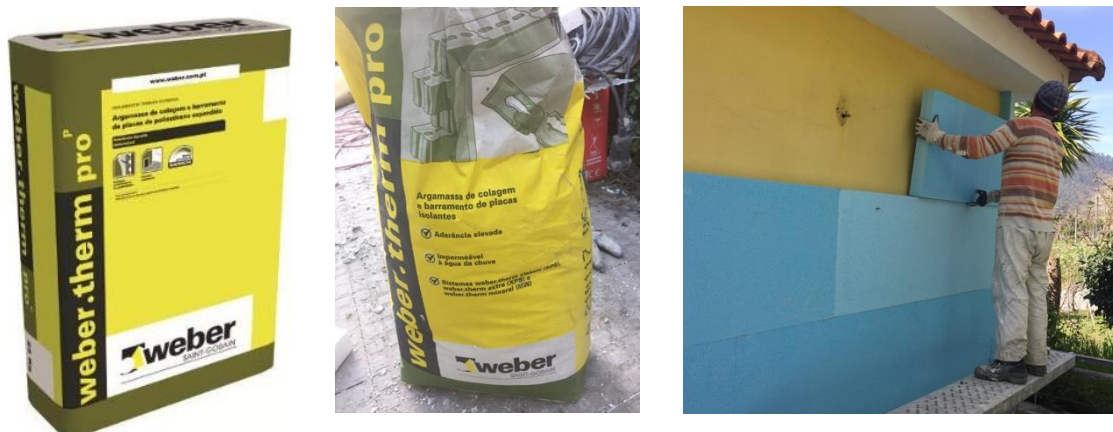


b) Arranque no encontro de duas paredes.

Figura 3.28 – Arranque com aplicação das placas de isolamento junto ao solo.

3. Montagens das placas de isolamento

O sistema começou por ser montado de baixo para cima, apoiando cada fiada das placas de isolamento sobre a anterior. Estas foram coladas a parede através de uma argamassa de colagem do tipo *Weber.therm pro* (Figura 3.29), aplicado no seu verso.



a) Argamassa de Colagem/Revestimento.

b) Processo de colagem das placas.

Figura 3.29 – Argamassa de colagem e revestimento de placas isolantes em sistemas *weber.therm pro*.

As placas foram colocadas na posição horizontal em fiadas sucessivas, de baixo para cima, contrafiadas em relação à fiada inferior. Do mesmo modo, nas esquinas, os topos das fiadas de placas foram alternados, para melhorar o travamento do sistema como demonstram a Figura 3.30 e 3.31

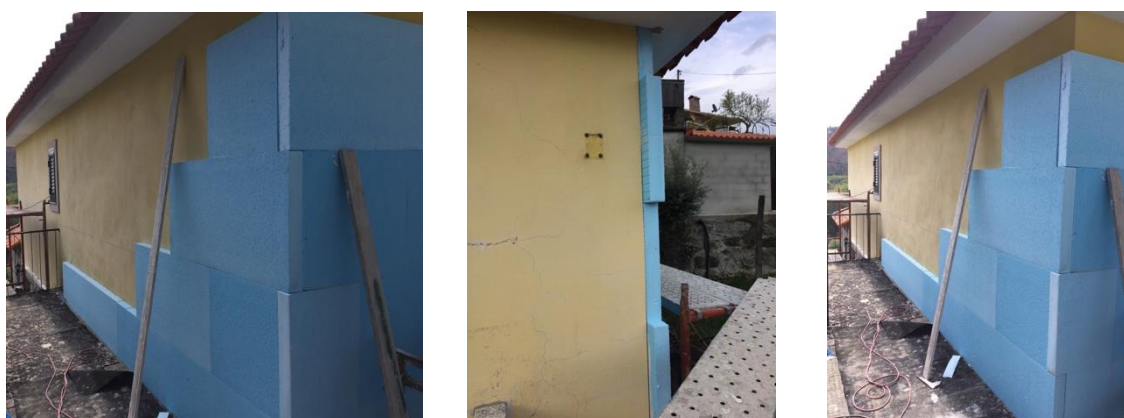


Figura 3.30 – Colocação das placas para obtenção de um melhor travamento.

Colocam-se as placas na sua posição definitiva, pressionando contra parede, de modo a esmagar a argamassa de colagem e ajustando os seus contornos de planimetria superficial com as placas adjacentes, de modo a não permitir folgas nas juntas e desalinhamentos na superfície dos panos de parede. A

verticalidade e o ajustamento planimétrico de cada placa em relação às adjacentes foram sempre verificados, usando régua metálica de 2m e nível de bolha de ar.



a) Fachada Norte.



b) Fachada Este.

Figura 3.31 – Aspeto final da disposição das placas de isolamento XPS.

4. Fixação mecânica das placas

O reforço das placas de poliestireno foi concebido através de fixações mecânicas, Figura 3.32 e 3.33, que consistiu na instalação de buchas plásticas com um prego de expansão para uma melhor fixação do sistema. O diâmetro das cabeças circulares é de cerca de 50 mm e o dos furos para o prego é de 10 mm, tendo as buchas um comprimento adequado à espessura da placa isolante a fixar.



a) Bucha plástica.



b) Reforço de placas.

Figura 3.32 – Sistema de Fixação mecânica.

As cabeças circulares das buchas são pressionadas de modo a esmagar a superfície da placa isolante, para que não fiquem salientes do plano da mesma. As pequenas cavidades resultantes são posteriormente preenchidas com argamassa de revestimento, numa operação prévia ao revestimento das placas.



Figura 3.33 – Disposição final das fixações mecânicas nas placas de isolamento XPS.

5. Tratamento dos pontos singulares

As arestas do sistema, em esquinas de paredes e contornos dos vãos, foram reforçadas usando um perfil em PVC, perfurado para uma melhor aderência das argamassas incluindo rede de fibra com tratamento antialcalino, Figuras 3.34 e 3.35. Estes perfis são colados diretamente sobre as placas de XPS com a mesma argamassa utilizada na colagem das placas.



a) Reforço de esquinas.



b) Reforço de pingadeiras em janelas.

Figura 3.34 – Perfil perfurado em PVC para reforço de pontos singulares.



Figura 3.35 – Reforço de esquinas

Antes da aplicação da primeira camada de revestimento, deverá ser reforçada a superfície do sistema nos cantos da zona envolvente dos vãos. Este reforço deverá ser feito aplicando tiras de rede de fibra de vidro coladas sobre as placas de XPS usando a argamassa de revestimento.

6. Aplicação do revestimento

O revestimento das placas de XPS realizou-se com a aplicação da argamassa *Weber.therm pro* em pelo menos duas camadas, incorporando uma armadura em rede de fibra de vidro com as mesmas características acima descritas, Figuras 3.36 e 3.37. Os trabalhos de revestimento das placas de isolamento realizaram-se somente após o endurecimento da argamassa de colagem, estando garantida a estabilidade das placas.



a) Preparação da argamassa.



b) Aplicação do revestimento sobre a rede.

Figura 3.36 – Aplicação da argamassa de revestimento integrando a rede de fibra de vidro.

A argamassa aplica-se por barramento, usando talocha metálica inoxidável, sendo a segunda camada aplicada após endurecimento da primeira. A primeira camada deverá ser aplicada com talocha dentada (dentes de 6 mm) para garantir uma espessura final de aproximadamente 2 mm. Sobre o material ainda fresco, estica-se a rede de fibra de vidro e alisar suavemente a superfície com talocha lisa, incorporando a rede superficialmente na camada de argamassa.



Figura 3.37 – Barramento da argamassa com auxílio da talocha metálica inox.

A espessura da camada de argamassa aplicada sobre a rede de fibra de vidro deverá garantir a efetiva cobertura desta, não permitindo assim que esta seja perceptível. A superfície de acabamento da argamassa de revestimento deverá resultar numa superfície plana, sem ressaltos ou vincos e com textura constante ao longo da toda a extensão, como podemos observar pela Figura 3.38.



a) Fachada Oeste



b) Fachada Sul.

Figura 3.38 – Superfície regularizada.

7. Revestimento de acabamento

A etapa seguinte consiste na aplicação de revestimento de acabamento, este tem a função de contribuir para a impermeabilização, proteção e decoração sistemas de isolamento térmico ETIC'S. Nesse sentido a preparação do suporte, antes do uso do acabamento orgânico, Figura 3.39 b), passa pelo emprego de um primário de regulação de absorção, Figura 3.39 a). Primário esse que é destinado a todos os suportes que recebem pintura ou revestimentos orgânicos, e aplicado com rolo de lã, Figura 3.39 c).



a). Primário.

b). Revestimento orgânico

c). Rolo de lã.

Figura 3.39 – Equipamento para aplicação de revestimento.

Aplicado o primário o sistema está preparado para a aplicação do revestimento de acabamento, revestimento orgânico, de cor branca, com capa fina e textura média (M), o material esse definido como *weber.plast decor M*. Consiste numa mistura pastosa, executada com auxílio elétrico, por forma a homogeneizar os componentes do produto. Aplica-se por barramento, usando talocha lisa de inox, de cima para baixo, apertando a pasta contra a parede de forma a regularizar e nivelar a camada. Por fim, para dar acabamento usa-se uma talocha plástica, limpa regularmente, apertando a superfície em suaves movimentos circulares, verticais e horizontais, para o desejado efeito e textura.

As Figuras 3.40 e 3.41 a seguir indicadas mostram o aspeto final das fachadas depois de terminada a aplicação do sistemas de isolamento.



Figura 3.40 – Aparência final das fachadas Este e Norte.



Figura 3.41 – Aparência final das fachadas Oeste e Sul.

Com o isolamento colocado nas paredes exteriores o coeficiente de transmissão térmica da envolvente toma o valor indicado na expressão 3.8.

$$U_{\text{Parede exterior}} = \frac{1}{\frac{1}{1,02} + \frac{0,08}{0,037}} = 0,32 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.8)$$

A cobertura é um dos elementos construtivos do edifício que está sujeita às maiores amplitudes térmicas, razão pela qual está entre os elementos da envolvente que mais condicionam o desempenho térmico dos edifícios.

Apesar de fazer parte da envolvente opaca interior, considera-se oportuno a reabilitação térmica da cobertura, pois esta representa uma grande área da habitação. A reabilitação, passa por colocar placas de isolamento térmico (XPS) com 10 cm de espessura sobre a laje esteira, conforme demonstra a Figura 3.34. Espessura calculada em função do valor máximo do coeficiente de transmissão térmica ($U_{\text{max}} = 0,35$), imposto pelo regulamento [14], indicada pela expressão 3.9:

$$\text{Espessura de isolamento} \rightarrow 0,35 = \frac{1}{\frac{1}{2,25} + \frac{e}{0,037}} \Leftrightarrow e_{\text{min}} = 0,09 \text{ m} \quad (3.9)$$

$$\rightarrow e_{\text{adotda}} = 0,10 \text{ m}$$

Esta solução foi executada porque o desvão é não habitável, sendo preferível aplicar a camada de isolamento térmico sobre a esteira horizontal.

Este tipo de soluções é mais económico, quando comparado com o isolamento das vertentes, uma vez que a quantidade de isolante utilizada é menor e a sua aplicação é em geral mais fácil. Por outro lado haverá um menor consumo de energia para aquecimento durante a estação fria, enquanto na estação quente também haverá um melhor desempenho térmico devido à dissipação do calor permitida pela ventilação do desvão.

Com isto o coeficiente de transmissão térmica depois da reabilitação apresenta o seguinte valor, expressão 3.10 e 3.11:

$$U_{\text{Cobertura interior,ascendente}} = \frac{1}{\frac{1}{2,25} + \frac{0,10}{0,037}} = 0,32 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.10)$$

$$U_{\text{Cobertura interior,descendente}} = \frac{1}{\frac{1}{1,94} + \frac{0,10}{0,037}} = 0,31 \text{ [W/(m}^2 \cdot \text{°C)]} \quad (3.11)$$

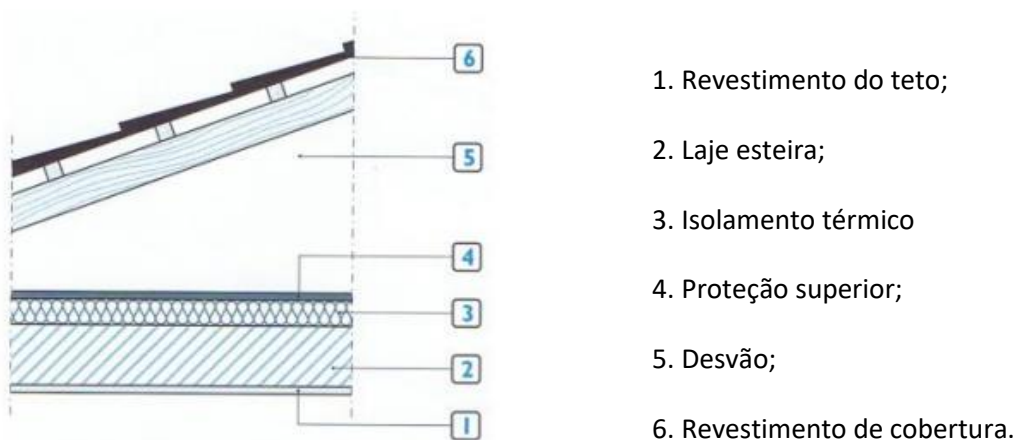


Figura 3.42 – Cobertura com desvão não-habitável: isolamento na esteira horizontal.

3.5.2 Medida de melhoria 2 – Sistemas de preparação AQS

3.5.2.1 Coletor Solar Térmico

O artigo 27º do Dec. Lei 118/2013, referente à eficiência dos sistemas técnicos, os sistemas solares térmicos para AQS são obrigatórios se o edifício apresentar uma exposição solar adequada e se a energia por ele fornecida for maior que a energia obtida com coletores padrão com um coletor padrão/Habitante convencional.

Vantagens da sua aplicação:

- A energia solar térmica é uma energia renovável e inesgotável.
- É gratuita e necessita de uma manutenção mínima.
- É economicamente competitiva e permite períodos de retorno rápidos.

- A utilização da energia solar térmica permite uma redução significativa das emissões de CO₂ resultantes dos atuais sistemas de preparação de águas quentes.
- Reduz a poluição do ar em ambientes urbanos.
- Longa duração dos equipamentos;
- Benefícios Fiscais;
- Contribui para a redução da dependência energética externa de Portugal;

Os requisitos de eficiência na conceção para edifícios novos e intervencionados, estabelecidos pela portaria nº 379-A/2015, diz que os sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis devem apresentar uma obrigatoriedade de instalação se os sistemas de coletores solares térmicos a instalar proporcionarem uma contribuição de energia renovável igual ou superior à calculada para um sistema idêntico ao previsto ou instalado, baseado em coletores solares padrão com as seguintes características:

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

Dito isto o regulamento impõe assim uma área de 0,65 m² por ocupante convencional, e dado que o edifício em estudo é da tipologia T4, a área mínima regulamentar dos painéis solares a instalar terá de ser as dimensões mínimas expressas pela expressão 3.12:

$$0,65 \times (n + 1) = 0,65 \times 5 = 3,25 \text{ m}^2 \quad (3.12)$$

As necessidades de energia útil do edifício para preparação de AQS (Q_a), durante um ano, apresenta os seguintes valores indicados pela expressão 3.13:

$$\begin{aligned} \rightarrow Q_a &= \frac{M_{AQS} \cdot 4187 \cdot 35 \cdot 3645}{3600000} \Leftrightarrow \\ \Leftrightarrow Q_a &= \frac{200 \times 4187 \times 35 \times 365}{3600000} = 2971,6 \text{ [kWh/ano]} \end{aligned} \quad (3.13)$$

$$\rightarrow M_{AQS} = 40 \cdot n \cdot f_{eh} = 40 \times 5 = 200 \text{ [litros]} \quad (3.14)$$

$$\rightarrow f_{eh} = 1 \quad (3.15)$$

Dado a obrigatoriedade da instalação de sistemas solares térmicos, é necessário estudar assim o melhor sistema, bem como com a sua contribuição para o cálculo do balanço térmico do edifício.

A contribuição pode ser estimada através do software SCE.ER fornecida pela Direção-Geral de Energia e geologia, e todos os resultados obtidos encontram-se no Anexo V. Para isso, optou-se por uma solução de 2 painéis solares, pois o regulamento impõe uma área mínima de 3.25 m². A opção recaiu sobre os painéis solares da Vulcano da Gama PremiumSun (FTK-2W), Figura 3.43, pois incorporam inovações de última geração que permitem atingir sempre o melhor rendimento e uma perda de carga reduzida em qualquer situação. Apresenta um acabamento altamente seletivo com absorvedor em PVD, circulação hidráulica de dupla serpentina, isolamento em lã mineral de 55 mm de espessura, vidro solar estruturado, caixa exterior de uma só peça, ligações metálicas flexíveis, fácil instalação, elevada durabilidade e ainda a possibilidade para uma montagem horizontal ou vertical. Cada painel apresenta dimensões de 2.170 x 1.175 m, área de cobertura de 2.55 m² de abertura total, com montagem fixa, orientação a 0° em azimute, inclinação de 35° e serão instalados na posição horizontal devido provocar um menor impacto na estética do edifício.

O sistema funciona em circulação forçada, ou seja, a radiação solar incide sobre a cobertura de vidro que compõe a parte superior do coletor solar, penetrando no interior do painel solar, o calor é transmitido para o fluido (Glycole + 25% de anticogelante) que circula pela tubagem, o fluido quente circula em circuito fechado e transfere o calor através das serpentinas do depósito para a água de consumo e por último o fluido é gerido pelo controlador diferencial e pelo grupo de circulação em função das temperaturas medidas.



Figura 3.43 – Coletores solares térmicos Vulcano da Gama PremiumSun (FTK-2W).

O armazenamento central, ou depósito de acumulação, é igualmente da Vulcano da Gama SK Solar (Figura 3.44) e permite obter o máximo aproveitamento da energia solar para o aquecimento de água, pois possui uma elevada relação altura/diâmetro, que favorece a estratificação, e uma grande superfície de permuta na serpentina solar. O seu isolamento de poliuretano evita ainda mais as perdas térmicas com o exterior. Este depósito de acumulação de dupla serpentina é concebido para prestar os melhores desempenhos em instalações de água sanitária e proporcionam um armazenamento de 364 litros.

A segurança é garantida através da instalação do grupo de segurança, válvula de segurança de 6 bar e válvula antirretorno, fornecida com os depósitos. E os Depósitos de dupla serpentina SK solar permitem fazer de maneira muito simples um tratamento térmico para proteção contra a bactéria *Legionella pneumophila*, através da elevação da temperatura. Estes depósitos cumprem com a norma de construção e funcionamento da União Europeia.



Figura 3.44 – Depósito Vulcano da Gama SK Solar.

Contudo, este sistema solar térmico necessita de um apoio que poderá ser de fonte elétrica ou a gás. O sistema será instalado dando prioridade ao Sol garantindo que toda a energia gratuita é aproveitada permitindo assim que a redução possa atingir uma percentagem satisfatória (considerando um ano de utilização) e que durante os meses de Verão a energia de apoio (gás ou eletricidade) não seja sequer consumida. Modo complementar / híbrido obriga à instalação de um módulo solar que, por meio de uma válvula redireciona a água para o equipamento alternativo ou diretamente para a canalização (mediante a temperatura que se registar no sistema solar). O sistema de apoio a aplicar contém uma montagem em série, que consiste em aquecer a água já quente que sai do depósito, demonstrado pela Figura 3.45 e 3.46, até à temperatura de consumo desejada (controlo “mudelante”), sendo esta a estratégia mais eficiente. O custo resultante desta interligação será meramente o consumo de energia alternativo quando utilizado bem como o custo do equipamento de apoio.

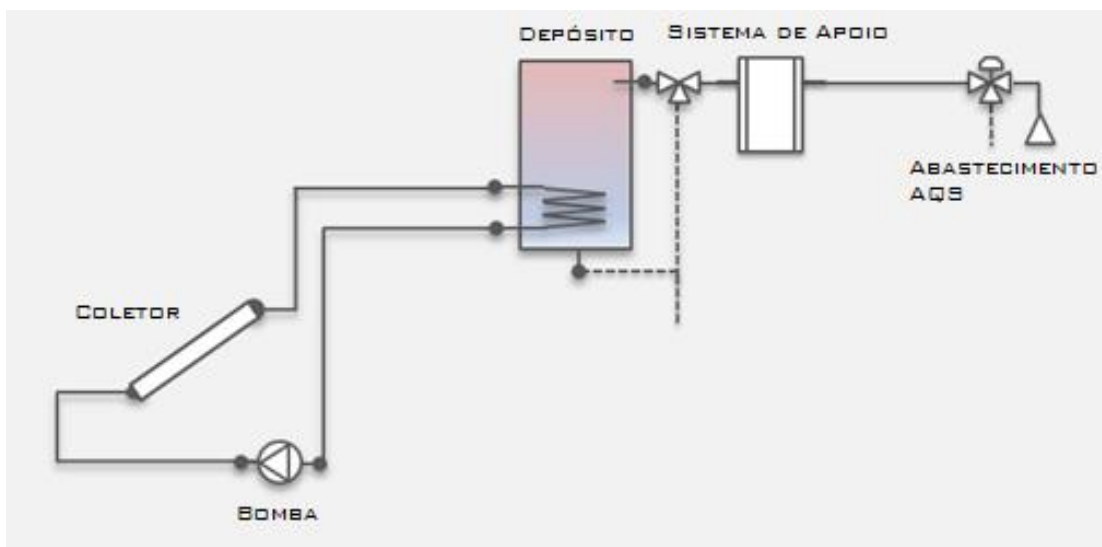


Figura 3.45 – Sistema solar térmico com sistema de apoio em série na preparação de AQS.

- 1 - Coletores
- 2 - Controlador
- 3 - Depósito
- 4 - Sistema de apoio
- 5 - Abastecimento AQS
- 6 – Entrada de água fria

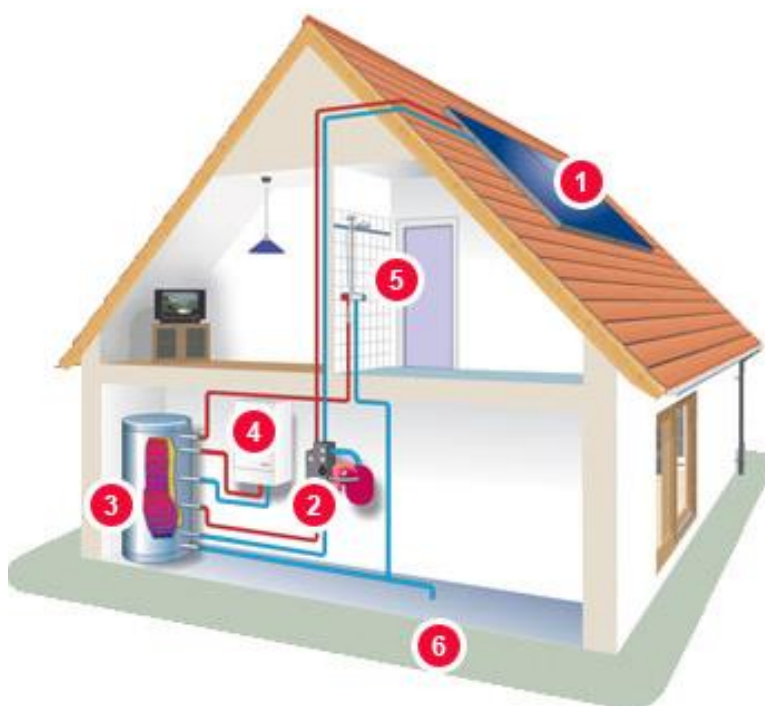


Figura 3.46 – Esquema tipo de um sistema solar térmico com apoio direto ao depósito.

Como podemos observar a partir da análise da Tabela 3.17 1, extraída do software SCE.ER, e do Gráfico 1, na estação de aquecimento, existe uma quebra de energia fornecida pelos painéis solares, o que já seria de esperar.

Tabela 3.17 – Balanço térmico do sistema solar térmico associado a um sistema de apoio de preparação de AQS.

	Necessidades (Consumo de energia útil) kWh	Energia de origem Solar (útil) kWh	Energia com origem no apoio (útil) kWh
Janeiro	290	158	132
Fevereiro	255	203	52
Março	269	236	33
Abril	248	226	21
Maio	239	234	5
Junho	215	215	0
Julho	212	212	
Agosto	216	216	
Setembro	222	219	3
Outubro	252	223	29
Novembro	265	176	89
Dezembro	286	131	154
Anual	2969	2451	518

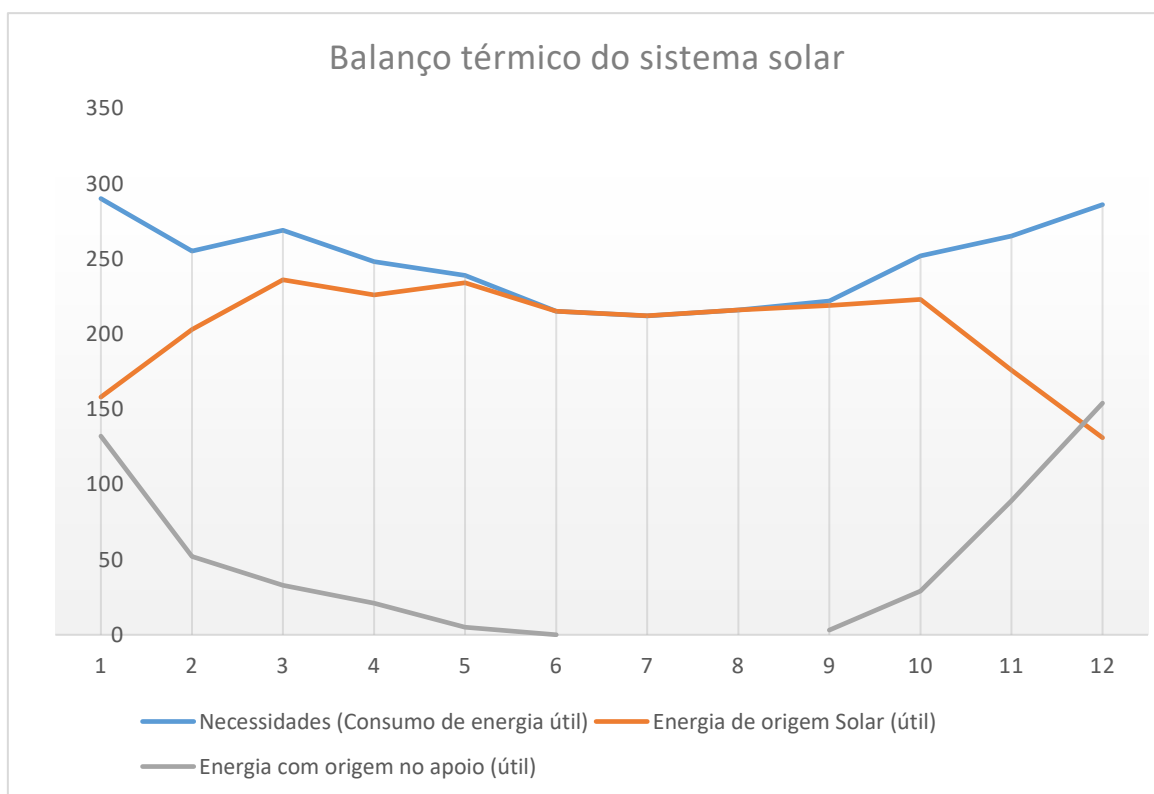


Gráfico 1 – Variação do balanço térmico do sistema solar.

Também podemos concluir que, durante todo o ano, os painéis solares térmicos não garantem por si só, a as necessidades de energia do edifício. Além disso, deduz-se que através da análise do funcionamento independente dos painéis solares, que durante todo o ano, este sistema não consegue garantir a produção de águas quentes sanitárias sem necessitar de um apoio.

Podia-se melhorar o seu desempenho, através do aumento de número de painéis solares, mas tal facto iria encarecer a solução, provocaria um excesso de energia no Verão. Além disso, iria provocar um aspeto demasiado severo na fachada principal do edifício, dado que esta esta orientada a Sul.

Para colmatar este facto, é necessário instalar um sistema de apoio, para que o conjunto a funcionar em pleno, consiga satisfazer as necessidades dos utilizadores.

O Esquentadores Sensor Green da Vulcano foi o sistema escolhido como apoio ao sistema solar térmico, Figura 3.47, este alia a sua potência de 27l/min à versatilidade do controlo de temperatura e economia no processo de utilização. Isto traduz-se numa maior eficiência na produção de água quente em grandes quantidades com recurso à inovadora Tecnologia de Condensação. O Esquentador Sensor Green é também um esquentador termostático, podendo selecionar a temperatura da água no aparelho ou através do controlo remoto.

O Esquentador Sensor Green é mais ecológico e versátil, tendo sido concebido para funcionar com água pré-aquecida proveniente de um sistema solar térmico. Se esta temperatura for superior à definida pelo utilizador, o esquentador não entra em funcionamento e no display digital aparece o símbolo de funcionamento em modo solar.

Evita-se assim a utilização excessiva de gás, reduzindo-se igualmente as emissões de dióxido de carbono para a atmosfera.



Figura 3.47 – Sistema solar térmico com sistema de apoio em série na preparação de AQS.

A Tabela 3.18 apresenta um resumo do desempenho do sistema, podendo ser consultado todo o relatório relativo ao desempenho do sistema solar térmico no Anexo V.

Tabela 3.18 – Desempenho global do sistema.

Desempenho global do sistema	
Fração Solar	83 % em termos de energia útil
Produtividade	505 kWh/m ² de coletor
i.e.	37 % da produtividade limite dos coletores, 1366 kWh/m ²
Rendimento – Definição Física	36 % em relação à energia solar no plano dos coletores
Rendimento – Definição Estatística	31 % em relação à energia solar na horizontal
Perdas Térmicas e Consumos Parasíticos	27 % de energia solar captada

3.5.3 Medida de melhoria 3 – Sistemas de climatização

Estes sistemas são conhecidos como sistemas de aquecimento e arrefecimento por fluido frigorígeno ou por ar-condicionado do tipo split e multi-split. O princípio de funcionamento destes sistemas resume-se a absorver energia de um local e libertá-la noutra; para isso, é necessário ligar uma unidade que se encontra no interior da habitação a uma unidade que se encontra no exterior através de tubos (geralmente de cobre) com isolamento térmico. No interior desses tubos, circula um fluido frigorígeno,

normalmente o refrigerante R-410A, tendo como função a absorção, transporte e libertação da energia de uma unidade para a outra. [10]

No mercado nacional, existem diferentes tipos de unidades interiores, tais como as unidades murais que podem ser instaladas na parede, acima da altura de uma pessoa, as unidades de chão que são instaladas no chão logo acima do rodapé, as unidades de conduta que são instaladas num teto falso, ficando apenas à vista as grelhas de aspiração e descarga de ar, e as unidades tipo cassette que permitem a aspiração e descarga em todos os sentidos, sendo instaladas também no teto falso. Comparando o custo de aquisição, Coeficiente de Performance (COP) e Índice de Eficiência (EER) de todos estes tipos de unidades interiores, pode-se verificar que as mais recomendadas para a nossa análise económica são as unidades murais. [10]

Os sistemas de climatização existentes no edifício necessitam de substituição, como tal a escolha dos novos equipamentos de aquecimento/arrefecimento recaiu sobre o ar condicionado LG P18EN, Figura 3.48. Este é constituído por uma unidade exterior e uma unidade interior, tendo sido especificamente concebido para equipar habitações domésticas, climatizando eficazmente divisões de médias dimensões, como quartos ou escritórios, até uma área coberta de 40 m². Graças ao compressor com tecnologia Inverter, este ar condicionado LG P18EN mantém um funcionamento extremamente eficiente e silencioso, com capacidade de arrefecimento (COP) de 5,00 kWh e capacidade de aquecimento (EER) de 5,80 kWh, inserindo-se nas respetivas classes de eficiência energética A++ (arrefecimento) e A+ (aquecimento).



Figura 3.48 – Unidades do sistema split, unidade interior do tipo mural, controlador e unidade externa split.

3.5.4 Verificação dos Requisitos Mínimos de Qualidade

A Portaria nº 349-B/2013, D.R. nº 232, Suplemento, Série I de 2013-11-29 define os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção. Os subcapítulos que se seguem apresentam uma verificação desses mesmo requisitos mediante a medida de melhoria implementada.

3.5.4.1 Envolvente

Os elementos e soluções construtivas de edifícios novos e sujeitos a intervenções, devem estar devidamente caracterizados em termos do seu comportamento térmico ou das características técnicas que possam determinar ou afetar esse comportamento. A envolvente opaca exterior do edifício em estudo, depois de reabilitada, deverá apresentar um coeficiente de transmissão térmica não superior ao imposto pelo regulamento (U_{\max}). Esta verificação está retratada na Tabela 3.19 indicando o coeficiente de transmissão térmica antes e depois do processo de reabilitação. [14]

Tabela 3.19 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca.

Requisito		Antes da reabilitação	Depois da reabilitação
Envolvente exterior	Zona Climática	U_{\max} [W/(m ² . °C)]	U_{\max} [W/(m ² . °C)]
	I2	0,40	1,02

A cobertura interior em desvão não útil, assim como a envolvente exterior, foi alvo de reabilitação, e como tal o objetivo passa pela redução do seu coeficiente de transmissão térmica. O regulamento mais uma vez impõe requisitos mínimos de qualidade aos quais o elemento intervencionado terá de cumprir. A Tabela 3.20 apresenta assim essa verificação, comparando os coeficientes existentes antes e depois da reabilitação.

Tabela 3.20 – Coeficientes de transmissão térmica máximo admissível para a envolvente opaca vertical.

Requisito			Antes da reabilitação	Depois da reabilitação
			$U_{\text{acendente}}$	$U_{\text{acendente}}$
Cobertura Interior	Zona Climática	U_{\max} [W/(m ² . °C)]	U [W/(m ² . °C)]	U [W/(m ² . °C)]
	I2	0,35	2.25	1.94

3.5.4.2 Sistemas de preparação AQS

3.5.4.2.1 Coletor Solar Térmico

Para a verificação dos requisitos mínimos da qualidade relativamente aos sistemas de produção AQS, os sistemas para aproveitamento de fontes de energia renováveis instalados ($E_{ren\ 1}$), coletores solares térmicos, têm de proporcionar uma energia renovável igual ou superior à calculada para o sistema baseado em coletores solares padrão ($E_{ren\ (padr\tilde{a}o)}$). [13] Ou seja:

$$E_{ren\ (padr\tilde{a}o)} < E_{ren\ 1} \text{ [kWh]} \quad (3.16)$$

$$\Leftrightarrow E_{ren\ (padr\tilde{a}o)} = 1870 \text{ kWh (63 \%)} < E_{ren\ 1} = 2451 \text{ kWh (83\%)} \rightarrow \text{Verifica!}$$

3.5.4.2.2 Esquentador

O esquentador a combustível gasoso (gás natural) deve obedecer aos requisitos mínimos de eficiência indicado pela Tabela 3.21, sendo que o seu rendimento deve ser superior ao disposto pelo regulamento. [13]

Tabela 3.21 – Rendimento nominal de esquentadores.

	Requisitos Regulamentares		Sistema Instalado	
	Potência (kW)	Rendimento	Potência (kW)	Rendimento
Esquentador	≤ 10 kW	$\geq 0,82$	47 Kw	0.97
	> 10 kW	$\geq 0,84$		

3.5.4.3 Sistemas de climatização

Os sistemas técnicos de climatização instalados devem obedecer aos requisitos de eficiência designados na Tabela 3.22, em função da sua classificação Eurovent. [13]

Tabela 3.22 – Requisitos mínimos de eficiência das unidades de produção térmica.

Equipamento	Classe de eficiência mínima após...	Classe eficiência do sistema instalado
	31 dez 2015	
Split 1	B	A ⁺
Split 2	B	A ⁺

3.5.5 Análise de resultados

Através das folhas de cálculo disponibilizadas pelo Instituto de Investigação e Desenvolvimento Tecnológico em Ciências da Construção, foi possível calcular o desempenho energético do edifício antes e depois da reabilitação, contabilizando todas as medidas de melhoria referidas ao longo deste capítulo. Estes balanços encontram-se disponíveis com mais pormenorização no Anexo II e IV.

Como podemos observar pelo Gráfico 2 o desempenho energético do edifício apresenta alguns incumprimentos no que respeita às exigências das Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para aquecimento e as Necessidades Nominais Anuais de Energia Primária.

Ao compararmos as Necessidades nominais de Energia Útil de aquecimento e de arrefecimento com as Necessidades Máximas Regulamentares, verifica-se que o valor de N_{ic} excede cerca de 128 % do valor limite regulamentar, o que por si só, faz com que não seja verificado o REH. [13] Consequentemente, as Necessidades Nominais Globais de Energia Primária ultrapassam as Necessidades Máximas Regulamentares para Energia Primária em cerca de 60 %. Por último o valor N_{vc} do edifício representa cerca de 76 % das Necessidades Máximas Regulamentares verificando assim o valor limite regulamentar.

Nestas condições e com os valores das Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária o edifício apresenta uma classificação energética de **Classe D**, assumindo um valor de $\frac{N_{tc}}{N_t} = 1,61$.

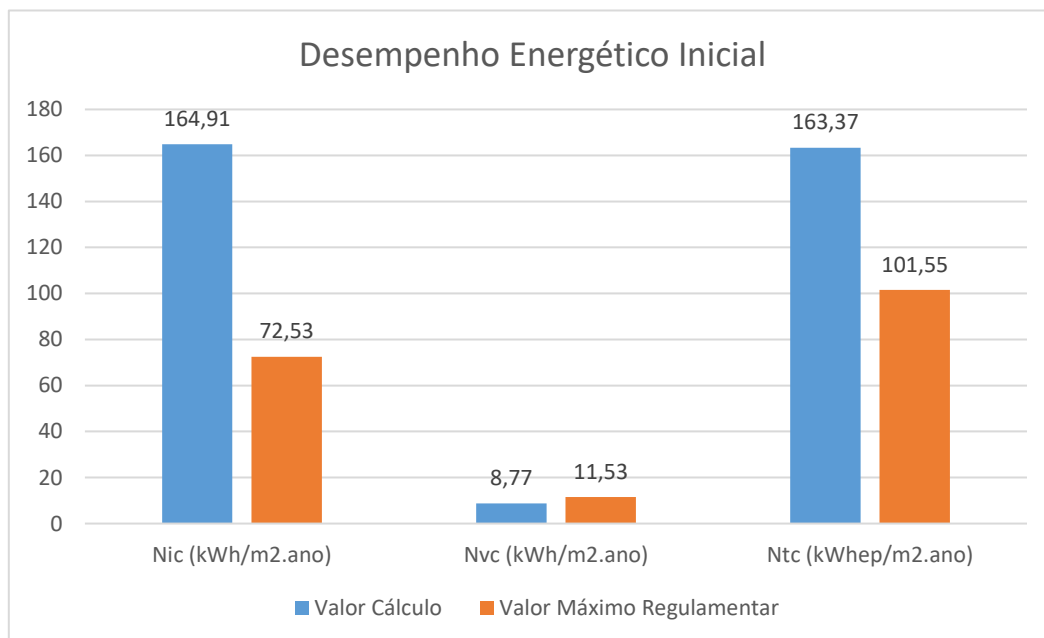


Gráfico 2 – Desempenho energético do edifício nas condições iniciais.

Reabilitados assim os elementos anteriormente mencionados, o edifício toma agora valores para as Necessidades Energéticas mais satisfatórios como indica o Gráfico 3. No que diz respeito as Necessidades

Nominais anuais de energia útil para aquecimento, apesar de ainda não conseguirmos cumprir as Necessidades Máximas Regulamentares, possibilitamos uma redução na necessidade de energia necessária em cerca de 63 %, ficando agora a exceder os valores máximos “apenas” em 164 %. Estes valores poderiam ser reduzidos, por forma a verificar o REH [13], caso se opta-se por isolar as paredes de alvenaria de pedra pelo interior, pelo que, retirava ao proprietário todo o interesse estético interior na zona dessa envolvente.

As Necessidades Nominais Anuais de Energia Útil para arrefecimento passa agora a cumprir as Necessidades Máximas Regulamentares apontando um valor de 39 % dos valores máximos, reduzindo assim cerca de 37 % comparado as condições iniciais do edifício.

Por fim verificou-se uma melhoria significativa nas Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária, que passou a representar 41 % das Necessidades Máximas Regulamentares

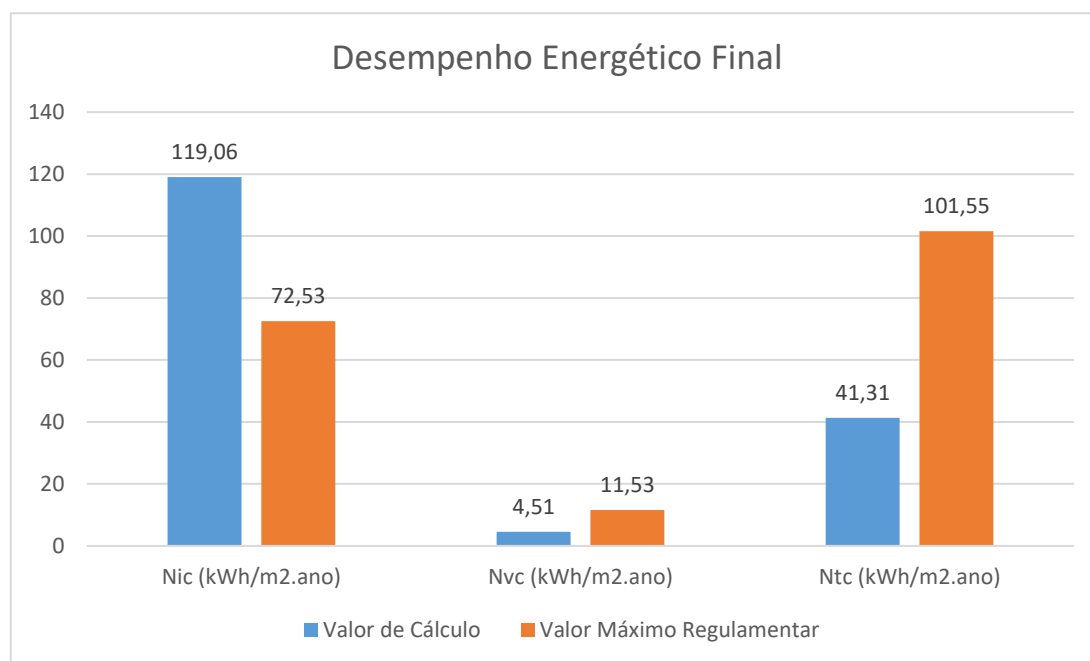


Gráfico 3 – Desempenho energético do edifício depois da reabilitação.

Nestas condições e com os valores das Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária o edifício apresenta uma classificação energética de **Classe A**, assumindo um valor de $\frac{N_{tc}}{N_t} = 0,41$.

Esta avaliação e o alcance destes resultados leva-nos a depreender que o edifício na estação de arrefecimento obteve melhorias significativas relativamente ao seu desempenho térmico, deixando de necessitar da quantidade energia para aquecimento quanto necessitava antes da reabilitação.

Pode dizer-se ainda que a substituição dos sistemas técnicos (aquecimento, arrefecimento e produção de AQS) de elevada eficiência interferiu de modo decisivo no cálculo relativo às Necessidades Nominais Anuais Globais de Energia Primária e Necessidades Máximas Regulamentares, por forma a uma melhorar a classificação energética do edifício.

A partir desta análise, pode concluir-se que a intervenção proposta neste edifício, conduz a um edifício com um melhor desempenho térmico, melhor índice de conforto aos ocupantes e um edifício mais eficiente.

Podemos tomar como exemplo a preparação de águas quentes sanitárias, onde 83 % da energia necessária para a sua produção, provém de energias renováveis. Além disso, é possível verificar também que este edifício, ao fim de um ano de utilização e garantindo um conforto mínimo, faz uma emissão de apenas 0,62 tonelada de CO₂.

Este facto, como referido, seria esperado face às crescentes exigências regulamentares que se têm vindo a verificar ao longo dos anos. A utilização de elevadas espessuras de isolamento térmico na envolvente opaca exterior e mais uma vez a elevada eficiência dos sistemas técnicos escolhidos, são por exemplo as medidas que tornam este edifício com uma excelente classe energética

3.5.6 Orçamento

Com base nos procedimentos de reabilitação apresentados neste capítulo, é indicado agora o cálculo do custo de reabilitação do edifício, que tem como objetivo neste projeto demonstra que esta reabilitação se enquadra, ou não, dentro do estabelecido pelo regulamento, numa obra de grande intervenção.

Segundo Decreto-Lei n.º 118/2013, 2º artigo, alínea gg), uma grande intervenção é:

«Grande intervenção», a intervenção em edifício que não resulte na edificação de novos corpos e em que se verifique que: (i) o custo da obra relacionada com a envolvente ou com os sistemas técnicos preexistentes seja superior a 25% do valor da totalidade do edifício, compreendido, quando haja frações, como o conjunto destas, com exclusão do valor do terreno em que este está implantado; ou (ii) tratando-se de ampliação, o custo da parte ampliada exceda em 25% o valor do edifício existente (da área interior útil de pavimento, no caso de edifícios de comércio e serviços) respeitante à totalidade do edifício, devendo ser considerado, para determinação do valor do edifício, o preço da construção da habitação por metro quadrado fixado anualmente, para as diferentes zonas do País, pela portaria a que se refere o artigo 4.º do Decreto-Lei n.º 329 -A/2000, de 22 de dezembro».

O Decreto-Lei nº 329-A/2000 estabelece que o preço da construção da habitação por metro quadrado é de 700 €. Assim sendo o valor total do edifício está indicado na expressão 3.17.

$$\text{Valor}_{\text{Edifício}} = 700 \times 110,70 \text{ m}^2 = 77\,490 \text{ €} \quad (3.17)$$

O valor total da reabilitação do edifício é indicado a seguir, encontrando-se disponível todo o orçamento detalhado para consulta no Anexo VI .

$$\text{Custo}_{\text{Reabilitação}} = 15\,704,05 \text{ €} \quad (3.18)$$

Conclui-se assim que as reabilitações, a nível da envolvente e dos sistemas técnicos, perante o Decreto-Lei n.º 118/2013, não enquadram o edifício como sendo um edifício sujeito a uma grande intervenção, representando assim apenas 20,3 % do custo total do edifício.

CAPÍTULO 4

CONCLUSÃO

O atual cenário do património edificado português convida à realização de obras de reabilitação. Por outro lado, o crescente consumo energético necessário para garantir o conforto no interior dos edifícios é preocupante, dado o peso significativo que este consumo pode representar na totalidade dos consumos de energia, sobretudo em certas zonas do país de clima mais rigoroso, sendo-lhes atribuída uma cota-parte de responsabilidade na emissão de gases com efeito de estufa que têm originado nos últimos anos alterações climáticas evidentes.

Para combater estes consumos excessivos nos edifícios, os governos da comunidade europeia, incluindo o português, reforçaram as exigências regulamentares ao nível da térmica de edifícios e estenderam estas exigências aos edifícios existentes, de modo que estas fossem incorporadas aquando das obras de reabilitação dos mesmos.

Atendendo ao estado de conservação de uma boa parte do património português que necessita de obras de conservação e às obrigações regulamentares no âmbito da térmica, estão criadas as condições para a realização de obras de reabilitação térmica e energética de edifícios.

Como base deste projeto, foi considerado um edifício existente, na cidade de Amarante, a necessitar de reabilitação da envolvente exterior e de reabilitação dos seus sistemas técnicos. Para este edifício, foi efetuado um levantamento do existente através da identificação dos elementos construtivos da envolvente exterior e interior e dos equipamentos existentes.

Desempenhando estes elementos construtivos um papel importante no contexto energético dos edifícios, fez-se um levantamento das soluções correntes que permitissem a reabilitação térmica. Para a envolvente exterior utilizou-se um isolamento com espessura de 8 cm, medida de reabilitação que já estava definida pelo proprietário, à qual não se procedeu ao cálculo da espessura mínima necessária em função do máximo coeficiente de transmissão térmica admissível. Contudo a espessura de isolamento aplicada acabou por verificar os valores máximos exigidos pelo regulamento.

Na cobertura do edifício, considerada como envolvente interior com requisitos de exterior, foi aplicado isolamento sobre a laje de esteira, reabilitação esta que permitiu uma diminuição acentuada no

coeficiente de transmissão térmica. A espessura das placas de isolamento foi determinada de acordo as exigências regulamentares em vigor relativas aos coeficientes de transmissão térmica máximos.

As medidas de reabilitação escolhidas para o edifício em estudo, provocaram uma melhoria do seu desempenho energético, assim com um melhor conforto térmico dos seus utilizadores podendo apresentar ainda uma poupança na fatura energética dos mesmos. Além disso, foi demonstrado que as atuais exigências regulamentares e os níveis de qualidade da envolvente opaca, levam à utilização de grandes espessuras no isolamento térmico, aumentando os custos de intervenção. No entanto, com as instalações de sistemas de painéis solares térmicos para produção de AQS veio permitir que o edifício ficassem melhor classificadas energeticamente e por sua vez, mais independentes do consumo de energia, indo ao encontro de uma fração mais sustentável e eficiente pretendido pelo REH.

Sendo um dos objetivos finais a melhoria das condições térmicas no interior do edifício em estudo, com este trabalho, facilmente poderemos concluir que o comportamento térmico do edifício foi melhorado, aumentando assim a possibilidade de obter conforto térmico interior sem um consumo excessivo de energia.

Para concluir, existem edifícios de habitação para os quais a reabilitação energética poderá compensar mais que para outros. É então necessário avaliar todos os caminhos energéticos de uma habitação e ver aquelas que precisam mais de intervenção, tendo em conta os prós e contras de cada uma delas, pois como já foi referido cada caso é um caso. Contudo uma melhoria energética é sempre boa, por mais pequeno que seja o ganho de energia, é sempre recompensador tendo consciência que uma não mudança da classe energética não implica que a habitação não seja eficiente com a solução proposta.

Por fim, não havendo uma solução “cirúrgica” de reabilitação que vá ao encontro de melhorar a eficiência energética de uma habitação, penso que a melhor solução é aquela que torne a habitação mais eficiente, mais sustentável, mais confortável e mais económica, dotando a fração, moradia ou edifício de habitação com uma autonomia respeitante à energia primária e claro mais atrativa de acordo com as elevadas exigências dos utilizadores.

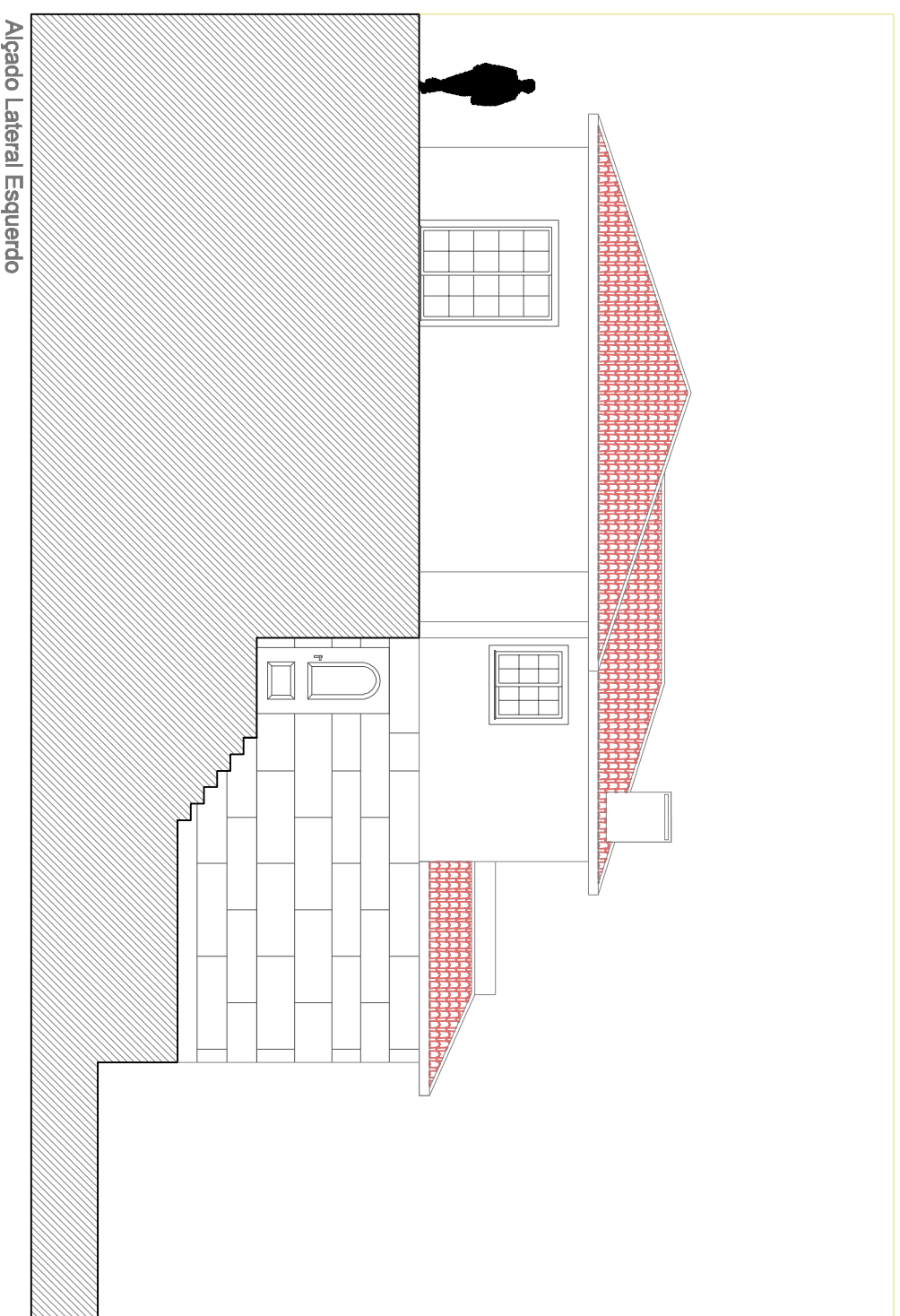
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Decreto-Lei nº 80/2006. D.R.I Série-A.67 (2006/04/04)2468-2513.
- [2] DESENVOLVIMENTO, Instituto de Investigação e. DL118/2013 de 20 de agosto, REH, Síntese da regulamentação aplicável. UC, Coimbra.
- [3] Despacho nº 15793-E/2013. Diário da República, 2ªSérie - n.º 234 - 3 de dezembro de 2013, Lisboa.
- [4] DGGE. Reabilitação energética da envolvente de edifícios residenciais. Lisboa, 2004.
- [5] DOS SANTOS, Carlos A.pina; RODRIGUES, Rodrigo. Coeficientes de transmissão térmica de elementos opacos da envolvente dos edifícios. LNEC. 2017. Lisboa
- [6] DIRECTIVA 2002/91/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de Dezembro de 2002 relativa ao desempenho energético dos edifícios, *Jornal Oficial das Comunidades Europeias*, 4 de janeiro 2003, pp.65-71, Bruxelas.
- [7] <http://www.adene.pt/sce/textofaqs/certificacao-de-edificios>
- [8] JARDIM, Fátima Maria Gomes. Proposta de intervenção de reabilitação energética de edifícios de habitação. Dissertação de Mestrado. UM, 2009.
- [9] LNEC. Coeficientes de transmissão térmica de elementos da envolvente dos edifícios. Lisboa, 2006.
- [10] MARQUES, António Sérgio da Silva. Análise económica dos sistemas de climatização e preparação de AQS utilizados nos edifícios residenciais. Dissertação de Mestrado, FCTUC, 2010.
- [11] Miguel, João - Certificação térmica de edifícios existentes, Estudo técnico-económico da reabilitação energética de coberturas, Porto, 2009.
- [12] Pinto, A. Aplicação LNEC para a ventilação no âmbito do REH e RECS. Lisboa, LNEC, 2014.
- [13] Portaria n.º 349-B/2013. Diário da República, 1º Série - nº 232 - 29 de novembro de 2013, Lisboa.
- [14] Portaria nº 17-A/2016, Diário da República, 1.a série, nº 24, 4 de fevereiro de 2016.
- [15] RODRIGUES, António Moret ; PIEDADE, António Canha da ; BRAGA, Ana Marta - Térmica de edifícios. 1a ed. Amadora: Edição

- [16] Rodrigues, M. Parente. Evolução da regulamentação térmica de edifícios estudo comparativo. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FEUP, 2014.
- [17] SANTOS, Ana Cláudia Pinto. Reabilitação térmica de coberturas de edifícios antigos. Dissertação de Mestrado, FEUP, 2009.
- [18] SILVA, João Carlos Martins. Reabilitação térmica de edifícios residências: propostas de intervenção. Dissertação de Mestrado, ISEL, 2012.
- [19] Borges, P. Miguel Ramos. Certificação energética de edifícios existentes estudo sobre a melhoria do desempenho térmico das paredes exteriores e respectiva análise técnico-económica. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, FEUP, 2009

ANEXO I – PLANTAS DO EDIFÍCIO

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



TÍTULO:

Alçado Lateral Esquerdo

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO:

Projeto de Reabilitação

ESCALA:

1:100

FOLHA:

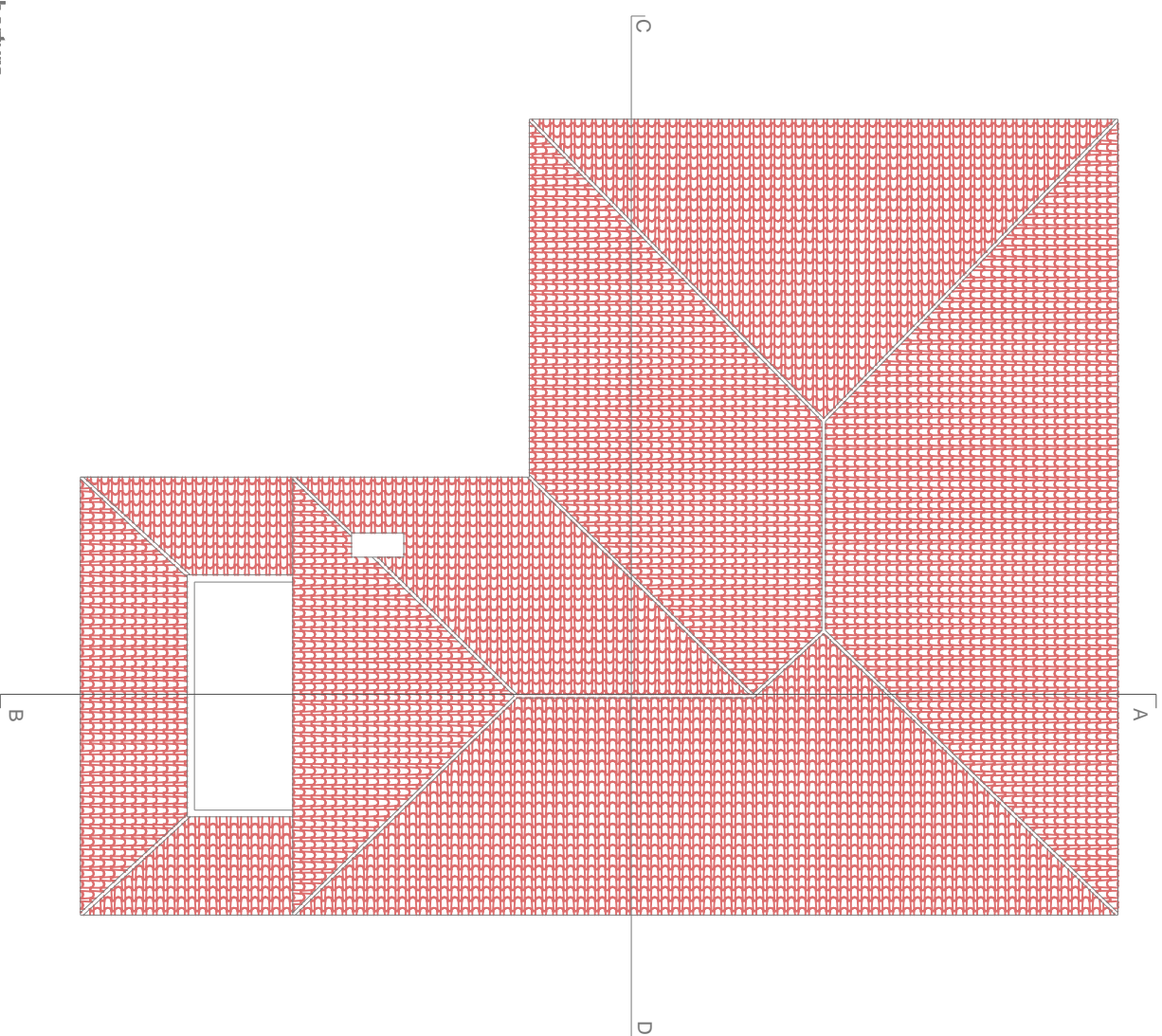
01

CLIENTE:

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DATA:

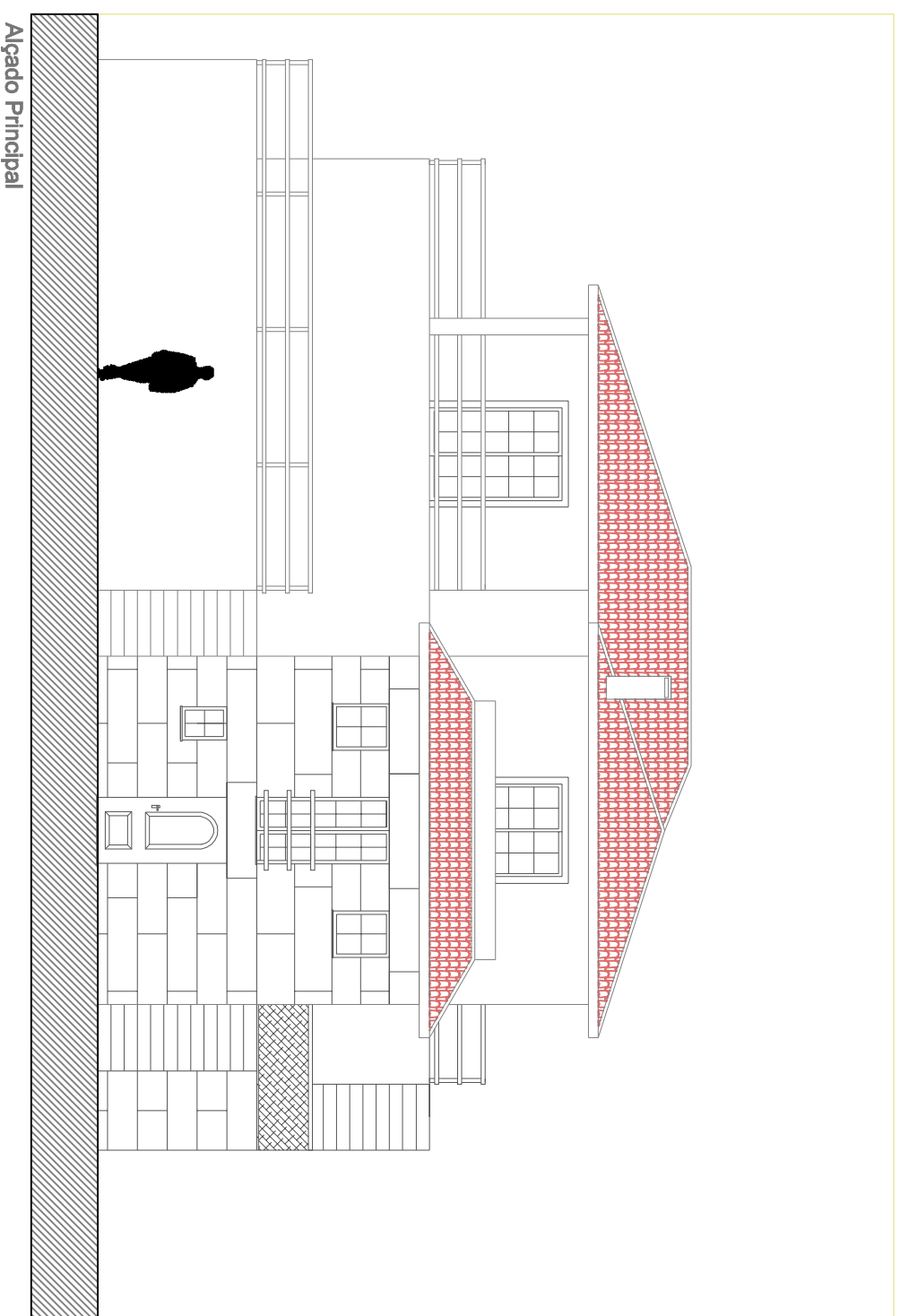
1/11/2017



Planta de Cobertura

TÍTULO:	Planta de Cobertura	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Nuno Manuel Pinto Teixeira
ASSUNTO:	Projeto de Reabilitação	ESCALA:	1:100
CLIENTE:	Instituto Superior de Engenharia do Porto	FOLHA:	10
		DATA:	1/11/2017

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



TÍTULO: **Alçado Principal**

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO: **Projeto de Reabilitação**

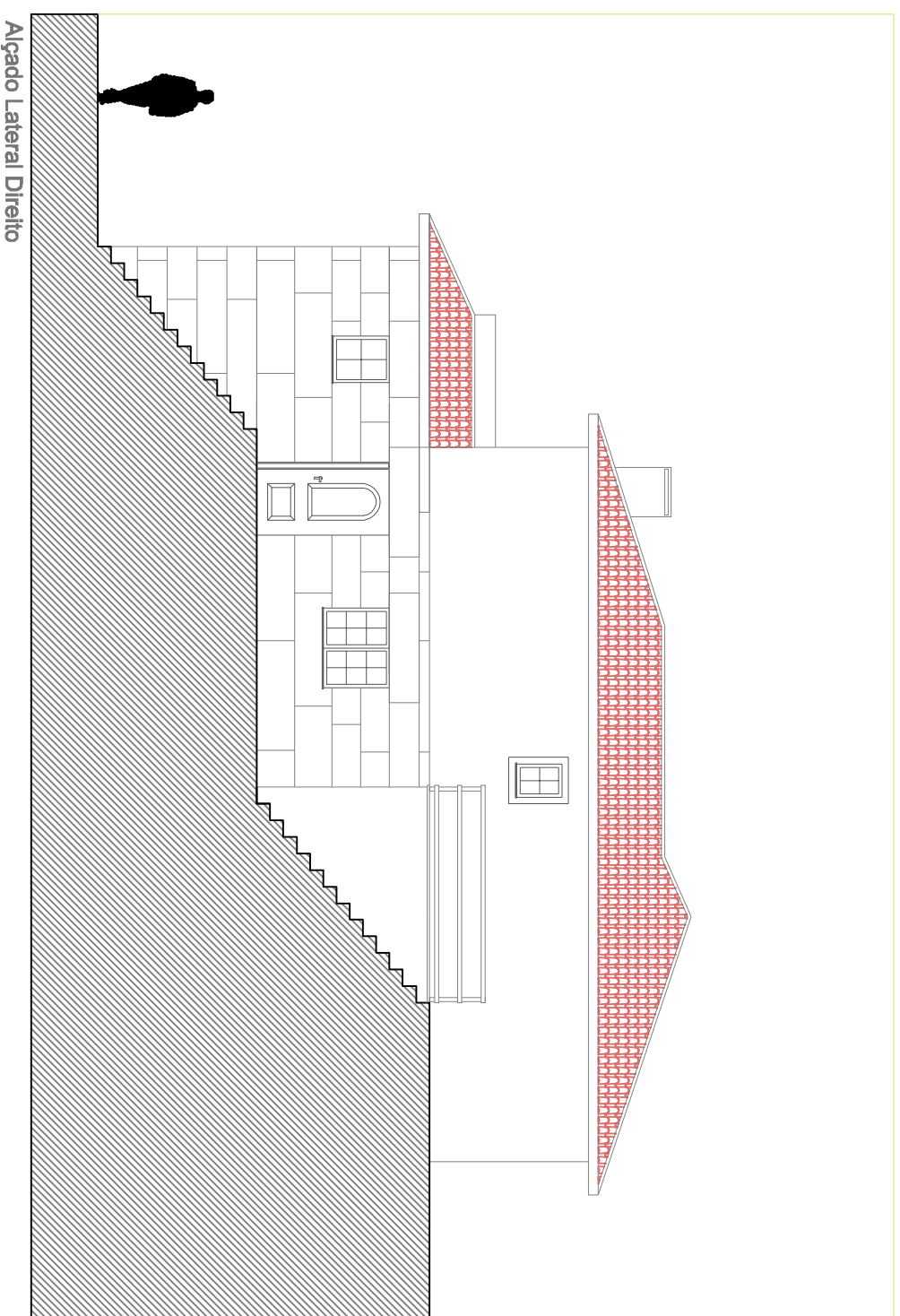
ESCALA: **1:100**

FOLHA: **02**

CLIENTE: **Instituto Superior de Engenharia do Porto**

DATA: **1/11/2017**

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



TÍTULO:

Alçado Lateral Direito

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO:

Projeto de Reabilitação

ESCALA:

1:100

FOLHA:

03

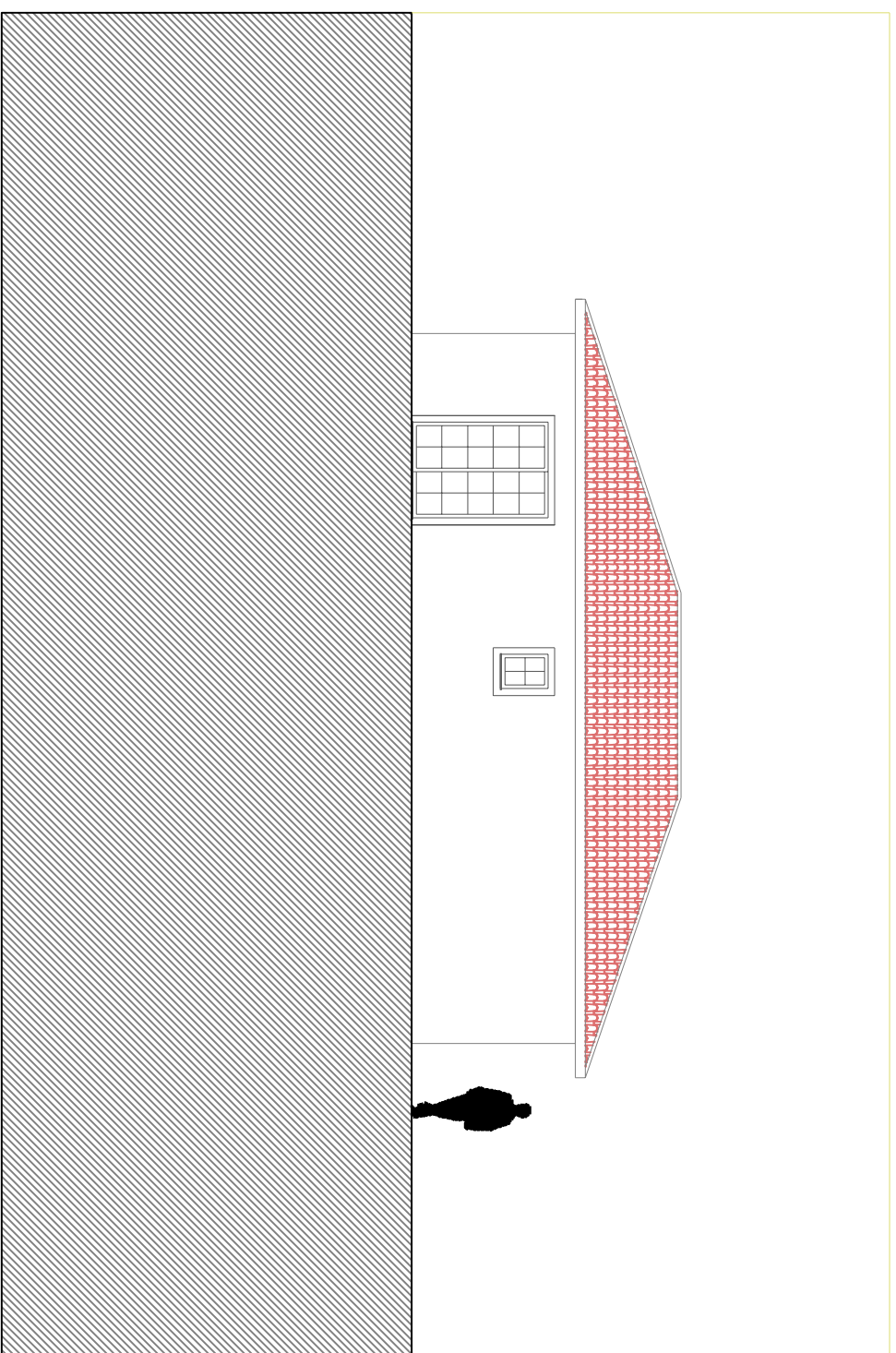
CLIENTE:

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DATA:

1/11/2017

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



Alçado Posterior

TÍTULO:

Alçado Posterior

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO:

Projeto de Reabilitação

ESCALA:

1:100

FOLHA:

04

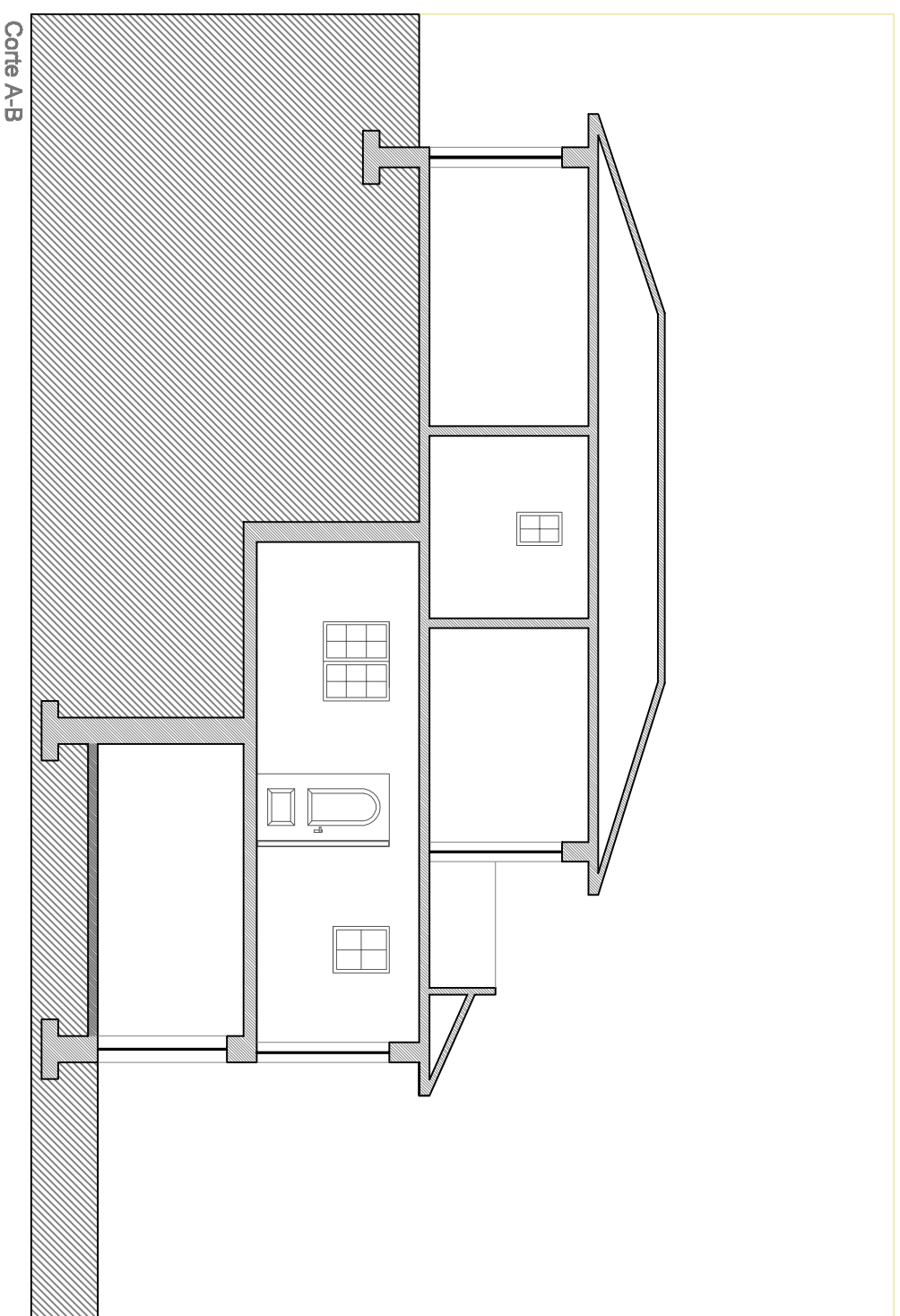
CLIENTE:

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DATA:

1/11/2017

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



Corte A-B

TÍTULO:

Corte A-B

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO:

Projeto de Reabilitação

ESCALA:

1:100

FOLHA:

05

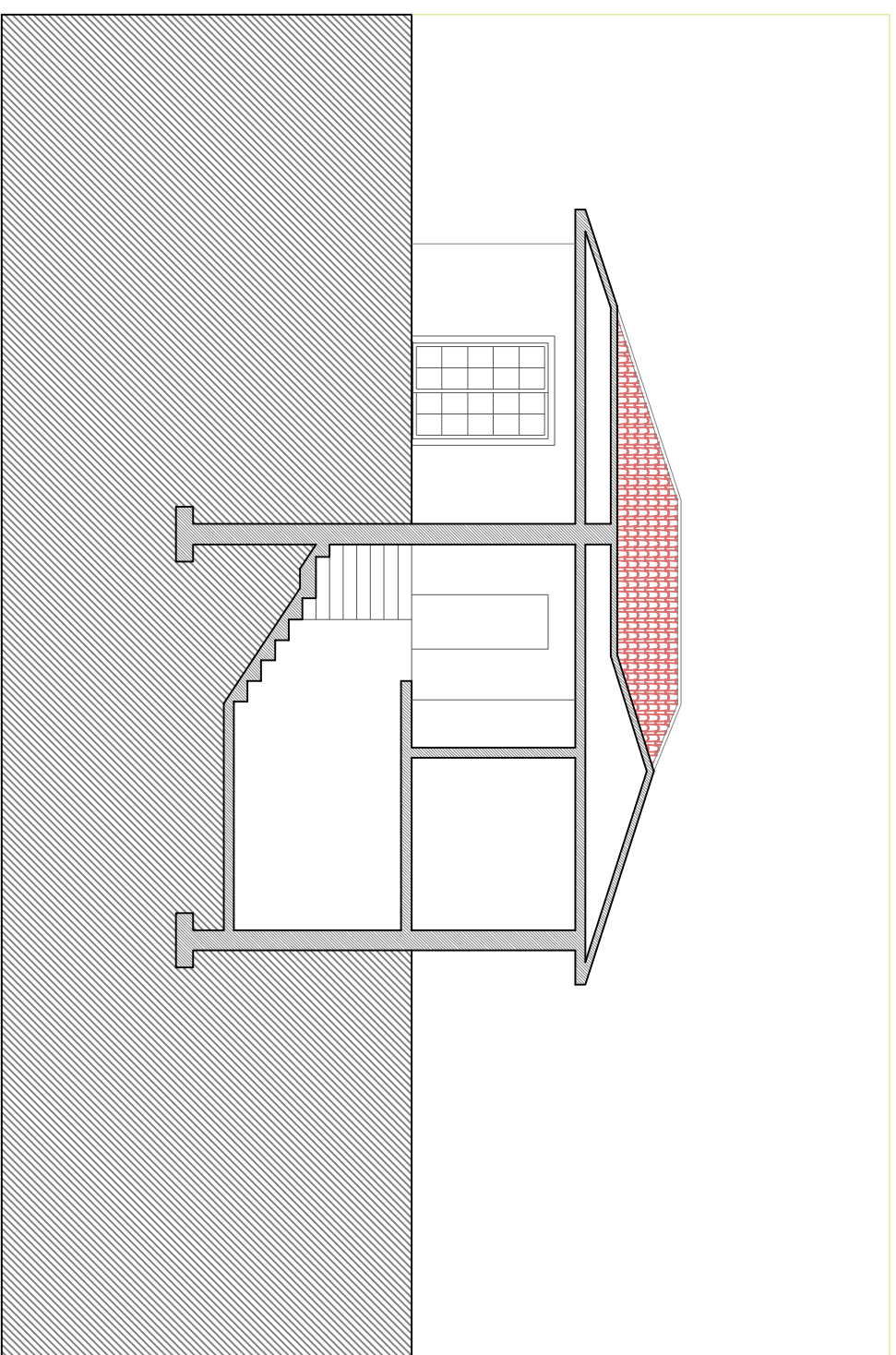
CLIENTE:

Instituto Superior de Engenharia do Porto

DATA:

1/11/2017

13.00
12.00
11.00
10.00
9.00
8.00
7.00
6.00
5.00
4.00
3.00
2.00
1.00
0.00



Corte C-D

TÍTULO:

Corte C-D

RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nuno Manuel Pinto Teixeira

ASSUNTO:

Projeto de Reabilitação

ESCALA:

1:100

FOLHA:

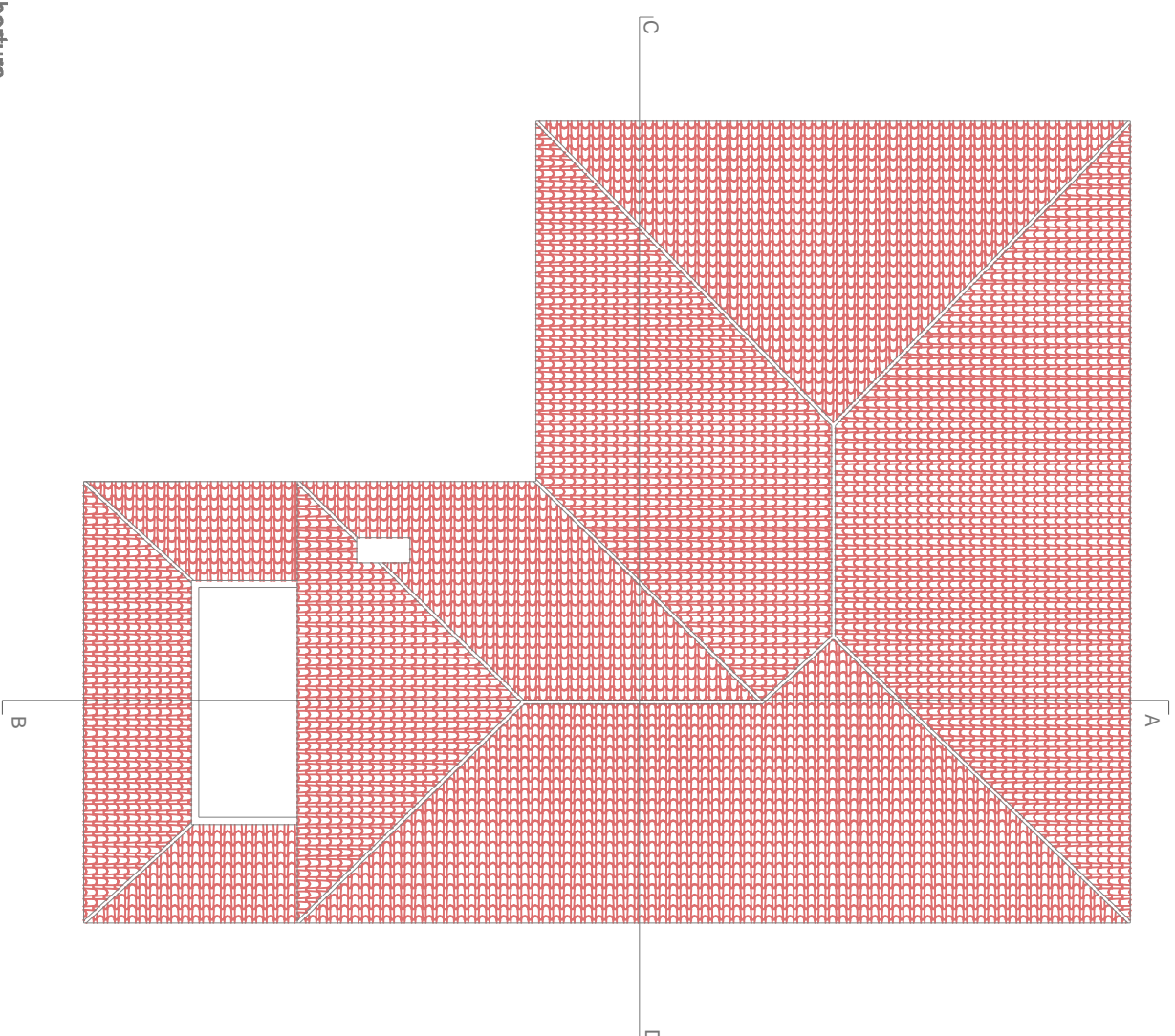
06

CLIENTE:

Instituto Superior de Engenharia do Porto

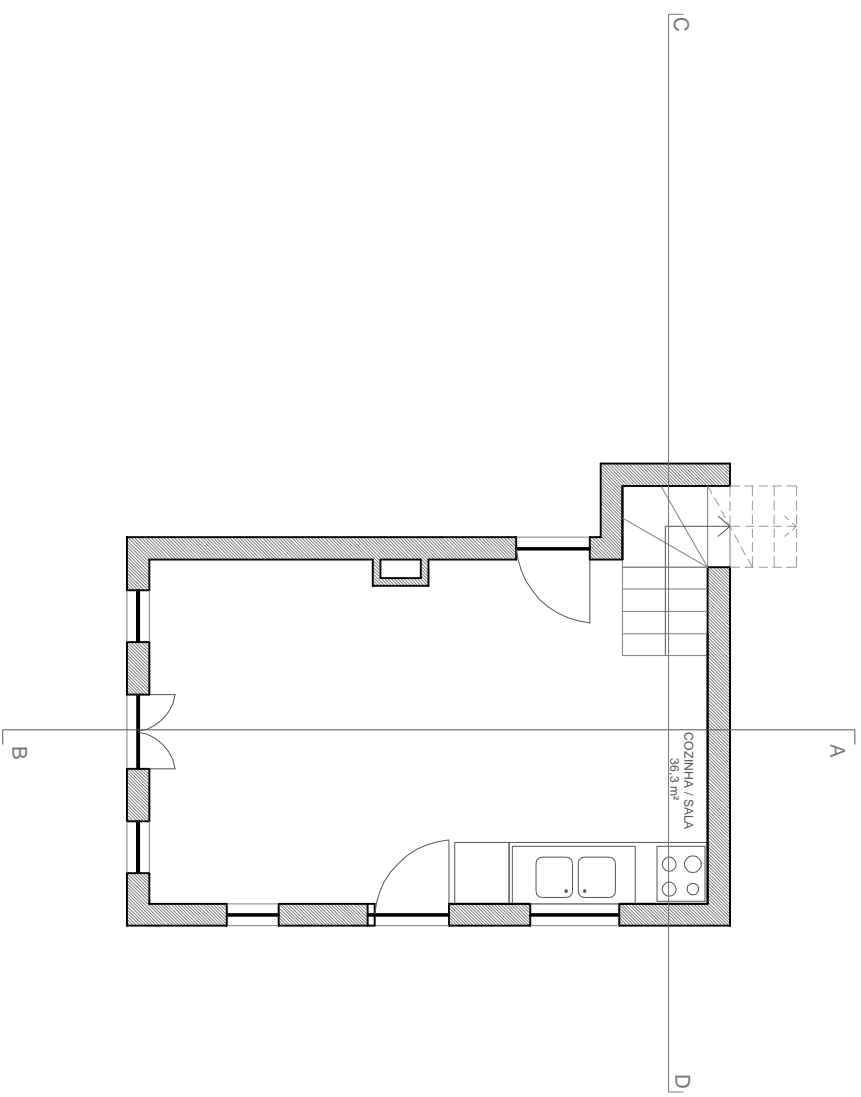
DATA:

1/11/2017

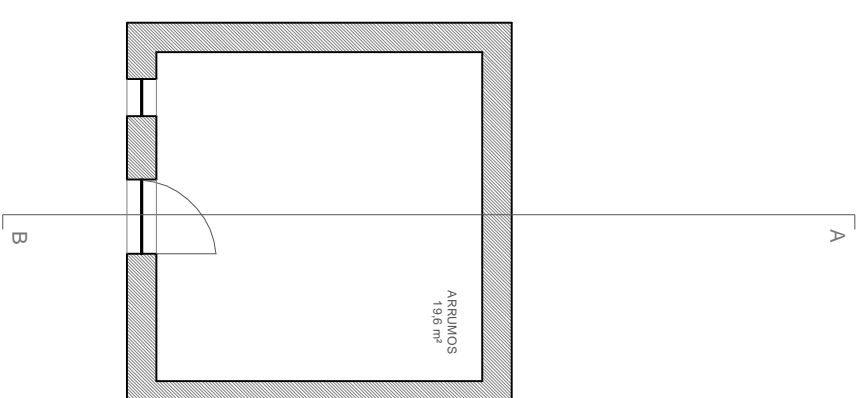


Planta de Cobertura

TÍTULO:	Planta da Cobertura	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Nuno Manuel Pinto Teixeira
ASSUNTO:	Projeto de Reabilitação	ESCALA:	1:100
CLIENTE:	Instituto Superior de Engenharia do Porto	FOLHA:	07
		DATA:	1/11/2017

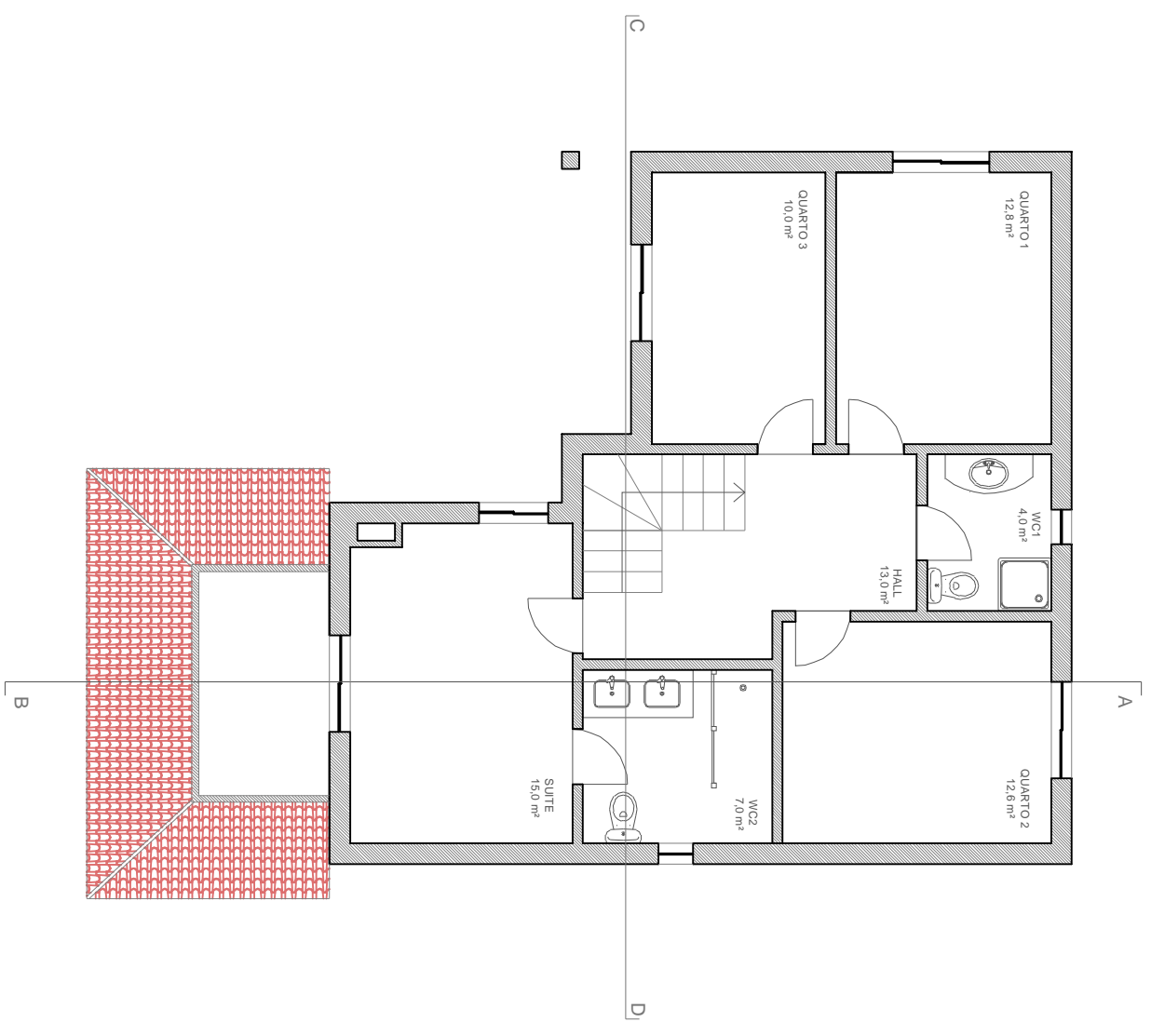


Planta do 1º Piso



Planta do Piso Térreo

TÍTULO:	Plantas do Piso Térreo e 1º Piso	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Nuno Manuel Pinto Teixeira
ASSUNTO:	Projeto de Reabilitação	ESCALA:	1:100
CLIENTE:	Instituto Superior de Engenharia do Porto	FOLHA:	8
		DATA:	1/11/2017



Planta do 2º Piso

TÍTULO:	Planta 2º Piso	RESPONSÁVEL TÉCNICO:	Nuno Manuel Pinto Teixeira
ASSUNTO:	Projeto de Reabilitação	ESCALA:	1:100
CLIENTE:	Instituto Superior de Engenharia do Porto	FOLHA:	9
		DATA:	1/11/2017

ANEXO II – FOLHA DE CÁLCULO REH ITECONS - EXISTENTE

Versão V3.05 de 19 de maio de 2017

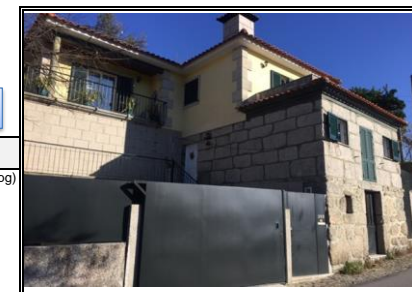
Identificação Geográfica

Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)			
Código Postal	4600	612	Concelho Amarante
Artéria	Rua do Mosteiro		
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	322	Alojamento	

Inserir fotografia

casa.jpg
(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)



Coordenadas GPS

Latitude	41.1745	Longitude	8.0641
----------	---------	-----------	--------

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	Certificado	Contexto de Certificado	Grande Intervenção
Definição do Enquadramento	Licença de Utilização		

Identificação do Imóvel

Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Privado
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			

Identificação Registral

Conservatória Omissa?
Identificação Fiscal

 Freguesia **UNIÃO DAS FREGUESIAS DE FREIXO DE CIMA E DE BAIXO** Cód. de Freguesia 130145

 Nº Artigo Matricial Fração
Identificação Municipal

 Aplicável Nº do Processo Municipal?
 Nº do Processo Municipal Data de registo

 Aplicável Nº de Alvará / Autorização de Construção
 Nº de Alvará / Autorização de Construção Data de Alvará / Autorização de Construção?
Proprietário/Promotor

 Nome Estrangeiro?

 Artéria

 Código Postal

 Aplicável nº de Porta? Nº de Porta
 Aplicável Alojamento? Alojamento NIF

 Telefone 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 **Ordem dos Engenheiros** Nº de Membro

 Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto
Técnico responsável pela Obra

Nome do Técnico Nuno Manuel Pinto Teixeira

Ordem Profissional Ordem dos Engenheiros Nº de Membro

Empresa ao serviço da qual interveio nesta obra

Visita

Data da Visita Hora Início Hora Fim

O Perito Qualificado foi acompanhado na visita para efeitos de verificação da qualidade do processo do SCE.

Declaração relativa ao processo de certificação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1MB, formato PDF (segundo o modelo aprovado pela ADENE)

Certificado anterior

Código do CE anterior

Características do Imóvel

Localização geográfica do edifício

Altitude (m) 236 Introduza valor para altitude entre 50 e 1344 m

Distância à costa Superior a 5km Edifício situado na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural

Características do Edifício

Ano de construção conhecido? Ano de construção

Período de Construção entre 1971 e 1980

Tipo de utilização Habitação Nº total de pisos que constitui o edifício 3

Possui elevador?

Características da Fração

Área útil de pavimento (m²) 110,70

Pé-direito médio ponderado (m) 2,42

ROADMAP 2016

Tipologia T4

Tipologia fiscal T4

Inércia Térmica Forte

Nº de pisos da fração 3

Descrição sucinta	Caract. restantes
	2000

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)
Sala/Cozinha	36,30	2,45	32,8	88,94
Quarto 1	12,80	2,40	11,6	30,72
Quarto 2	12,60	2,40	11,4	30,24
Quarto 3	10,00	2,40	9,0	24,00
Suite	15,00	2,40	13,6	36,00
Hall	13,00	2,40	11,7	31,20
WC 1	4,00	2,40	3,6	9,60
WC 2	7,00	2,40	6,3	16,80
TOTAL	110,700	2,416	100,0	267,50

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 de alvenaria de pedra e argamassa
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 2	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	PE1: Parede exterior em alvenaria dupla de tijolo de 15 cm + 11 cm.	3,57	Existente	Não	Não
PDE2	Parede Exterior - Tipo 2	PE2: Parede exterior em alvenaria de pedra.	1,02	Existente	Não	Não

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m ²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PDE1	Oeste		15,80	0,00	Clara	Não			3,57	15,80	0,40	-
PDE1	Sul		15,31	3,20	Clara	Não			3,57	12,11	0,40	-
PDE1	Este		19,97	1,80	Clara	Não			3,57	18,17	0,40	-
PDE2	Sul		24,84	5,60	Clara	Não			1,02	19,24	0,40	-
PDE2	Este		25,87	0,35	Clara	Não			1,02	25,52	0,40	-
PDE2	Norte		24,84	3,15	Clara	Não			1,02	21,69	0,40	-
PDE2	Oeste		25,85	3,80	Clara	Não			1,02	22,05	0,40	-

(continuação)

Designação do Tipo de Solução				Sombreamento na est. de arrefecimento
PDE1				Sem Sombreamento
PDE1				Sem Sombreamento

PDE1				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0,00	0,00	18,17	0,00	12,11	0,00	15,80	0,00	46,08	3,57	0,40	-
PDE2	Parede Exterior - Tipo 2	21,69	0,00	25,52	0,00	19,24	0,00	22,05	0,00	88,50	1,02	0,40	-

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 ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	CE1: Cobertura em laje aligeirada.	2,60	2,60	Existente	Não

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação (l)	Emissividade (m)	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1		6,00	Clara	Não			2,60	2,60	0,35	-

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	6,00	2,60	0,35	-

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 sem 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		Com protecção pelo exterior		Existente	Não
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1		Com protecção pelo exterior		Existente	Não

1	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
2	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
3	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
4	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
5	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
6	Sim	45	60	0	0				Fortemente Sombreado	Fortemente Sombreado
7	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
8	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
9	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
10	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
11	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
12	Sim	0	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 ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m ²)				Condições de sombreamento na estação de arrefecimento	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°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
Pavimento Térreo - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m ²)	U (W/m ² ·°C)	URef (W/m ² ·°C)	Sujeita a intervenção?
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1	PT1: Pavimento em laje aligeirada.	68,31	0,54	0,50	Não

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	R _t (m ² ·°C/W)						
PVT1	0,11						

Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	R _t (m ² ·°C/W)			U (W/m ² ·°C)	URef (W/m ² ·°C)

Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Enterrada - Tipo 1	Parede simples de alvenaria de pedra e argamassa

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m ²)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDET1	Parede Enterrada - Tipo 1	PEN1: Parede enterrada em alvenaria de pedra.	12,00	Existente	Não	Não

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	R _w (m ² ·°C/W)			U (W/m ² ·°C)	U _{Ref} (W/m ² ·°C)
PDET1	2,40	12,00	0,11			0,97	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 _{REF} (W/m·°C)
Fachada com pavimento intermédio	15,40							0,70	0,5
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	15,89			Isol. sob/sobre o pavimento?	Sem isolamento			0,70	0,5
Fachada com cobertura	59,30			Isol. sob/sobre o cobertura?	Sem isolamento			0,70	0,5
Fach. com pavimentos térreos	34,80							0,70	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	17,15							0,50	0,4
Fachada com caixilharia	55,70			Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta			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 pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	15,40	0,70	0,50
PTLE2	Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	Valores Tabelados	15,89	0,70	0,50
PTLE3	Fachada com cobertura	Valores Tabelados	59,30	0,70	0,50
PTLE4	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	34,80	0,70	0,50
PTLE5	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	17,15	0,50	0,40
PTLE6	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	55,70	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 _{tr} calculado	A/A _u	Volume do ENU m ³	Ventilação	b _{tr}
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
ENU	Sim	1,00				1,00
						-

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área envidraçada (m ²)	btr	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)

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	Pavimentos aligeirados

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
PV11	Pavimento Interior - Tipo 1	PI1: Pavimento em laje aligeirada.	2,21	Existente	Não

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	btr	Udesc (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
PV11	ENU		20,9	1,00	2,21	0,35	-

Designação do Tipo de Solução	btr	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PV11	1,00	20,92	2,21	0,35	-

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

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

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m ²)	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	U _{wdn} (W/m ² .°C)	U _{Ref} (W/m ² .°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 ^(xiv) (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais	Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ _{REF} (W/m.°C)
							-	-

Ventilação

Método de cálculo

Outro

Utilizando esta opção não serão exportados para o XML, alguns dados pedidos no portal da ADENE (N50, Aberturas...)

Sistema de Ventilação

De acordo com a norma 1037-1

Arrefecimento noturno com abertura das janelas?

Rph Estimada (h ⁻¹)	Rph mínimo (h ⁻¹)	Rph, i (h ⁻¹)	Rph, v (h ⁻¹)
1,01	0,40	1,01	1,01

Ventilação Mecânica/Híbrida

Descrição da Solução de Ventilação

Caract. restantes 512

Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos?

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?

Tipologia de abastecimento

Gás Natural

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

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	39,38	118,04	58,82
Arrefecimento	3,84	0,00	0,00
AQS	30,16	41,86	0,00
Energia Renovável (%)		43,42	

Emissões de CO2 (t/ano)	2,87
-------------------------	------

[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_{REF})		Solução Inicial		Simulação em curso	
Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (U_{REF})	Aquecimento	✓	64,5%	✓	--
	Arrefecimento	✓	31,5%	✓	--
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✓	73,1%	✓	--
	Arrefecimento	!	0,0%	!	--
	AQS	!	27,9%	!	--

Dados Climáticos

Graus-dia	1 436
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I2
---------------------------	----

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

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	8,2
---	-----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	21,7
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	6,7
---	-----

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

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
254,78	0,00	11,60

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
113,06	0,00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
15,60	100,44

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0,00	46,23	36,92

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
54,92	0,00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
91,86

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
1652,84

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
199,68	1847,50

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
0,00

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
1396,35

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
1296,52

Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria?	<input type="checkbox"/>
----------------------	--------------------------

Justificação para a ausência de Medidas de Melhoria

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

ANEXO III – FOLHA DE CÁLCULO LNEC - VENTILAÇÃO REH



1. Enquadramento do edifício

Tipo de edifício	Habituação existente
Local (município)	AMARANTE
Região	A
Rugosidade	II
Altitude do local (m)	320
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais
Existem edifícios/obstáculos à frente das fachadas?	Não
Altura do edifício (H_{edif}) em m	7,2
Altura da fração (H_{fa}) em m	7,2

Área útil (m ²):	110,7
Pd (m):	2,42
N.º de pisos da fração	3
Velocidade vento	Defeito REH
Vento (u10REH: 3,6) (m/s)	
Vol (m ³):	268
Texterior (°C)	7,8
Zref (m)	320
Aerw/Au:	16%
Proteção do edifício:	Desprotegido
Zona da fachada:	Inferior

2. Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido valor n50	Não			
Para cada Vão (janela/porta) ou grupo de vãos:				
Área dos vãos (m ²)	17,9	0	0	0
Classe de permeabilidade ao ar caix (janelas/portas)	Sem classificação	4	4	4
Permeabilidade ao ar das caixas de estore	Não tem	Não tem	Não tem	Não tem

3. Aberturas de admissão de ar na envolvente

Tem aberturas de admissão de ar na envolvente	Sim			
Tipo de abertura	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa
Área livre das aberturas fixas (cm ²) / Caudal Nominal aberturas auto-reguláveis (m ³ /h)	500	0	0	0

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

Condutas de ventilação natural sem obstruções significativas (por exemplo, consideram-se obstruções significativas exaustores com filtros que anulam escoamento de ar natural para a conduta)	Não	Não	Não	Não
Escoamento de ar				
Perda de carga				
Altura da conduta (m)				
Cobertura				
Número de condutas semelhantes				

5. Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m ³ /h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				
Tem sistema de recuperação de calor				
Rendimento da recuperação de calor (%)				

6. Exaustão ou insuflação por meios híbridos de baixa pressão (< 20 Pa)

Existem meios híbridos	Não			
Escoamento de ar				
Caudal nominal (m ³ /h)				
Conhece Pressão total do ventilador e rendimento				
Pressão total (Pa)				
Rendimento total do ventilador(%)				

7. Verão - Recuperador de calor

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

8. Resultados

8.1 - Balanço de Energia - Edifício

$R_{ph,i}$ (h-1) - Aquecimento	1,01
$R_{ph,v}$ (h-1) - Arrefecimento	1,01
Wvm (kWh)	0,0

8.2 - Balanço de Energia - Edifício de Referência

$R_{ph,i,REF}$ (h-1)	0,60
----------------------	------

8.3 - Caudal mínimo de ventilação

Rph estimada em condições nominais (h-1)	1,01
Requisito mínimo de ventilação Edif. Novos (h-1)	0,40
Critério Rph mínimo	Satisfatório

Nota: No Cálculo de Rph min em edifícios novos e grandes reabilitações não é considerado o efeito de janelas sem classificação, da classe 1 e 2 e a existência de caixas de estore.

ok

Técnico: _____

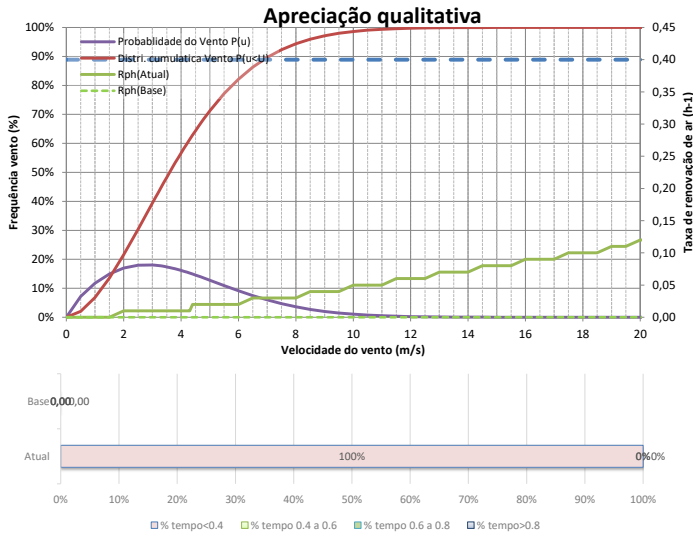
Data: 29/10/2017



Informação complementar e destinada a auxiliar na avaliação do funcionamento da ventilação e na seleção de eventuais grelhas de ventilação (REH)

1 - Apreciação qualitativa do efeito da variação da velocidade do vento na taxa de renovação de ar

(Ajuda)



Atual: Rph_i=0.03 Rph_{medio}=0.02 Rph_{termica}=0.00
Base: Rph_i=0.00 Rph_{medio}=0.01 Rph_{termica}=0.00

Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

Rph<0.4:100%; 0.4 a 0.6:0%; 0.6 a 0.8:0%; >0.8:0%

2 - Recomendações para a permeabilidade ao ar das janelas e da envolvente (n50)

(Ajuda)

Janelas:

Classe de permeabilidade ao ar das janelas recomendada:	2
---	----------

Permeabilidade ao ar da envolvente:

Valor n50 recomendado para construção usual:	1,80
Valor n50 recomendado para construção de elevado desempenho:	0,70
Valor n50 estimado com base na classe de permeabilidade ao ar das janelas e caixas de estore:	4,20

3 - Estimar características das aberturas de admissão de ar da fachada

(Ajuda)

Indicar caudal mínimo de ar novo pretendido (h-1):	0,50
Dimensionar grelhas com Frinchas?	Não

Caudal nominal das grelhas:	135 m3/h
Grelhas auto-reguláveis a não mais de:	20 Pa

Valores calculados para os diversos tipos de grelhas	Fixa ou regulável manualmente	Auto-regulável a 2 Pa	Auto-regulável a 10 Pa	Auto-regulável a 20 Pa
Caudal nominal das grelhas (m3/h)	0 m3/h	0 m3/h	0 m3/h	0 m3/h
Caudal nominal das grelhas/Volume da fração (h-1)	0 h-1	0 h-1	0 h-1	0 h-1

Isolamento sonoro: Avaliar para um compartimento, o mais desfavorável e com maior área envidraçada. Ajustar valores nas células a amarelo.

Zona	Sensível	Area da fachada (m2)	7,5
Correcção	Ctr	Area da janela (m2)	2,3
Tipo folhas:	Deslizar	Vol. compartimento (m3)	40,5
Tipo vidro	4-6-4 (30,-1,-3)		
Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1		
Grelha de ventilação	Com atenuação aberta (36,-1,-3)		
Tipo de parede	Dupla 11+15 (50dB)		
	A	Rw (Ctr)	
	(m2)	(dB)	
Grelhas de ventilação (n.º de grelhas/Dne,w(dB))	1	37	Rw vidro 30
Vedação das juntas janela vão (k)	Boa		C -1
Janela (Área (m2)/Rw(Ctr))	2,3	26	Ctr -3
Parede (Área (m2)/Rw(Ctr))	5,3	50	IGU Rw+Correcção 27
Fachada (Área (m2)/Rw(Ctr))	7,5	30	Janela Rw+Correcção 26
Fachada D2m,nT,W (dB)		28	
Resultados: isolamento sonoro			
Isolamento fachada (D2m,nT,W)	28		
Isolamento mínimo requerido (D2m,nT,W)	28	Satisfatório	

Síntese:

Grelhas fixas com 500 cm2 de área livre. As grelhas devem ser 'uniformemente' distribuídas pelas diferentes fachadas. As grelhas devem ter um isolamento sonoro (Dnei) não inferior a 36 (-1,-3) dB.

ANEXO IV – FOLHA DE CÁLCULO REH ITECONS - MEDIDAS DE MELHORIA

Versão V3.05 de 19 de maio de 2017

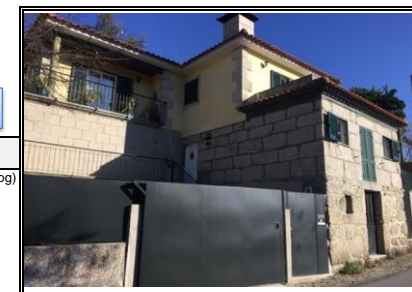
Identificação Geográfica

Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)			
Código Postal	4600	612	Concelho Amarante
Artéria	Rua do Mosteiro		
Aplicável nº de Porta?	<input checked="" type="checkbox"/>	Aplicável Alojamento?	<input type="checkbox"/>
Nº de Porta	322	Alojamento	

Inserir fotografia

casa.jpg
(Tamanho máximo de 150KB, formato jpg)



Coordenadas GPS

Latitude	41.1745	Longitude	8.0641
----------	---------	-----------	--------

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	Certificado	Contexto de Certificado	Grande Intervenção
Definição do Enquadramento	Licença de Utilização		

Identificação do Imóvel

Identificação do Imóvel

Tipo de Imóvel	Edifício	Tipo de Fração	Privado
Nome do Empreendimento / Designação Comercial			

Identificação Registral

Conservatória Omissa?

Identificação Fiscal

Freguesia UNIÃO DAS FREGUESIAS DE FREIXO DE CIMA E DE BAIXO

Cód. de Freguesia 130145

Nº Artigo Matricial

Fração

Identificação Municipal

Aplicável Nº do Processo Municipal?

Nº do Processo Municipal

Data de registo

Aplicável Nº de Alvará / Autorização de Construção

Nº de Alvará / Autorização de Construção

Data de Alvará / Autorização de Construção?

Proprietário/Promotor

Nome

Estrangeiro?

Artéria

Código Postal

Aplicável nº de Porta?

Nº de Porta

Aplicável Alojamento?

Alojamento

NIF

Telefone

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

Ordem dos Engenheiros

Nº de Membro

Empresa ao serviço da qual interveio neste projecto

Técnico responsável pela Obra

Nome do Técnico Nuno Manuel Pinto Teixeira

Ordem Profissional Ordem dos Engenheiros Nº de Membro

Empresa ao serviço da qual interveio nesta obra

Visita

Data da Visita

Hora Início

Hora Fim

O Perito Qualificado foi acompanhado na visita para efeitos de verificação da qualidade do processo do SCE.

Declaração relativa ao processo de certificação

Escolher ficheiro

Tamanho máximo de 1MB, formato PDF (segundo o modelo aprovado pela ADENE)

Certificado anterior

Código do CE anterior

Características do Imóvel

Localização geográfica do edifício

Altitude (m) 236 Introduza valor para altitude entre 50 e 1344 m

Distância à costa Superior a 5km

Edifício situado na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural

Características do Edifício

Ano de construção conhecido?

Ano de construção

Período de Construção entre 1971 e 1980

Tipo de utilização Habitação

Nº total de pisos que constitui o edifício 3

Possui elevador?

Características da Fração

Área útil de pavimento (m²) 110,70

Pé-direito médio ponderado (m) 2,42

ROADMAP 2016

Tipologia T4

Tipologia fiscal T4

Inércia Térmica Forte

Nº de pisos da fração 3

Descrição sucinta	Caract. restantes
	2000

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m ²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m ³)
Sala/Cozinha	36,30	2,45	32,8	88,94
Quarto 1	12,80	2,40	11,6	30,72
Quarto 2	12,60	2,40	11,4	30,24
Quarto 3	10,00	2,40	9,0	24,00
Suite	15,00	2,40	13,6	36,00
Hall	13,00	2,40	11,7	31,20
WC 1	4,00	2,40	3,6	9,60
WC 2	7,00	2,40	6,3	16,80
TOTAL	110,700	2,416	100,0	267,50

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 de alvenaria de pedra e argamassa
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 2	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	PE1: Parede exterior em alvenaria dupla de tijolo de 15 cm + 11 cm.	3,57	Existente	Não	Não
PDE2	Parede Exterior - Tipo 2	PE2: Parede exterior em alvenaria de pedra.	0,32	Existente	Não	Não

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m ²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PDE1	Oeste		15,80	0,00	Clara	Não			3,57	15,80	0,40	-
PDE1	Sul		15,31	3,20	Clara	Não			3,57	12,11	0,40	-
PDE1	Este		19,97	1,80	Clara	Não			3,57	18,17	0,40	-
PDE2	Sul		24,84	5,60	Clara	Não			0,32	19,24	0,40	-
PDE2	Este		25,87	0,35	Clara	Não			0,32	25,52	0,40	-
PDE2	Norte		24,84	3,15	Clara	Não			0,32	21,69	0,40	-
PDE2	Oeste		25,85	3,80	Clara	Não			0,32	22,05	0,40	-

(continuação)

Designação do Tipo de Solução				Sombreamento na est. de arrefecimento
PDE1				Sem Sombreamento
PDE1				Sem Sombreamento

PDE1				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento
PDE2				Sem Sombreamento

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	0,00	0,00	18,17	0,00	12,11	0,00	15,80	0,00	46,08	3,57	0,40	-
PDE2	Parede Exterior - Tipo 2	21,69	0,00	25,52	0,00	19,24	0,00	22,05	0,00	88,50	0,32	0,40	-

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 ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	CE1: Cobertura em laje aligeirada.	2,60	2,60	Existente	Não

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	Cor	Revestimento com caixa-de-ar ventilada?	Grau de ventilação (l)	Emissividade (m)	U asc. Solução (W/m ² .°C)	U desc. Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1		6,00	Clara	Não			2,60	2,60	0,35	-

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	6,00	2,60	0,35	-

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 sem 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		Com protecção pelo exterior		Existente	Não
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1		Com protecção pelo exterior		Existente	Não

1	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
2	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
3	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
4	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
5	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
6	Sim	45	60	0	0				Fortemente Sombreado	Fortemente Sombreado
7	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
8	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
9	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
10	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
11	Sim	0	0	0	0				Sem Sombreamento	Sem Sombreamento
12	Sim	0	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 ² .°C)

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m ²)				Condições de sombreamento na estação de arrefecimento	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°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
Pavimento Térreo - Tipo 1	Pavimento sem isolamento térmico

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área (m ²)	U (W/m ² ·°C)	URef (W/m ² ·°C)	Sujeita a intervenção?
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1	PT1: Pavimento em laje aligeirada.	68,31	0,54	0,50	Não

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	R _t (m ² ·°C/W)						
PVT1	0,11						

Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	R _t (m ² ·°C/W)			U (W/m ² ·°C)	URef (W/m ² ·°C)

Paredes Enterradas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Parede Enterrada - Tipo 1	Parede simples de alvenaria de pedra e argamassa

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m ²)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?
PDET1	Parede Enterrada - Tipo 1	PEN1: Parede enterrada em alvenaria de pedra.	12,00	Existente	Não	Não

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m ²)	R _w (m ² ·°C/W)	U (W/m ² ·°C)	URef (W/m ² ·°C)
PDET1	2,40	12,00	0,11	0,97	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 _{REF} (W/m·°C)
Fachada com pavimento intermédio	15,40							0,70	0,5
Fach. com pavimento sobre o exterior ou ENU	15,89			Isol. sob/sobre o pavimento?	Sem isolamento			0,70	0,5
Fachada com cobertura	59,30			Isol. sob/sobre o cobertura?	Sem isolamento			0,70	0,5
Fach. com pavimentos térreos	34,80							0,70	0,5
Duas paredes verticais em ângulo saliente	17,15							0,50	0,4
Fachada com caixilharia	55,70			Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta			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 pavimento de nível intermédio	Valores Tabelados	15,40	0,70	0,50
PTLE2	Fachada com pavimento sobre o exterior ou local não aquecido	Valores Tabelados	15,89	0,70	0,50
PTLE3	Fachada com cobertura	Valores Tabelados	59,30	0,70	0,50
PTLE4	Fachada com pavimentos térreos	Valores Tabelados	34,80	0,70	0,50
PTLE5	Duas paredes verticais em ângulo saliente	Valores Tabelados	17,15	0,50	0,40
PTLE6	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	Valores Tabelados	55,70	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 _{tr} calculado	A/A _u	Volume do ENU m ³	Ventilação	b _{tr}
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
ENU	Sim	1,00				1,00
						-

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?	Solução Incorpora PTP's?

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m ²)	Área envidraçada (m ²)	btr	U Solução (W/m ² .°C)	Área Efectiva (m ²)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)

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	Pavimentos aligeirados

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m ² .°C)	Zona ampliada ou Existente?	Sujeita a intervenção?
PV11	Pavimento Interior - Tipo 1	PI1: Pavimento em laje aligeirada.	2,21	Existente	Não

Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m ²)	btr	Udesc (W/m ² .°C)	URef (W/m ² .°C)	UMáx (W/m ² .°C)
PV11	ENU		20,9	1,00	2,21	0,35	-

Designação do Tipo de Solução	btr	Área Total (m ²)	U Solução (W/m ² .°C)	U referência (W/m ² .°C)	U máximo (W/m ² .°C)
PV11	1,00	20,92	2,21	0,35	-

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

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

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m ²)	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	U _{wdn} (W/m ² .°C)	U _{Ref} (W/m ² .°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 ^(xiv) (m)	Cálculo de acordo com?	Ψ calculado (W/m.°C)	Informações adicionais	Sistema de isolamento nas paredes	Ψ (W/m.°C)	Ψ _{REF} (W/m.°C)
							-	-

Ventilação

Método de cálculo

Outro

Utilizando esta opção não serão exportados para o XML, alguns dados pedidos no portal da ADENE (N50, Aberturas...)

Sistema de Ventilação

De acordo com a norma 1037-1

Arrefecimento noturno com abertura das janelas?

Rph Estimada (h ⁻¹)	Rph mínimo (h ⁻¹)	Rph, i (h ⁻¹)	Rph, v (h ⁻¹)
1,01	0,40	1,01	1,01

Ventilação Mecânica/Híbrida

Descrição da Solução de Ventilação

Caract. restantes 512

Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos?

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso?

Tipologia de abastecimento

Gás Natural

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	Gás Natural	Esquentador	1				Sim		
Sistema 2	Biomassa	Recuperador de Calor	1				Sim		5549,50
Sistema 3	Electricidade	Split (ar-ar)	1				Sim		
Sistema 4	Electricidade	Split (ar-ar)	1				Sim		
Sistema 5	Solar	Painel Solar Térmico	1				Sim		2451,00

O edifício tem exposição solar adequada?

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	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	Perda Estática (QPR) Máximo	Parcela das necessidades (0 a 1)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias	Durante todo o ano	27	Sim	0,97	1,00		0,97	0,89	-	596,34			0,18
Sistema 2	Aquecimento		10	Não		0,30	1 a 10 anos	0,71	0,89	5549,50	5549,50			0,30
Sistema 3	Aquecimento		20	Sim	5,80	0,35		5,80	3,40		795,35			0,35
Sistema 3	Arrefecimento		20	Sim	5,00	0,50		5,00	3,00		0,00			0,50
Sistema 4	Aquecimento		20	Sim	5,80	0,35		5,80	3,40		795,35			0,35
Sistema 4	Arrefecimento		20	Sim	5,00	0,50		5,00	3,00		0,00			0,50
											-			-

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 (m2)	Produtividade (kWh/m2) Coletores	Produtividade de referência (kWh/m2) Coletores	Produtividade (Wh/Wp)	Caudal Médio (m3/s)	Rendimento Nominal Turbina	Rendimento Nominal Gerador	Parcela das necessidades (0 a 1)	Parcela das necessidades de energia eléctrica (0 a 1)
--------------------------	--------	---------------	----------------	-----------------------------------	--------------------	------------------------------	----------------------------------	--	-----------------------	---------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------------	---

Sistema 5	Águas Quentes Sanitárias		2451,00	1,00		4,85	505,36	505,00					0,82	-
			-										-	-

Informação adicional - sistemas técnicos

Identificação do Sistema	Data de instalação Equipamento/ Sistema	Designação Comercial do Instalador	Telefone do Instalador	Email do Instalador	Registo de manutenção do sistema?	Data da Manutenção
Sistema 1					Não	
Sistema 2					Não	
Sistema 3					Não	
Sistema 4					Não	
Sistema 5						

Balanzo energético

Indicadores energéticos

Sigla	Descrição	Valor	Referência	Ntc/Nt	Classe Energética
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)	119,06	72,53		
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)	4,51	11,53		
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	2972	2972		
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)		0,00	0,41	
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	8001	0		
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)	2451	0		
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)		0,00		
Ntc	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWh/m2.ano)	41,31	101,55		A

Indicadores de desempenho

	Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)
Aquecimento	39,38	64,50	77,72
Arrefecimento	3,84	0,00	0,00
AQS	30,16	27,53	80,43

Energia Renovável (%)	78,53
-----------------------	-------

Emissões de CO2 (t/ano)	0,69
-------------------------	------

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_{REF})		Solução Inicial		Simulação em curso
Aquecimento	✓	64,5%	50,8%	
	✓	31,5%	-33,3%	
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	✓	73,1%	50,7%	
	!	0,0%	0,0%	
	!	27,9%	1,9%	

Dados Climáticos

Graus-dia	1 436
-----------	-------

Zona Climática de Inverno	I2
---------------------------	----

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

Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	8,2
---	-----

Temperatura Média Exterior Verão (°C)	21,7
---------------------------------------	------

Duração da estação de aquecimento (meses)	6,7
---	-----

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

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
192,83	0,00	11,60

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
113,06	0,00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
15,60	14,28

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0,00	46,23	36,92

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
54,92	0,00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
91,86

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
1287,36

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
199,68	304,74

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
0,00

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
1396,35

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
1296,52

Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria?

Solução Inicial	Nic (kWh/(m ² .ano))	164,91	Nvc (kWh/(m ² .ano))	8,77	Qa/Ap (kWh/(m ² .ano))	26,84	Ntc (kWh _{ep} /(m ² .ano))	163,37	Classe Energética	D
	Ni (kWh/(m ² .ano))	72,53	Nv (kWh/(m ² .ano))	11,53	Qa/Ap ref. (kWh/(m ² .ano))	26,84	Nt (kWh _{ep} /(m ² .ano))	101,55		
Os dados inseridos neste cálculo correspondem à:			Todas as Medidas							
Medida de Melhoria	Nic (kWh/(m ² .ano))	119,06	Nvc (kWh/(m ² .ano))	4,51	Qa/Ap (kWh/(m ² .ano))	26,84	Ntc (kWh _{ep} /(m ² .ano))	41,31	Classe Energética	A
	Ni (kWh/(m ² .ano))	72,53	Nv (kWh/(m ² .ano))	11,53	Qa/Ap ref. (kWh/(m ² .ano))	26,84	Nt (kWh _{ep} /(m ² .ano))	101,55		

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/m ² .ano)	Novo Ntc (kWh/m ² .ano)
Medida de Melhoria 1	C	Envoltentes Opacas - Paredes	Isolamento térmico em paredes exteriores - aplicação pelo exterior com revestimento aplicado sobre o isolante	Colocação de isolamento térmico com 8 cm pelo exterior das paredes.	Sim	4290,00	155,00	27,7	101,55	149,22
Medida de Melhoria 2	C	Envoltentes Opacas - Coberturas	Isolamento térmico de cobertura inclinada - aplicação sobre a laje de esteira	Colocação de isolamento térmico com 10 cm sobre a laje de esteira.	Sim	940,00	215,00	4,4	101,55	143,70

de Melhoria	(kWh/m2.ano)	(kWh/m2.ano)	(kWh/m2.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	145,70	8,87	2972	39,38	104,29	58,82	3,84	0,00	0,00	30,16	41,86	0,00
Medida de Melhoria 2	138,20	4,55	2972	39,38	98,93	58,82	3,84	0,00	0,00	30,16	41,86	0,00
Medida de Melhoria 3	164,91	8,77	2972	39,38	118,04	58,82	3,84	0,00	0,00	30,16	30,75	0,00
Medida de Melhoria 4	164,91	8,77	2972	39,38	89,34	77,72	3,84	0,00	0,00	30,16	41,86	0,00
Medida de Melhoria 5	164,91	8,77	2972	39,38	118,04	58,82	3,84	0,00	0,00	30,16	41,86	0,00
Medida de Melhoria 6	164,91	8,77	2972	39,38	118,04	58,82	3,84	0,00	0,00	30,16	29,48	75,12

Identificação da Medida de Melhoria (Cobenefícios)	ENR	TER	ACU	PAT	QAI	SEG	FIM	REN	VIS
Medida de Melhoria 1									
Medida de Melhoria 2							✓		✓
Medida de Melhoria 3							✓		
Medida de Melhoria 4	✓	✓	✓			✓	✓		✓
Medida de Melhoria 5							✓		
Medida de Melhoria 6								✓	✓

Impacto das Medidas de Melhoria	Custo Total Estimado de Investimento (€)	0,00	Classe Energética
	Poupança Total da Fatura Energética (€/ano)	1115,00	
	Novo Nt (kWh/m2.ano)	101,55	
	Novo Ntc (kWh/m2.ano)	41,31	

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](#)

ANEXO V – RELATÓRIO SCE.ER



Relatório de simulação de desempenho de sistema solar térmico													1/2																																																																																																																									
Sumário																																																																																																																																						
Instalação em Freixo de Baixo (Amarante) 2 colectores Vulcano FKT-2W » painel com á 4,85 m ² (inclinação 35° e azimute 0°) » depósito de 364 l, modelo Vulcano SK400-1 solar																																																																																																																																						
Necessidades de energia: AQS regulamentar (REH) Energia útil solicitada: 2 969 kWh - satisfeitas por origem solar 2 451 kWh 83% de fração solar - satisfeitas pelo apoio 518 kWh 17%																																																																																																																																						
Indicadores principais (sistema solar) rendimento: 36% produtividade: 505 kWh/m ² perdas: 25%																																																																																																																																						
Local e clima																																																																																																																																						
NUTS III: Tâmega Município: Amarante Local: Freixo de Baixo elevação: 238 m albedo: 20%																																																																																																																																						
obstruções do horizonte																																																																																																																																						
azimute: E -85° -80° -75° -70° -65° -60° -55° -50° NE -40° -35° -30° -25° -20° -15° -10° -5° S																																																																																																																																						
altura angular:																																																																																																																																						
azimute: S 5° 10° 15° 20° 25° 30° 35° 40° NW 50° 55° 60° 65° 70° 75° 80° 85° W																																																																																																																																						
altura angular:																																																																																																																																						
Configuração do sistema solar																																																																																																																																						
Sistema solar por medida, em circulação forçada, com 4,9 m ² de colectores com inclinação 35° e orientação 0°, e armazenamento de água sanitária com 364 litros, apoio de montagem em série com controlo modulante.																																																																																																																																						
Circuito primário com 16 m de comprimento, sem permutador externo, tubagens de calibre 15 mm, isolamento em polietileno com 20 mm de espessura. Bombas de 30 W, garantindo um caudal nominal de 44 l/m ² por hora, fluido circulante com 25% de anticongelante. Apoio energético fornecido por sistema elétrico (l) com eficiência nominal 100%; montagem ao depósito, controlo temporizado.																																																																																																																																						
2 colectores de modelo Vulcano FKT-2W (certificado 011-752076 F de DIN CERTCO (DE) - dados inseridos pela DGEG, validade não declarada no banco de dados). Área de abertura 2,43 m ² , coeficientes de perdas térmicas a1 = 3,83 W/m ² K e a2 = 0,015 W/m ² K ² , rendimento óptico = 80%.																																																																																																																																						
1 depósito de modelo Vulcano SK400-1 solar, com capacidade 364 litros, em posição vertical; coeficiente de perdas térmicas global = 3,1 W/K, paredes em INOX, temperatura máxima de operação 99°C.																																																																																																																																						
Apoio energético fornecido por sistema térmico (gás natural) com eficiência nominal 97%.																																																																																																																																						
Água quente distribuída por tubagens de calibre 15 mm isoladas por polietileno com espessura 12 mm, com 12 m entre depósito e ponto de consumo.																																																																																																																																						
Necessidades de energia																																																																																																																																						
Águas quentes sanitárias - padrão REH																																																																																																																																						
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">edifício:</td> <td style="width: 40%; text-align: center;"><u>Residências</u></td> <td style="width: 30%; text-align: center;"><u>T4</u></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">nº fracções desta tipologia</td> <td style="text-align: center;">1</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">nº ocupantes por fracção</td> <td style="text-align: center;">5</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">consumo diário por ocupante (litros)</td> <td style="text-align: center;">40</td> </tr> </table>															edifício:	<u>Residências</u>	<u>T4</u>		nº fracções desta tipologia	1		nº ocupantes por fracção	5		consumo diário por ocupante (litros)	40																																																																																																												
edifício:	<u>Residências</u>	<u>T4</u>																																																																																																																																				
	nº fracções desta tipologia	1																																																																																																																																				
	nº ocupantes por fracção	5																																																																																																																																				
	consumo diário por ocupante (litros)	40																																																																																																																																				
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">temperaturas</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">jan</td> <td style="width: 10%;">fev</td> <td style="width: 10%;">mar</td> <td style="width: 10%;">abr</td> <td style="width: 10%;">mai</td> <td style="width: 10%;">jun</td> <td style="width: 10%;">jul</td> <td style="width: 10%;">ago</td> <td style="width: 10%;">set</td> <td style="width: 10%;">out</td> <td style="width: 10%;">nov</td> <td style="width: 10%;">dez</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>abastecimento de água</td> <td>13</td> <td>13</td> <td>14</td> <td>15</td> <td>16</td> <td>18</td> <td>20</td> <td>20</td> <td>19</td> <td>17</td> <td>15</td> <td>13</td> <td>°C</td> </tr> <tr> <td></td> <td>pretendida no consumo</td> <td>53</td> <td>52</td> <td>52</td> <td>51</td> <td>50</td> <td>49</td> <td>49</td> <td>50</td> <td>51</td> <td>52</td> <td>52</td> <td>53</td> <td>°C</td> </tr> </table>															temperaturas		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C		pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C																																																																											
temperaturas		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez																																																																																																																									
	abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	°C																																																																																																																								
	pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	°C																																																																																																																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">energia diária</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">jan</td> <td style="width: 10%;">fev</td> <td style="width: 10%;">mar</td> <td style="width: 10%;">abr</td> <td style="width: 10%;">mai</td> <td style="width: 10%;">jun</td> <td style="width: 10%;">jul</td> <td style="width: 10%;">ago</td> <td style="width: 10%;">set</td> <td style="width: 10%;">out</td> <td style="width: 10%;">nov</td> <td style="width: 10%;">dez</td> <td style="width: 10%;"></td> </tr> <tr> <td></td> <td>segunda-feira</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>terça-feira</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>quarta-feira</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>quinta-feira</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>sexta-feira</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>sábado</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> <tr> <td></td> <td>domingo</td> <td>9,4</td> <td>9,1</td> <td>8,7</td> <td>8,3</td> <td>7,7</td> <td>7,2</td> <td>6,9</td> <td>7,0</td> <td>7,4</td> <td>8,1</td> <td>8,8</td> <td>9,2</td> <td>kWh</td> </tr> </table>															energia diária		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez			segunda-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		terça-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		quarta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		quinta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		sexta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		sábado	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh		domingo	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh
energia diária		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez																																																																																																																									
	segunda-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	terça-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	quarta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	quinta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	sexta-feira	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	sábado	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
	domingo	9,4	9,1	8,7	8,3	7,7	7,2	6,9	7,0	7,4	8,1	8,8	9,2	kWh																																																																																																																								
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 30%;">perfil de consumo</td> <td style="width: 10%;"></td> <td style="width: 10%;">hora</td> <td style="width: 10%;">7</td> <td style="width: 10%;">8</td> <td style="width: 10%;">9</td> <td style="width: 10%;">10</td> <td style="width: 10%;">11</td> <td style="width: 10%;">12</td> <td style="width: 10%;">13</td> <td style="width: 10%;">14</td> <td style="width: 10%;">15</td> <td style="width: 10%;">16</td> <td style="width: 10%;">17</td> <td style="width: 10%;">18</td> </tr> <tr> <td></td> <td>(período diurno)</td> <td>40%</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>10%</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> </tr> <tr> <td></td> <td>hora</td> <td>19</td> <td>20</td> <td>21</td> <td>22</td> <td>23</td> <td>24</td> <td>1</td> <td>2</td> <td>3</td> <td>4</td> <td>5</td> <td>6</td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>(período nocturno)</td> <td>40%</td> <td>10%</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> <td>.</td> </tr> </table>															perfil de consumo		hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18		(período diurno)	40%	10%		hora	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6			(período nocturno)	40%	10%																																																												
perfil de consumo		hora	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18																																																																																																																								
	(período diurno)	40%	10%																																																																																																																								
	hora	19	20	21	22	23	24	1	2	3	4	5	6																																																																																																																									
	(período nocturno)	40%	10%																																																																																																																								



Relatório de simulação de sistema solar térmico - continuação													2/2	
<i>Aproveitamento do recurso solar</i>														
radiação solar directa		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
	horizontal (à superfície)	0,8	1,7	2,4	2,9	4,2	5,2	5,3	4,7	3,2	1,7	1,1	0,6	2,8 kWh/m².dia
	incidente nos colectores	1,6	3,0	3,2	3,2	4,0	4,6	4,8	4,9	4,0	2,6	2,1	1,3	3,3 kWh/m².dia
	absorvida pelos colectores	1,5	2,9	3,1	3,1	3,5	3,9	4,2	4,6	3,8	2,5	2,0	1,3	3,0 kWh/m².dia
radiação solar global		média	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
	no topo da atmosfera	4,1	5,6	7,6	9,6	11,0	11,6	11,3	10,1	8,3	6,2	4,5	3,6	7,8 kWh/m².dia
	na horizontal (à superfície)	1,7	2,8	4,1	5,3	6,5	7,4	7,5	6,6	5,0	3,2	2,0	1,5	4,5 kWh/m².dia
	incidente nos colectores	2,7	4,4	5,2	5,7	6,3	6,8	7,0	6,9	6,0	4,3	3,2	2,4	5,1 kWh/m².dia
	absorvida pelos colectores	2,3	3,9	4,5	4,8	5,2	5,4	5,7	6,0	5,2	3,7	2,8	2,0	4,3 kWh/m².dia
<i>Desempenho energético</i>														
temperaturas		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
	ambiente	8,3	9,8	12,1	13,3	16,3	20,4	23,3	23,1	20,8	16,3	12,2	9,7	15,5 °C
	abastecimento de água	13	13	14	15	16	18	20	20	19	17	15	13	16 °C
	base do armazenamento	25	34	40	46	52	62	68	66	59	40	30	24	45 °C
	topo do armazenamento	34	47	54	59	66	77	82	81	73	53	41	31	58 °C
	pretendida no consumo	53	52	52	51	50	49	49	50	51	52	52	53	51 °C
massas		jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	anual
	pretendida no consumo	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200 litros/dia
	extraída do armazenamento	199	188	171	158	136	109	95	100	124	176	193	200	154 litros/dia
	nota: adicionada	1	12	29	42	64	91	105	100	76	24	7	0	46 litros/dia
balanços de energia	- sistema solar													
	nota: radiação solar na horizontal	260	386	621	766	977	1 070	1 122	995	724	479	292	224	7 917 kWh
	energia primária (radiação solar incidente)	411	596	779	830	950	986	1 060	1 042	877	652	464	354	9 002 kWh
	energia solar captada	202	282	350	370	382	378	401	419	362	303	233	176	3 857 kWh
	perdas térmicas no circuito primário	2	4	5	6	7	8	9	8	8	5	3	2	67 kWh
	perdas térmicas no armazenamento	23	44	64	74	93	112	131	126	105	63	35	18	888 kWh
	consumos eléctricos parasíticos	6	6	7	7	7	6	7	7	7	7	6	6	80 kWh
	energia final (calor de origem solar)	170	243	305	293	332	324	338	336	313	264	198	148	3 265 kWh
	- sistema de apoio													
	energia primária (gás natural)	136	53	34	22	5	0,0			3	30	92	159	534 kWh
	energia final (calor)	132	52	33	21	5	0,0			3	29	89	154	518 kWh
	- circuito de distribuição													
	perdas térmicas	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0			0,0	0,1	0,1	0,1	0,6 kWh
- fornecimento de água quente														
necessidades (consumo de energia útil)	290	255	269	248	239	215	212	216	222	252	265	286	2 969 kWh	
energia de origem solar (útil)	158	203	236	226	234	215	212	216	219	223	176	131	2 451 kWh	
energia com origem no apoio (útil)	132	52	33	21	5	0			3	29	89	154	518 kWh	
<i>Desempenho global do sistema</i>														
fracção solar	83%	em termos de energia útil											(*)	
produtividade	505 kWh/m² de colector												!	
i.e.	37%	da produtividade limite dos colectores, 1366 kWh/m²											!	
rendimento - definição física	36%	em relação à energia solar no plano dos colectores											!	
rendimento - definição estatística	31%	em relação à energia solar na horizontal											!	
perdas térmicas e consumos parasíticos	27%	da energia solar captada											!	
(*) estas avaliações podem não ser adequadas se as cargas térmicas tiverem grande variação durante a semana e/ou ano.														

ANEXO VI – ORÇAMENTO

O R Ç A M E N T O	
Cliente:	
Endereço:	
Cidade: Data: ____/____/____	
Telefone: Pedido nº: ____/____	

ART.	DESCRIÇÃO	UNI	QNT.	PREÇO UNT.	TOTAL
1	Envolvente Exterior: Isolamento ETIC's				
1.1	Placas de Isolamento XPS 8 cm	m2	90	8,79 €	791,10 €
1.2	Weber.Therm Perfil de Arranque	m	8	2,70 €	21,60 €
1.3	Weber.Therm Pro (25kg)	un	75	26,99 €	2 024,25 €
1.4	Weber.Therm Bucha Spit	un	450	0,36 €	162,00 €
1.5	Weber.Therm Perfil de Esquina	m	31	1,00 €	31,00 €
1.6	Weber.Therm Perfil de Pingadeira	m	8	4,96 €	39,68 €
1.7	Weber.Therm Rede	m2	90	3,76 €	338,40 €
1.8	Weber.Therm Prim (25 kg)	un	2	84,06 €	168,12 €
1.9	Weber.Therm Decor M (25 kg)	un	10	71,08 €	710,80 €
2	Cobertura Interior: Isolamento XPS				
2.1	Placas de Isolamento XPS 10 cm	m2	80	10,32 €	825,60 €
2.2	Areia Fina	m3	3	37,50 €	112,50 €
3	Mao-de-obra				
3.1	Oficial	un	2	600,00 €	1 200,00 €
3.2	Servente	un	2	400,00 €	800,00 €
4	Sistemas Técnicos				
4.1	Kit C.Forçada 400L Dupla Serpentina (kit TI / 2xFKT-2 / SK 400 Solar)	un	1	4 834,00 €	4 834,00 €
4.2	Esquentador: Vulcano Sensor Green	un	1	1 147,00 €	1 147,00 €
4.3	Ar Condicionado LG 18BTUS	un	2	1 249,00 €	2 498,00 €

TOTAL	15 704,05 €
--------------	--------------------