U.PORTO

FEUP FACULDADE DE ENGENHARIA
UNIVERSIDADE DO PORTO

VALIDAÇÃO DO MODELO DA NOVA REGULAMENTAÇÃO SOBRE TÉRMICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA À REABILITAÇÃO

ANDRÉ DIAS TERESINHO

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de

MESTRE EM ENGENHARIA CIVIL — ESPECIALIZAÇÃO EM CONSTRUÇÕES

Orientador: Professor Doutor Vasco Manuel Araújo Peixoto de Freitas

JUNHO DE 2020

MESTRADO INTEGRADO EM ENGENHARIA CIVIL 2013/2014

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL

Tel. +351-22-508 1901

Fax +351-22-5081446

✉ miec@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-5081440

✉ feup@fe.up.pt

http://www.fe.up.pt

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado Integrado em Engenharia Civil - 2013/2014 - Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2014*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

"Hard Work Pays Off"

Mathew Fraser

AGRADECIMENTOS

Antes de mais e acima de tudo, quero já deixar o agradecimento aos meus pais por ao longo desta jornada estudantil me terem dado todas as condições para eu me desenvolver como estudante e, sobretudo, pessoa. Obrigado por me terem dado toda a liberdade necessária para perseguir todo o que acreditava ser melhor para mim.

Agradeço ao meu orientador, Professor Doutor Vasco Peixoto de Freitas, pela partilha de sabedoria e prontidão em prestar-me auxílio a ultrapassar as barreiras que foram aparecendo ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

Quero também agradecer aos meus colegas de curso que partilham comigo alguns dos momentos de esforço e dificuldade, nomeadamente Simão Silva, Francisco Guerra e Miguel Gomes. Sempre que necessário, prestaram auxílio no que estava ao seu alcance.

RESUMO

A importância da consciencialização da reabilitação do património existente tem estado aquém do desejado, sendo que o ensino e a regulamentação têm dado particular ênfase à construção do novo. Os diferentes instrumentos desta nova geração de políticas de habitação têm em comum uma abordagem que privilegia a reabilitação do existente, em lugar de promover a construção nova. Esta é claramente a visão certa, devendo ter como objetivos a salvaguarda do património existente, assim como do património a este ligado, o incremento da segurança, do conforto e da eficiência energética do edificado, a redução do impacte ambiental da indústria da construção e a racionalidade económica da intervenção, numa lógica de ciclo-de-vida e não apenas no investimento inicial.

A reabilitação exige uma visão flexível que pressupõe uma regulamentação específica, materializada no Decreto-Lei nº 95/2019 que define o novo regime aplicável à reabilitação e que contempla uma abordagem para o Comportamento Térmico e Eficiência Energética, traduzidas nas Portarias nº 297/2019, de 9 de setembro, e nº 303/2019, de 12 de setembro. A primeira sobre a metodologia de aplicação e a segunda sobre custos-padrão.

A abordagem seguida corresponde a uma estratégia de manutenção do quadro regulamentar atual, seguida por projetistas e peritos qualificados, mas cria uma alternativa para os casos de exceção previstos no ponto nº 5 dos artigos 28º e 29º e no ponto nº 1 do artigo 30º do Decreto-Lei nº 118/2013. A metodologia adotada assenta na qualificação de exigências nos domínios do conforto e na minimização das condensações, na proteção de vãos envidraçados, no período de verão, e na satisfação de exigências mínimas de ventilação.

PALAVRAS-CHAVE: reabilitação do existente, intervenção, património existente, comportamento térmico, eficiência energética.

ABSTRACT

The importance of awareness of the existent patrimony's rehabilitation has been behindhand of what is intended, being that the guidelines of education and regulation have been giving emphasis to new edification. Different arguments of this new generation of housing politics have in common one approach that privileges the rehabilitation of the existing, rather than promoting new construction. This is clearly the right vision, having as goals the safeguarding of the existing property, as well as connected patrimony, the security increment, comfort, and the building's energetic efficiency, the reduction of environmental impact of the construction industry and economic rationality of the intervention, thinking of the life cycle of the end result and not only on the initial investment.

Rehabilitation requires a flexible vision that assumptions a specific regulation, materialized by *Decreto-Lei nº 95/2019* that defines the new regimen applied to rehabilitation and that contemplates a specific approach to the Thermal Behavior and Energy Efficiency, rendered by government's legislation *Portaria nº 297/2019, de 9 de setembro*, and *Portaria nº 303/2019, de 12 de setembro*. The first on talks about the application methodology and the second one about its standardized costs.

The followed approach corresponds to a maintenance strategy of the current regulatory framework, followed by draftsman and qualified experts, but creates an alternative to the exception cases presented in point number 5 of the 28th and 29th article and number 1 of the 30th article from *Decreto-Lei nº 118/2013*. The adopted methodology lays on the demanding qualification on the domains of comfort and the minimization of condensations, the glazed spans protection, on summertime, and the satisfaction of minimal ventilation requirements.

KEY-WORDS: patrimony's rehabilitation, existing, housing, thermal behavior, energy efficiency

ÍNDICE GERAL

VALIDAÇÃO DO MODELO DA NOVA REGULAMENTAÇÃO SOBRE TÉRMICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA APLICADA À REABILITAÇÃO 1

AGRADECIMENTOS I

RESUMO III

ABSTRACT IV

1.INTRODUÇÃO 1

1.1. ENQUADRAMENTO 1

1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO 3

1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO 3

2.REGULAMENTAÇÃO TÉRMICA APLICADA À REABILITAÇÃO 5

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 5

2.2. DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO DL Nº 118/2013 7

2.3. DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO DL Nº 95/2019 14

2.4. ANÁLISE COMPARATIVA 21

3.TIPIFICAÇÃO CONSTRUTIVA DOS EDIFÍCIOS A REABILITAR 26

3.1. NÚMERO DE EDIFÍCIOS 26

3.2. TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS 29

3.3. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA ENVOLVENTE 33

3.4. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO 47

4.ANÁLISE COMPARATIVA DA APLICAÇÃO DO REH E DO DL Nº 95 À REABILITAÇÃO DE UMA MORADIA 51

4.1. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO 51

4.2. DEFINIÇÃO DA ÁREA ÚTIL 51

4.3. DADOS CLIMÁTICOS 52

4.4. QUANTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS TÉRMICOS 53

4.2. SOLUÇÕES 61

4.3. QUANTIFICAÇÃO PELO MODELO 118 64

4.4. QUANTIFICAÇÃO PELO MODELO 95 65

4.5.INTERPRETAÇÃO DO RESULTADOS 66

5.CONCLUSÕES 67

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS 67

5.2. CONCLUSÕES 67

5.3. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS 67
ANEXO I 1
ANEXO II 8
ANEXO III 14
ANEXO IV 17

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Evolução legislativa em Portugal 2

Figura 2: Decreto-Lei e respetiva legislação associada 2

Figura 3: Novo regime instaurado pelo DL nº 95/2019 e relação com o DL nº 118/2013 3

Figura 4: Potencial fotovoltaico da região da Europa. Fonte: SOLARGIS 5

Figura 5: Tendências do consumo de eletricidade por habitação (para cada país). Fonte: ODYSEE 6

Figura 6: Integração legislativa do REH, SCE e Decreto-Lei nº 118/2013 7

Figura 7: Índice do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, relevante para a temática em estudo 9

Figura 8: Exemplo de indicadores de desempenho 11

Figura 9: Exemplo de indicação de Classe Energética 11

Figura 10: Exemplo de indicador de presença de fontes de energia renováveis 11

Figura 11: Exemplo de indicador de emissões de CO2 11

Figura 12: Exemplo de comportamento térmico de elementos construtivos da habitação 11

Figura 13: Exemplo gráfico representativo de perdas e ganhos de calor 12

Figura 14: Exemplo representativo de propostas de melhoria 12

Figura 15: Etiqueta de eficiência energética 13

Figura 16: Índice do Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho 15

Figura 17: Zonas climáticas de inverno no continente 19

Figura 18: Zonas climáticas de verão no continente 19

Figura 19: Distribuição dos alojamentos familiares clássicos por forma de ocupação e época de construção, 2011. Fonte: INE, CENSOS 2011 27

Figura 20: Número de edifícios com necessidade de reparação por época de construção. Fonte: INE, CENSOS 2011 30

Figura 21: Número de edifícios consoante o tipo de estrutura da construção até 1990 (Continente). Fonte: INE, CENSOS 2011 31

Figura 22: Número de edifícios consoante o tipo de materiais utilizados na cobertura até 1990 (Continente). Fonte: INE, CENSOS 2011 31

Figura 23: Evolução das tipologias construtivas em Portugal ao longo do tempo 32

Figura 24: Tipificação das soluções construtivas de paredes exteriores. Fonte: ADENE 34

Figura 25: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para paredes exteriores. Fonte: ADENE 36

Figura 26: Tipificação de tipologias construtivas de pavimentos. Fonte: ADENE 37

Figura 27: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para pavimentos. Fonte: ADENE 38

Figura 28: Tipificação de tipologias construtivas de coberturas. Fonte: ADENE 39

Figura 29: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para coberturas. Fonte: ADENE 41

Figura 30: Possibilidades de soluções construtivas ao nível de vãos envidraçados 42

Figura 31: Exemplos práticos de possibilidades de soluções construtivas ao nível de vãos envidraçados 42

Figura 32: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para vãos envidraçados. Fonte: ADENE 44

Figura 33: Tipificação de soluções construtivas de proteção solar para vãos envidraçados. Fonte: ADENE 46

Figura 34: Evolução dos sistemas de ventilação em edifícios (Adaptado de Vasco P. de Freitas, Manuel Pinto, Guimarães, A.) 47

Figura 35: Aberturas de admissão de ar autorreguláveis (Adaptado de J. VIEGAS; 2001) 48

Figura 36: Grelhas autorreguláveis (Catálogo comercial) 49

Figura 37: Dispositivos de passagem de ar. Fonte: Vasco P. de Freitas 49

Figura 38: Dispositivos de extração de ar (instalações sanitárias, dispensas e cozinhas) 50

Figura 39: Pormenor construtivo PTP1 - Interseção de duas paredes (pilar) 55

Figura 40: Pormenor construtivo PTP2 - interseção do beiral da cobertura com parede exterior 56

Figura 41: Pormenor construtivo PTP3 - Caixa de estore 57

Figura 42: Sistema de isolamento térmico compósito exterior com reboco delgado [adaptado de [APFAC, 2014]] 63

Figura 44: Corte vertical da cobertura inclinada com isolamento térmico na esteira horizontal de um desvão habitável 63

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro I: Valores para o cálculo da classe energética (valores do rácio de classe energética)..... 13

Quadro II: Tipo de operações de reabilitação em função do tipo de edifício e do custo da intervenção 16

Quadro III: Custos-padrão de obras de reabilitação na envolvente e nos sistemas técnicos, por metro de quadrado de construção..... 16

Quadro IV: Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis Umax ($Wm2 \cdot K$) 18

Quadro V: Valores máximos admissíveis de gTmax..... 18

Quadro VI: Critérios para a determinação da zona climática de inverno 19

Quadro VII: Critérios para a determinação da zona climática de verão 19

Quadro VIII: Valores dos fatores multiplicativo para determinação de perdas térmicas lineares..... 20

Quadro IX: Exigências do Decreto-Lei nº 118/2013 para a reabilitação..... 22

Quadro X: Exigências do Decreto-Lei nº 95/2019 para a reabilitação 23

Quadro XI: Quadro comparativo da diferente abordagem do Decreto-Lei nº 95/2019 em relação ao Decreto-Lei nº 118/2013 25

Quadro XII: Número existente de edifícios na totalidade e por época de construção. Fontes/Entidades: INE, PORDATA 26

Quadro XIII: Número de edifícios por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e Tipo de utilização; Fonte: INE, Recenseamento da população e habitação - Censos 2011 28

Quadro XIV: Número de edifícios por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e época de construção; Fonte: INE, Recenseamento da população e habitação - Censos 2011 28

Quadro XV: Número de alojamentos familiares por localização geográfica. Fonte: INE, CENSOS 2011..... 30

Quadro XVI: Valores de importância energética ao nível de paredes exteriores. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança..... 34

Quadro XVII: Valores das perdas pela envolvente na estação de aquecimento (Qext). Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança 35

Quadro XVIII: Níveis de qualidade consoante o valor do coeficiente de transmissão térmica do elemento 35

Quadro XIX: Nível de adequação da conjugação de paredes exteriores com soluções de isolamento térmico. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético 37

Quadro XX: Valores de importância energética ao nível de pavimentos exteriores. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 - Bragança 38

Quadro XXI: Nível de adequação da conjugação de pavimentos com soluções de isolamento térmico. Nota: (X) – Não aplicável, (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético 39

Quadro XXII: Valores de importância energética ao nível de coberturas inclinadas. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 - Bragança 40

Quadro XXIII: Valores de importância energética ao nível de coberturas horizontais. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança (*Sem camada de betão leve) 40

Quadro XXIV: Nível de adequação da conjugação de coberturas com soluções de isolamento térmico. Nota: (X) – Não aplicável, (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético 41

Quadro XXV: Valores de importância energética ao nível de vãos envidraçados. Nota: I1 – Lisboa (GD = 1190), I2 – Porto (GD = 1610), I3 – Bragança (GD = 2850) 43

Quadro XXVI: Coeficiente de transmissão térmica de referência de vãos envidraçados consoante o nível de qualidade procurado ou exigido 44

Quadro XXVII: Nível de adequação da conjugação de vãos envidraçados com soluções de intervenção térmica. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético 45

Quadro XXVIII: Valores de fator solar de referência para vãos envidraçados. Nota: V1 – Lisboa, V2 – Porto, V3 – Bragança 45

Quadro XXIX: Fator solar de referência de vãos envidraçados consoante o nível de qualidade procurado ou exigido 45

Quadro XXX: Nível de adequação da conjugação de vãos envidraçados com soluções de intervenção ao nível de proteção solar. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético 47

Quadro XXXI: Zonamento climático 52

Quadro XXXII: Coeficientes de transmissão térmica lineares considerados no cálculo da envolvente exterior (ψ) 57

Quadro XXXIII: Coeficientes de redução de perdas dos espaços não úteis (btr) 58

Quadro XXXIV: Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados, Fmv 59

Quadro XXXV: Fator solar dos vãos envidraçados para a estação de arrefecimento (verão), gv 59

Quadro XXXVI: Resultados obtidos no cálculo da ventilação 60

Quadro XXXVII: Valores de cálculo e referência das necessidades nominais de aquecimento, arrefecimento, e das necessidades nominais globais de energia primária 60

Quadro XXXVIII: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo 61

Quadro XXXIX: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo depois de aplicar o DL 118 65

Quadro XL: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo depois de aplicar o DL 95 66

SÍMBOLOS, UNIDADES, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

AQS – Águas Quentes Sanitárias

ARU – Área de Reabilitação Urbana

CM – Câmara Municipal

CE – Certificado Energético

C – Cobertura

b_{tr} – Coeficiente de redução de perdas de determinado espaço não útil ou de um edifícios adjacente

U_{PTP} – Coeficiente de transmissão térmica de ponte térmica plana

U_{cor} – Coeficiente de transmissão térmica de zona corrente

U_{max} – Coeficiente de transmissão térmica superficial máxima

$U_{médio}$ – Coeficiente de transmissão térmica superficial média

DL – Decreto-Lei

EL – Elementos

EPBD – Energy Performance of Buildings Directive

EU – Europe Union

ENU – Espaço não útil

ETICS – *External Thermal Insulation Composite System*

g_{Tmax} – Fator solar máximo

$€/m^2$ - Euro por metro quadrado

GD – Graus-dias

INE – Instituto Nacional de Estatística

LNEG – Laboratório Nacional de Energia e Geologia

N_{ic} – Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

N_{vc} – Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

ORU – Operação de Reabilitação urbana

PE – Parede exterior

PAV – Pavimento

PQ – Perito Qualificado

R_{Nt} – Rácio de classe energética

RAA – Região Autónoma dos Açores

RAM – Região Autónoma da Madeira

RCCTE – Regulamento das Caraterísticas de Comportamento Térmico dos Edifícios

RECS – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços

REH – Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação

RSECE – Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios

RGEU – Regulamento Geral das Edificações Urbanas

Rph – Renovações por hora

SCE – Sistema Certificação Energética dos Edifícios

TIM – Técnico de instalação e manutenção

toe – *Tonne of oil equivalence* (Toneladas de petróleo equivalente)

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

N_i – Valor limite das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento

N_v – Valor limite das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento

N_t – Valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primária

VE – Vão envidraçado

W/m^2K – Watt por metro quadrado Kelvin

1
INTRODUÇÃO

1.1. ENQUADRAMENTO

O Decreto-Lei 95/2019, publicado a 18 de julho veio revogar o Decreto-Lei nº 53/2014 que estabelece um Regime Excecional e Temporário da Reabilitação de Edifícios cuja construção tenha sido concluída há pelo menos 30 anos ou localizados em áreas de reabilitação urbana, sempre que estejam afetos ou se destinem a ser afetos total ou predominantemente ao uso habitacional.

Portugal possuía em 2011, segundo os dados fornecidos pelos Censos, um total de 3 544 389 edifícios dos quais 3 353 610 estão localizados no Continente, 98 818 na Região Autónoma dos Açores (RAA) e 91 961 na Região Autónoma da Madeira (RAM). Dentro destes edifícios interessa saber para o tema a tratar – térmica e eficiência energética - aqueles que foram construídos anteriormente a 1990, são totalmente ou predominantemente habitacionais e ainda enquadram o previsto pelo Decreto-lei nº 95/2019.

Esta dispensa acrítica deveu-se nomeadamente a dois fatores: (i) a necessidade de reforçar e incentivar a atividade de reabilitação e (ii) a desadequação da regulamentação à reabilitação.

Tento em vista a avanço positivo num domínio complexo como é o caso da reabilitação de edifícios, são consagrados três princípios fundamentais de ação:

- Princípio da proteção e valorização do existente;

- Princípio da sustentabilidade ambiental;

- Princípio da melhoria proporcional e progressiva.

Havendo assim, uma adequação, tecnicidade e otimização em relação ao delegado anteriormente na legislação.

A Diretiva nº 2002/91/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 16 de dezembro de 2002, relativa ao desempenho energético dos edifícios, foi transposta para o ordenamento jurídico nacional através do Decreto-Lei nº 78/2006, de 4 de abril, que aprovou o Sistema Nacional de Certificação Energética e da Qualidade do Ar Interior nos Edifícios, do Decreto-Lei nº 79/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento dos Sistemas Energéticos de Climatização em Edifícios, e do Decreto-Lei nº 80/2006, de 4 de abril, que aprovou o Regulamento das Características de Comportamento Térmico dos Edifícios.

O Decreto-Lei nº 118/2013 surge visando assegurar e promover a melhoria de desempenho energético dos edifícios através do SCE, que integra o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH), e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS). Este Decreto transpõe para ordem jurídica a Diretiva nº 2010/31/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético de edifícios.

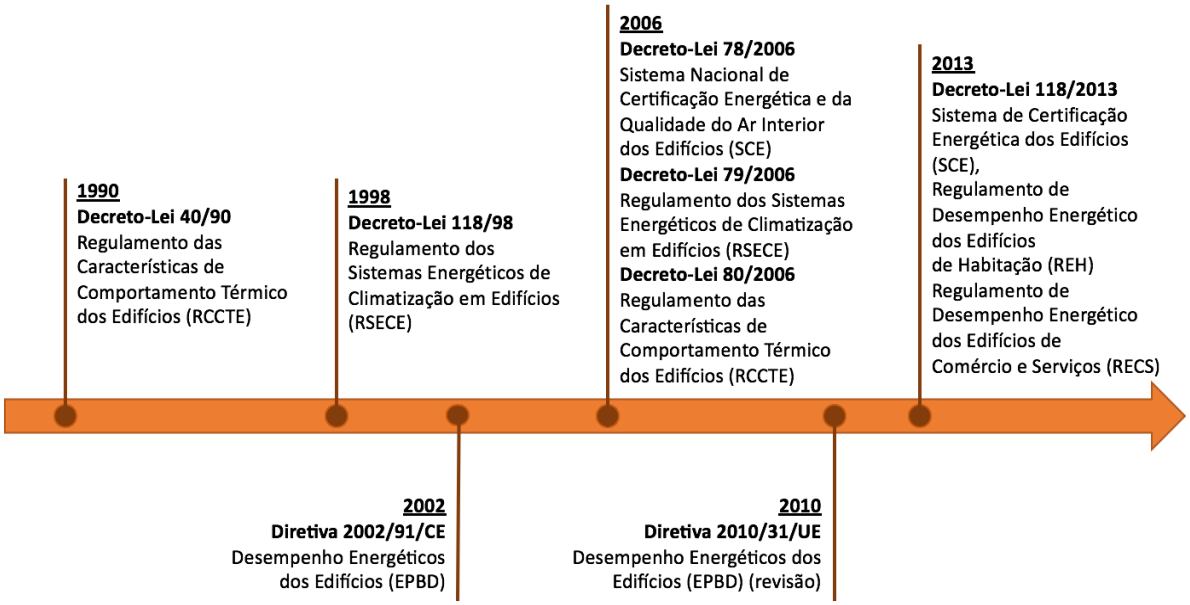


Figura 1: Evolução legislativa em Portugal

Nos termos e para os efeitos do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto e respetiva regulamentação, decorrem despachos que visam parametrizar o que este estabelece.

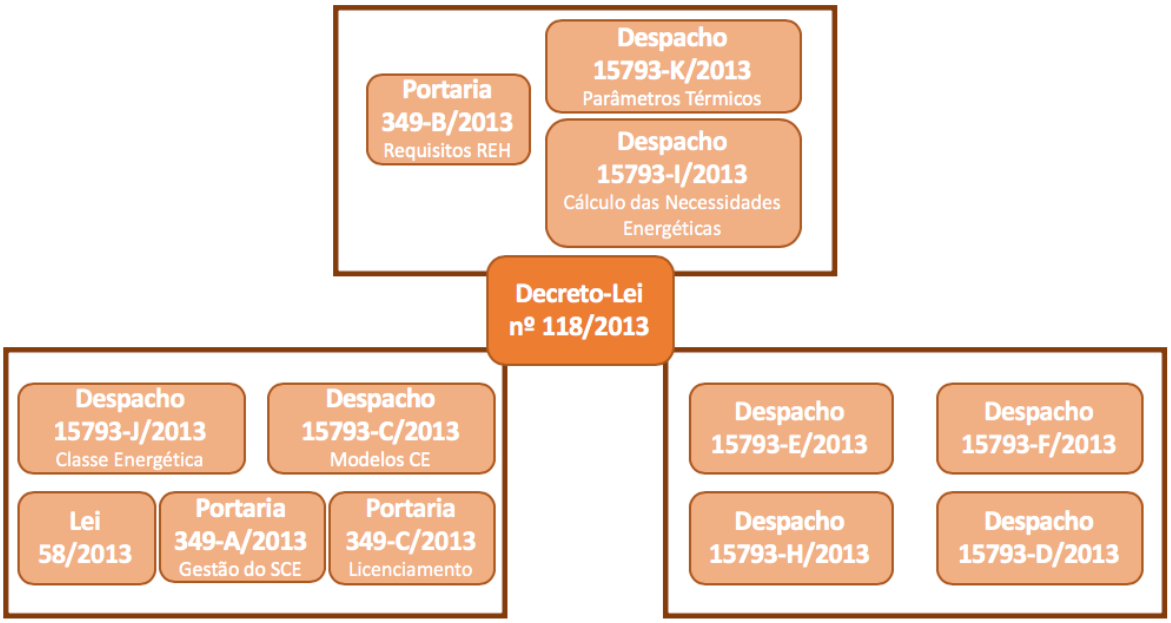


Figura 2: Decreto-Lei e respetiva legislação associada

Surge assim, a 18 de julho de 2019, o DL nº 95/2019 que vem estabelecer o regime aplicável à reabilitação de edifícios ou frações autónomas, preserva o modelo atual mas ajustando-o, aplica-se a edifícios anteriores a 1990 totalmente ou predominantemente afetos ao uso habitacional e vem alterar o DL nº 118/2013 no que diz respeito ao comportamento térmico e eficiência energética. Os aditamentos ligados a este no casos previstos do nº 5 do artigo 28º e 29º e nº 1 do 30º remetem para a Portaria nº 297/2019 de 9 de setembro relativa a Ambiente e Transição Energética que define a metodologia de determinação da classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados do SCE, bem como os requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos sistemas técnicos dos edifícios novos e edifícios sujeitos a grande intervenção. Estes também associação à Portaria nº 303/2019 de 12 de setembro fixa os custos-padrão, definidos por tecnologia, sistema, ou elemento construtivo que permitem quantificar o custo das intervenções para operações de reabilitação. Em suma, o DL nº 95/2019 altera o DL nº 118/2013 com fundamento nas Portarias nº 297/2019 e 303/2019.



Figura 3: Novo regime instaurado pelo DL nº 95/2019 e relação com o DL nº 118/2013

1.2. OBJETIVOS DA DISSERTAÇÃO

Os principais objetivos da dissertação são os seguintes:

1. Descrição e análise do novo Decreto-Lei nº 95/2019 e respetivas portarias;
2. Tipificação dos edifícios a reabilitar enquadráveis na nova legislação;
3. Desenvolvimento de ferramentas de apoio à aplicação do Decreto-Lei nº 95/2019;
4. Desenvolvimento de um guião;
5. Aplicação da legislação a um caso de estudo.

1.3. ORGANIZAÇÃO E ESTRUTURA DO TRABALHO

A presente dissertação encontra-se dividida em 5 capítulos criteriosamente organizados de forma a apresentar toda a informação necessária ao desenvolvimento do tema incumbido. A informação está clara e sucinta de forma a ser de fácil interpretação e compreensão.

No segundo capítulo é estudada toda a legislação inerente ao tema em causa, nomeadamente o Decreto-Lei nº 118/2013 e Decreto-Lei nº 95/2019, com elucidação dos seus âmbitos, métodos de aplicação e posteriormente a sua comparação. A intenção final deste capítulo será avaliar as grandes diferenças entre estes dois decretos e valores chave aplicáveis aos requisitos mínimos dos edifícios abrangíveis.

No terceiro capítulo é feito um estudo, com base em dados existentes provenientes dos Censos 2011, aos edifícios do panorama nacional que serão abrangidos pelas normas em questão.

Posteriormente é analisada a sua tipologia construtiva ao longo dos anos ao nível de gestão de frações habitacionais e materiais construtivos. É realizada também uma breve descrição quanto à importância energética, níveis de qualidade e metodologias de intervenção.

No quarto capítulo é feita uma aplicação a um caso de estudo - moradia unifamiliar anterior a 1990 - que servirá como exemplo de aplicação para os modelos em estudo. Depois de estabelecidos os parâmetros relevantes, são aplicadas as duas alternativas legislativas de forma a solidificar a comparação feita no capítulo anterior.

No quinto capítulo são expostas as principais conclusões retiradas do trabalho desenvolvido e futuros desenvolvimentos pertinentes.

2

REGULAMENTAÇÃO TÉRMICA APLICADA À REABILITAÇÃO

2.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Como foi elucidado no capítulo anterior, o Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho vem introduzir alterações quanto ao regime aplicável à reabilitação de edifícios e frações autónomas. Porém, existe uma diversidade bastante alargada no espectro de edifícios existente em território nacional. Há que ter em conta fatores climáticos, de rendimentos, de custos de energia e culturais do nosso país que vão posteriormente afetar parâmetros como consumos energéticos por divisão da fração, classe energética, conforto e saúde.

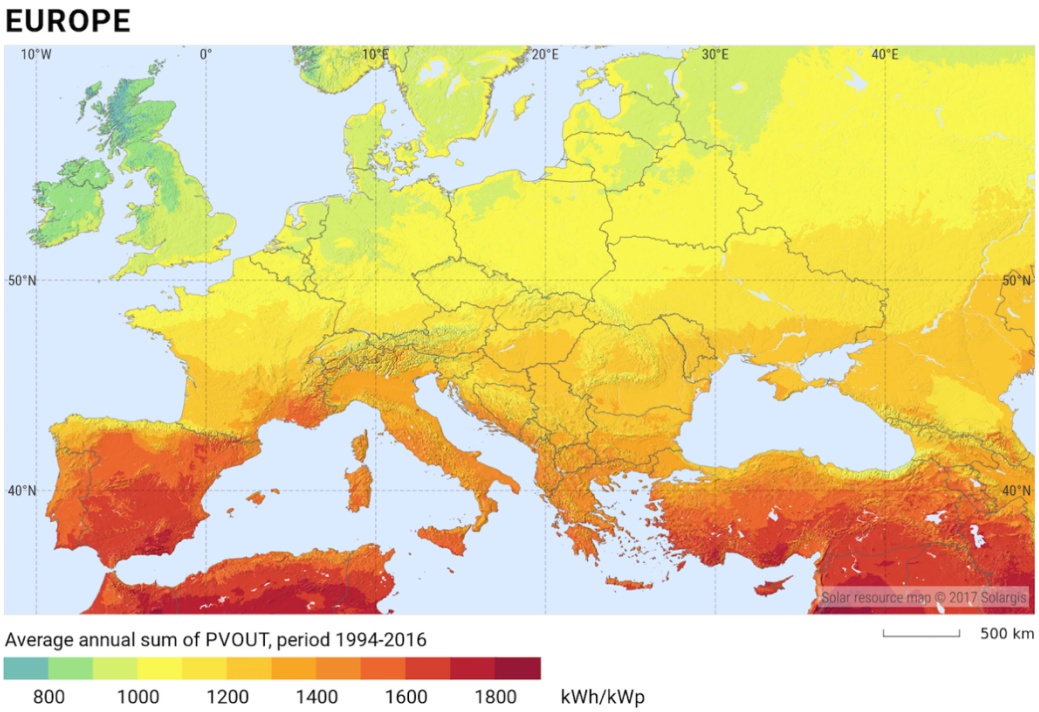


Figura 4: Potencial fotovoltaico da região da Europa. Fonte: SOLARGIS

As variáveis climáticas que mais influenciam os edifícios, em termos de transferência de calor, são a temperatura do ar exterior e a radiação solar. A temperatura do ar, tanto exterior como interior, determina as trocas que irão existir em forma de fluxo de calor. No inverno, essas trocas dão-se normalmente do interior para o exterior, visto que a temperatura interior é superior, e no verão o sentido deste fluxo tende a inverter-se.

A preocupação no inverno deverá ser reduzir o mais possível as perdas térmicas para o exterior através do uso de isolamento térmico nos elementos do edifício - paredes exteriores, pavimentos e coberturas – e vidros duplos nos vãos envidraçados. Já na estação de arrefecimento, devem existir equipamentos que previnam a entrada de calor como será o caso de palas exteriores, sistemas acessórios à própria construção do edifício ou hábitos culturais como a abertura diária e prolongada das janelas.

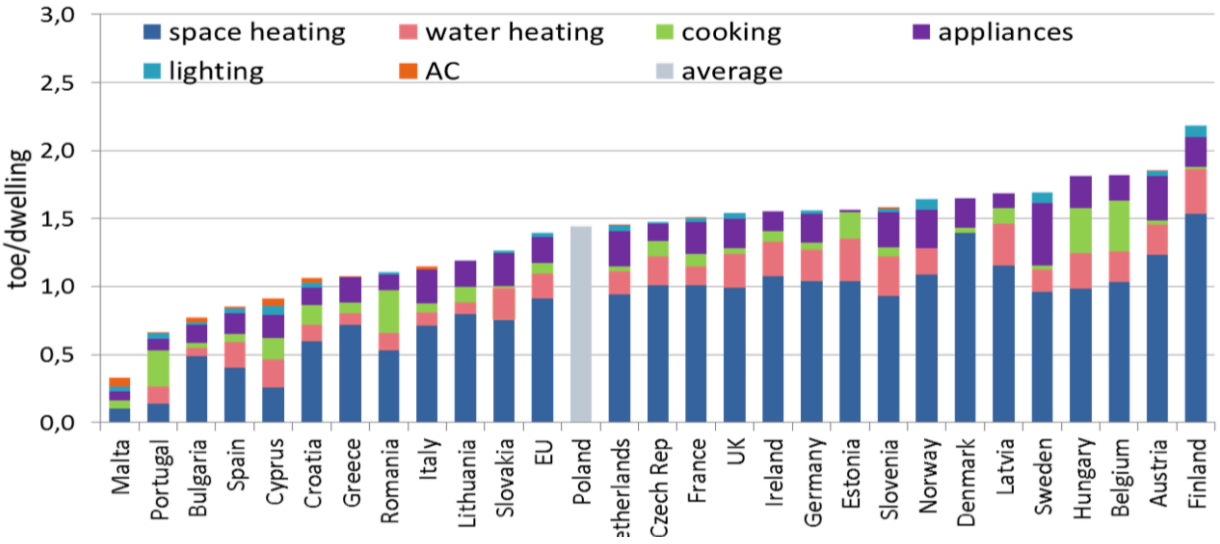


Figura 5: Tendências do consumo de eletricidade por habitação (para cada país). Fonte: ODYSEE

O que nos distingue em relação à EU é o consumo energético percentualmente mais elevado para cozinhar e mais reduzido para aquecimento do ambiente doméstico. Esta componente de valor mais reduzido deve-se sobretudo à componente financeira em termos de investimento nas habitações. É então possível assumir que dependemos profundamente da qualidade de construção e projeção dos nossos edifícios, sejam estes totalmente ou predominantemente de habitação, para os mantermos com um nível admissível de conforto.

Não aquecer as habitações pode ter as suas desvantagens associadas à redução dos níveis de conforto, à ocorrência de condensações superficiais interiores e consequentemente desenvolvimento de bolores, e ao aumento da mortalidade nos meses em que a temperatura média mensal exterior é inferior a 15ºC. É, então, preciso tomar as medidas adequadas em cada situação de forma a reduzir casos adversos.

2.2. DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO DL Nº 118/2013

Aprova o Sistema de Certificação Energética dos Edifícios, o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação (REH) e o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Comércio e Serviços (RECS), e transpõe a Diretiva n.º 2010/31/UE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 19 de maio de 2010, relativa ao desempenho energético dos edifícios

2.2.1. ÂMBITO

Este DL visa assegurar a promover o desempenho energético através do SCE que integra o REH. A divisão feita entre o REH e RECS, permite o primeiro incidir exclusivamente em edifícios de habitação, facilitando o tratamento técnico e gestão administrativa dos casos. No caso de edifícios de habitação, assumem posição de destaque o comportamento térmico e de eficiência energética.

Desta forma, são introduzidos requisitos de eficiência energética para os sistemas técnicos presentes nos edifícios como de climatização, de preparação de água quente sanitária, de iluminação, de aproveitamento de energias renováveis e de gestão de energia.

Através deste diploma procurou-se introduzir a prática internacional com base nos conhecimentos mais avançados sobre eficiência energética e conforto térmico, com apoio dos Despachos e Portarias que foram mencionados no capítulo anterior e permitem consultar requisitos e parâmetros adicionais para o cálculo de valores necessários.

2.2.2. ESTRUTURA

Toda a informação necessária à aplicação do DL nº 118/2013, de 20 de agosto não se limita ao próprio documento por si só. Como já foi brevemente introduzido no capítulo anterior através da figura 2, existe uma série de legislação ligada a cada uma das temáticas abordadas no Decreto. Na estrutura desta dissertação existem 2 pontos de foco principais, que são o REH e SCE e respetiva legislação.

Desta forma, o diploma em estudo desenvolve o âmbito de aplicação do SCE e REH simultaneamente, atendendo aos interesses inerentes à aplicabilidade e utilidade deste quadro legislativo e aos interesses de simplificação e clareza dos pormenores técnicos introduzidos. O REH integra o SCE, que por sua vez integra o DL nº 118/2013 (ilustração feita na Figura 6).



Figura 6: Integração legislativa do REH, SCE e Decreto-Lei nº 118/2013

A legislação introduzida face aos requisitos do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação é a seguinte:

- Portaria 349-B/2013 – Requisitos REH;
- Despacho 15793-I/2013 – Cálculo das necessidades energéticas;
- Despacho 15793-K/2013 – Parâmetros térmicos.

Em relação ao Sistema de Certificação Energética de Edifícios, temos:

- Lei 58/2013 – Atividade do Perito qualificado (PQ) e do Técnico de instalação e manutenção (TIM);
- Portaria 349-C/2013 – Licenciamento;
- Portaria 349-A/2013 – Gestão do SCE;
- Despacho 15793-C/2013 – Modelos CE;
- Despacho 15793-J/2013 – Classe Energética.

Por fim, nos termos e para o efeito do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, temos a seguinte legislação prevista no próprio:

- Despacho 15793-D/2013 – Fatores de conversão;
- Despacho 15793-E/2013 – Existentes;
- Despacho 15793-F/2013 – Zonamento climático;
- Despacho 15793-H/2013 – Energias renováveis.

Voltando a redirecionar o foco no DL nº 118/2013, existem uma série de artigos que se destacam e que se encontram diretamente relacionados com o tema em análise. Este conjunto é destacado na Figura 7 onde se filtram os típicos com mais relevo.

CAPÍTULO I **Disposições gerais**	**Art. 1º - Objetivo** **Art. 2º - Definições**
CAPÍTULO II **Sistema de Certificação Energética dos Edifícios**	**Art. 3º - Âmbito de aplicação positivo** **Art. 4º - Âmbito de aplicação negativo** **Art. 6º - Objeto da certificação** **Art. 7º - Certificação com base noutro edifício ou fração** **Art. 10º - Fiscalização do SCE** **Art. 15º - Tipo e validade do pré-certificado e do certificado do SCE**
CAPÍTULO III **Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação**	**Art. 23º - Âmbito de aplicação** **Art. 24º - Comportamento térmico** **Art. 26º - Comportamento térmico (Edifícios novos)** **Art. 27º - Eficiência dos sistemas técnicos (Edifícios novos)** **Art. 28º - Comportamento térmico de edifícios sujeitos a intervenção** **Art. 29º - Eficiência dos sistemas técnicos de edifícios sujeitos a intervenção** **Art. 30º - Comportamento térmico e eficiência dos sistemas técnicos**
CAPÍTULO VI **Disposições finais e transitórias**	**Art. 52º - Aplicação nas Regiões Autónomas**

Figura 7: Índice do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, relevante para a temática em estudo

Dentro do artigo 2º é possível encontrar informação útil que clarifica alguns conceitos utilizados no documento, com destaque para a definição de uma grande intervenção que é caracterizada pela *intervenção num 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;*
>
> *(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 4º do Decreto- -Lei nº 329-A/2000, de 22 de dezembro.*

No capítulo II é esclarecido o âmbito de aplicação positivo e negativo do SCE nos termos do REH dos edifícios e frações abrangidos pelo Decreto, das quais apenas se ressaltam as grandes intervenções no caso da reabilitação. Quanto aos casos negativos, excluem-se edifícios unifamiliares com área útil igual ou inferior a $50m^2$, edifícios em ruínas, os monumentos e os edifícios individualmente classificados ou em vias de classificação e aqueles que seja reconhecido especial valor arquitetónico ou histórico pela entidade licenciadora ou por outra

entidade competente para o efeito e os edifícios integrados em conjuntos ou sítios classificados ou em vias de classificação, ou situados dentro de zonas de proteção.

No âmbito do REH, representado no capítulo III, são novamente abrangidos edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções (no caso de edifícios de habitação unifamiliares, para a totalidade do edifício e no caso de edifícios de habitação multifamiliares, para cada fração constituída). Excluem-se do âmbito de aplicação do REH os não aplicáveis ao SCE já mencionados no artigo 4º.

Foi dado destaque aos artigos 26º e 27º visto que estes servem de base para o artigo 30º que trata subsecção dedicada a edifícios existentes. Estes partilham das mesmas metodologias de cálculo que os edifícios novos quanto à avaliação energética para cumprimento do SCE.

Embora o REH já disponha de alguma especificidade, não é a mais adequada e, por isso, surgiu o Decreto-Lei nº 95/2019.

2.2.3. Metodologia de Aplicação

Primeiramente é pertinente identificar se o edifício a reabilitar se enquadra nos parâmetros da legislação a aplicar, mencionada no subcapítulo anterior, seguido de uma análise de toda a documentação extra exigida pelo próprio decreto.

A certificação energética acaba por ser fundamental em todo este processo, assegurando e promovendo a melhoria do desempenho energético dos edifícios. O REH ao garantir os requisitos da envolvente e a eficiência de sistemas estará a contribuir para a satisfação das normas impostas pelo SCE. Esta certificação vem informar os consumidores sobre a qualidade térmica do "produto", permitindo comparações mais objetivas. No caso de edifícios já existentes é obrigatória a identificação e estudo de oportunidades de melhoria de desempenho energético para o edifício ou fração. Esta cria também condições favoráveis, do ponto de viste de um consumidor, à melhoria da qualidade térmica/energética dos edifícios reabilitados que entram no mercado imobiliário visto que pressiona os promotores. Uma vez concluída a obra, o pré-certificado transforma-se em certificado. Mais a diante será explicitado o método de cálculo do SCE.

Alguns componentes da CE são:

- Indicadores de desempenho – Figura 8;
- Classe energética – Figura 9;
- Taxa de energia renovável – Figura 10;
- Emissões de CO_2 – Figura 11;
- Comportamento térmico dos elementos construtivos – Figura 12;
- Perdas e ganhos de calor – Figura 13;
- Propostas de melhoria – Figura 14;
- Recomendações.

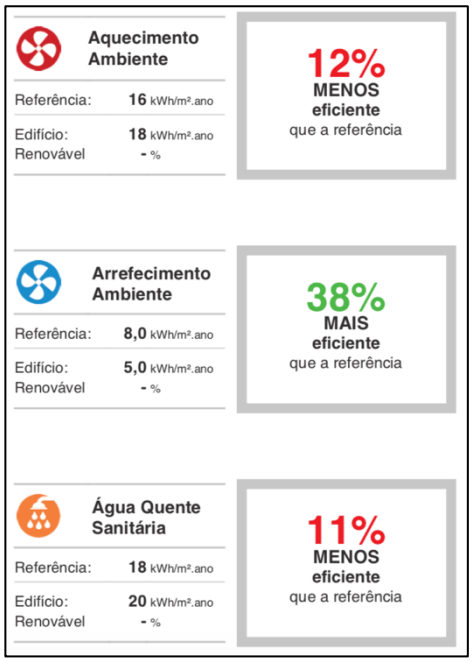


Figura 8: Exemplo de indicadores de desempenho

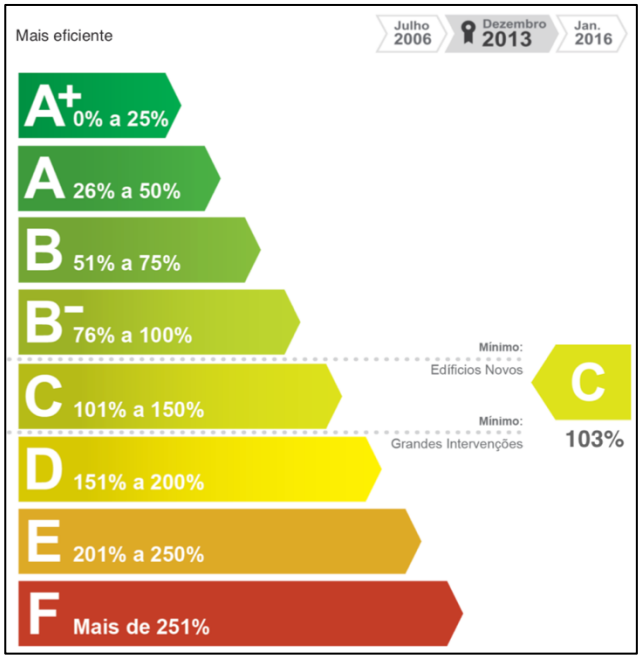


Figura 9: Exemplo de indicação de Classe Energética

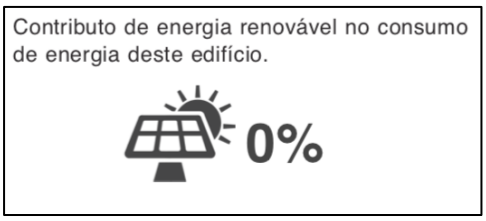
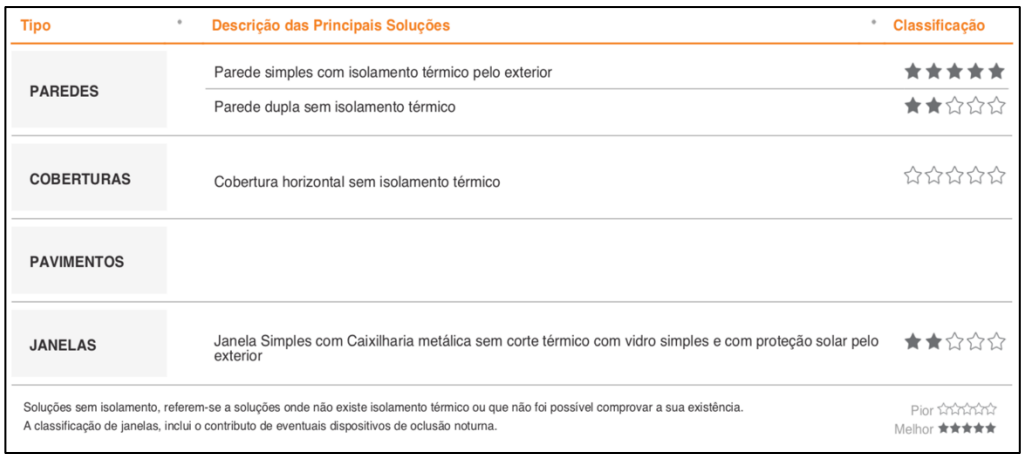


Figura 10: Exemplo de indicador de presença de fontes de energia renováveis



Figura 11: Exemplo de indicador de emissões de CO_2



Tipo	Descrição das Principais Soluções	Classificação
PAREDES	Parede simples com isolamento térmico pelo exterior	★★★★★
	Parede dupla sem isolamento térmico	★★☆☆☆
COBERTURAS	Cobertura horizontal sem isolamento térmico	☆☆☆☆☆
PAVIMENTOS		
JANELAS	Janela Simples com Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro simples e com proteção solar pelo exterior	★★☆☆☆

Soluções sem isolamento, referem-se a soluções onde não existe isolamento térmico ou que não foi possível comprovar a sua existência.
A classificação de janelas, inclui o contributo de eventuais dispositivos de oclusão noturna.

Pior ☆☆☆☆☆
Melhor ★★★★★

Figura 12: Exemplo de comportamento térmico de elementos construtivos da habitação

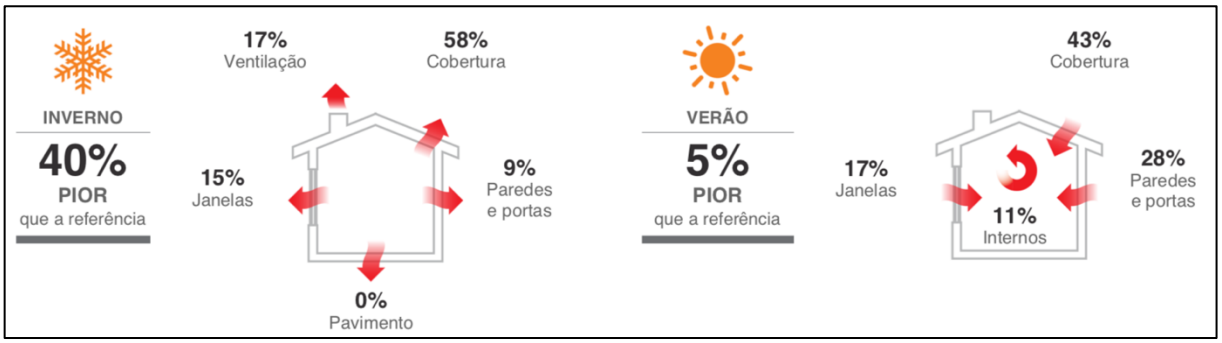


Figura 13: Exemplo gráfico representativo de perdas e ganhos de calor



Figura 14: Exemplo representativo de propostas de melhoria

Já o REH baseia-se numa metodologia de cálculo presente na legislação associada que cobre todos os pormenores como necessidades energéticas, as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento/arrefecimento ambiente, as necessidades nominais de energia útil para a produção de águas quentes sanitárias (AQS), as necessidades nominais anuais globais de energia primária e os parâmetros térmicos para o cálculo de diversos valores.

2.2.4. CERTIFICAÇÃO ENERGÉTICA DE EDIFÍCIOS

De modo a fixar todas as intenções de reabilitação é pertinente cumprir o disposto do Regulamento de Desempenho Energético de Edifícios de Habitação (REH). Ao abrigo deste é definida uma metodologia de determinação de classe de desempenho energético para a tipologia de pré-certificados e certificados do Sistema de Certificação Energética de Edifícios (SCE), bem como requisitos de comportamento técnico e de eficiência dos equipamentos técnicos dos edifícios sujeitos a grande intervenção.

Um Certificado Energético é um documento que avalia a eficiência de uma fração numa escala de F (muito pouco eficiente) a A+ (muito eficiente), contém características sobre a habitação como isolamentos de janelas, ventilação, climatização e produção de águas quentes sanitárias e o seu efeito no consumo de energia.

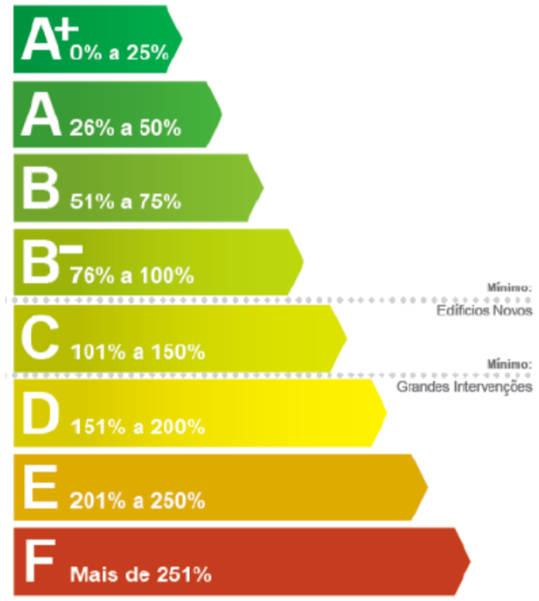


Figura 15: Etiqueta de eficiência energética

Quadro I: Valores para o cálculo da classe energética (valores do rácio de classe energética)

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

Edifícios novos
Grandes intervenções
Edifícios existentes

Os valores presentes no Quadro I são obtidos através do quociente entre o valor das necessidades nominais anuais de energia primária e o valor limite regulamentar para as necessidades nominais anuais de energia primaria e define-se através da seguinte fórmula:

$$\mathbf{R_{Nt}} = \frac{\mathbf{N_{tc}}}{\mathbf{N_t}}$$

Ambos os valores que darão origem ao rácio final são calculados de acordo com o Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação. Um valor mais reduzido significa que o edifício ou fração tem gastos muito inferiores ao limite imposto e um valor mais elevado significa que estes dispêndios se aproximam ou até ultrapassem os valores limite.

Com o aparecimento do DL 95 este método de cálculo é mantido, enquadrando o novo modelo, apenas a alteração dos requisitos do nível de eficiência energética.

2.3. DESCRIÇÃO E ESTRUTURA DO DL Nº 95/2019

Este DL estabelece o regime aplicável à reabilitação de edifícios ou frações autónomas, tentando concretizar um dos objetivos do Governo que passa por "passar a reabilitação da exceção à regra". Isto através da padronização do enquadramento regulamentar da construção para adaptá-la aos requisitos eventualmente impostos.

Foram criadas regras específicas que se revelam distintas das aplicáveis a todos os novos edifícios e infraestruturas novas em Portugal. Este regime é aplicável às operações de reabilitação em edifícios ou frações autónomas cuja utilização seja totalmente ou predominantemente de habitação.

Desta forma, definiu-se que: *"No âmbito do comportamento térmico e eficiência energética em edifícios, quando o procedimento de controlo prévio aplicável à sua construção tenha ocorrido em data anterior à entrada em vigor do Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de fevereiro"*

Para além disso, será também necessário consagrar os três princípios base face às operações a realizar:

- Princípio da proteção e valorização do existente - em que a atuação no edifícios deve ter em conta fatores precedentes ao nível do valor artístico ou estético, científico ou tecnológico e sociocultural;
- Princípio da preservação ambiental - em que a atividade de reabilitação deverá garantir o seu impacto ambiental é reduzido ao mínimo, nomeadamente da extração de matérias-primas, produção de resíduos e emissões prejudiciais. Deverá, então, ser privilegiada a utilização de materiais reutilizados e/ou com reduzidos impactos;
- Princípio da melhoria proporcional e progressiva - onde a melhoria de qualidade de vida tem de integrar as intenções construtivas na edificação, bem como o fator custo-benefício.

O DL altera o paradigma da regulamentação da reabilitação, rumo ao código da construção, abrindo caminho para novos métodos e abordagens. Para a abordagem em questão, apenas serão consideradas as alterações legislativas no que diz respeito ao Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto.

Este é assim um regime que adequa à reabilitação as normas técnicas a aplicar, através da definição de conceitos de diferentes áreas técnicas, visando garantir o cumprimento de padrões de segurança, conforto e qualidade e ao mesmo tempo cumprir os princípios anteriormente enumerados. De forma a organizar toda a informação disponível foi elaborado um índice do DL, ilustrado na Figura 15.

CAPÍTULO I **Disposições gerais**	**Objetivo** **Âmbito de aplicação** **Definições**
CAPÍTULO II **Princípios fundamentais da reabilitação de edifícios e frações autónomas**	**Princípio da proteção e valorização do existente** **Princípio da sustentabilidade ambiental** **Princípio da melhoria proporcional e progressiva**
CAPÍTULO III **Operações da reabilitação**	**Reabilitação de edifícios ou frações autónomas** **Avaliação de vulnerabilidade sísmica**
CAPÍTULO IV **Alterações legislativas**	**Alteração ao Decreto-Lei no 220/2008, de 12 de novembro** **Alteração ao Decreto-Lei no 118/2013, de 20 de agosto** **Aditamento ao Decreto-Lei no 118/2013, de 20 de agosto** **Alteração ao Decreto-Lei no 129/2002, de 11 de maio** **Alteração ao Decreto-Lei no 163/2006, de 8 de agosto** **Aditamento ao Decreto-Lei no 163/2006, de 8 de agosto** **Alteração ao Decreto-Lei no 123/2009, de 21 de maio**
CAPÍTULO V **Outras disposições**	**Aplicação dos eurocódigos estruturais**
CAPÍTULO VI **Disposições finais**	**Regulamentação** **Norma revogatória** **Norma repristinatória** **Regime transitório** **Entrada em vigor**

Figura 16: Índice do Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho

2.3.1. PORTARIA 297/2019

Define o modelo de aplicação ao Decreto-Lei nº 95/2019, de 18 de julho.

2.3.2. PORTARIA 303/2019

Esta portaria fixa os custos-padrão, definidos por tecnologia, sistema, ou elemento construtivo que permitem quantificar o custo das intervenções para operações de reabilitação, nos termos previsto do DL nº 95/2019 de 18 de julho.

2.3.3. METODOLOGIA DE APLICAÇÃO

A metodologia de certificação prevista na Portaria nº 297/2019 é utilizada nas operações de reabilitação de edifícios destinados predominantemente ao uso habitacional ou de frações. O Quadro II, de seguida apresentado, identifica o tipo de operações de reabilitação em função do tipo de edifício e do custo da intervenção. Estes termos foram definidos no nº 2 do artigo 29º-A do Decreto-Lei nº 118/2013, de 20 de agosto, na sua atual redação dada pelo Decreto-Lei nº 95/2019, de 18 de julho.

Quadro II: Tipo de operações de reabilitação em função do tipo de edifício e do custo da intervenção

Nível de intervenção	Intervenções cujo custo C é < 25 % do valor do edifício (*)	Custo (25 % do valor do edifício (*) ≤ C < 300 Euros/m²)	Custo (C ≥ 300 Euros/m²)
Habitação unifamiliar	X	Y	Y
Habitação coletiva			Z

(*) Cfr. artigo 2.º, alínea *gg*) do DL 118/2013.

Os valores do custo "C", que representam segundo a Portaria nº 303/2019, de 12 de setembro nos termos previstos do nº 1 do artigo 17º do DL nº 95/2019, de 18 de julho: "*Custos-padrão de obras de reabilitação na envolvente e nos sistemas técnicos, por metro de quadrado de construção*". Estes podem ser evidenciados no Quadro III.

Quadro III: Custos-padrão de obras de reabilitação na envolvente e nos sistemas técnicos, por metro de quadrado de construção

N.º	Elemento construtivo ou sistema técnico	Tipo de intervenção	Custo (€/m²)
01	Cobertura	Telha e estrutura de madeira	140
02		Telha e esteira em betão	85
03		Chapa sandwich	85
04		Zinco	180
05		Terraço	100
06	Fachadas	Isolamento térmico pelo interior	50
07		Isolamento térmico contínuo, pelo exterior (ETICS)	60
08		Isolamento térmico contínuo pelo exterior (fachada ventilada).	160
09	Vãos Envidraçados	Substituição de vãos envidraçados	300

N.º	Elemento construtivo ou sistema técnico	Tipo de intervenção	Custo (€/m²)
10		Substituição de vãos envidraçados com dispositivos de sombreamento pelo interior.	350
11		Substituição de vãos envidraçados com dispositivos de sombreamento pelo exterior.	400
12	Pavimento em contacto com o solo	Impermeabilização e isolamento térmico de pavimento em contacto com o solo.	80
13	Energias renováveis.	Instalação de coletores solares térmicos	30
14		Instalação de painéis fotovoltaicos.	40
15	Sistema de aquecimento centralizado	Nova instalação	300
16	Sistema de arrefecimento.	Nova instalação	300
17	Sistema de ventilação	Admissão e extração de ar.	10
18	Águas e Esgotos	Substituição da rede de águas e esgotos	15
19	Instalações	Instalação de nova rede elétrica e de telecomunicações	15
20		Instalação de rede de gás	5
21		Substituição da rede de águas pluviais	10
22	Obras no interior.	Obras interiores com alteração de divisórias	200
24		Obras interiores sem alteração de divisórias e alteração de instalações sanitárias.	150
24		Obras interiores sem alteração de divisões e sem alteração de instalações sanitárias.	100

Nas intervenções Tipo X é exigido (segundo a alínea 3.1. do Anexo II da Portaria nº 297/2019, de 9 de setembro):

a) Os coeficientes de transmissão térmica superficial dos elementos a intervencionar na envolvente opaca e envidraçada devem respeitar os valores máximos indicados no Quadro IV;
b) Os fatores solares dos vãos envidraçados horizontais e verticais da envolvente externa a intervencionar devem respeitar os valores máximos indicados no Quadro V.

Quadro IV: Coeficientes de transmissão térmica superficiais máximos admissíveis U_{max} $(W/m^2 \cdot K)$

Elemento exterior		I1	I2	I3
Elementos opacos verticais — Paredes		1,70	1,50	1,40
Elementos opacos horizontais	Coberturas	0,80	0,70	0,60
	Pavimentos sobre o exterior	1,00	0,90	0,80
Vão envidraçados (portas e janelas) — U_{wdn}		4,50	4,00	4,00

Quadro V: Valores máximos admissíveis de g_{Tmax}

	V1[3]									
A_{env}/A_{pav} [1]	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient[2]	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,20	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20	0,40	0,40	0,20
Forte	0,60	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40	0,60	0,40	0,40
	V2[3]									
A_{env}/A_{pav}	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,15	0,40	0,15	0,15	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,40	0,15	0,40	0,30	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte	0,60	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,35	0,60	0,40	0,30
	V3[3]									
A_{env}/A_{pav}	<5 %	≥5 % — <15 %			≥15 % — <25 %			≥25 %		
Inérc/Orient	E-S-O	N	E-S	O	N	E-S	O	N	E-S	O
Fraca	0,40	0,40	0,20	0,10	0,40	0,10	0,10	0,40	0,10	0,10
Média	0,40	0,40	0,35	0,15	0,40	0,25	0,15	0,40	0,40	0,15
Forte	0,60	0,60	0,35	0,30	0,60	0,35	0,30	0,60	0,40	0,25

[1] Percentagem de área de vãos envidraçados face à área de pavimento do compartimento associado.
[2] Inércia térmica/Orientação solar.
[3] Zonas climáticas de verão.

Através de uma análise cuidadosa a toda a informação pertencente aos quadros de valores da legislação aplicável à matéria em estudo, foi possível encontrar um pequeno erro na identificação da zona "V3" ao nível do cabeçalho. No documento original é possível encontrar primeiramente "V2" seguido de "V3". Ao transcrever a informação para o presente documento corrigi essa informação errada, retirando a linha do quadro que estaria em excesso.

Para possibilitar a leitura destes quadros anteriormente apresentados será necessário primeiramente identificar a zona climática onde se encontra o edifício ou fração. Estão definidas três zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e três zonas climáticas de verão (V1, V2 e V3) para aplicação destes requisitos de qualidade térmica da envolvente.

As zonas climáticas de inverno são definidas a partir do número de graus-dias (GD) na base de 18 °C, correspondente à estacão de aquecimento, conforme o Quadro VI, e estão representadas graficamente na Figura 8.

Quadro VI: Critérios para a determinação da zona climática de inverno

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

As zonas climáticas de verão são definidas a partir da temperatura média exterior correspondente à estação convencional de arrefecimento ($\theta_{ext,v}$) conforme o Quadro VII, e estão representadas graficamente na Figura 17 e 18.

Quadro VII: Critérios para a determinação da zona climática de verão

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

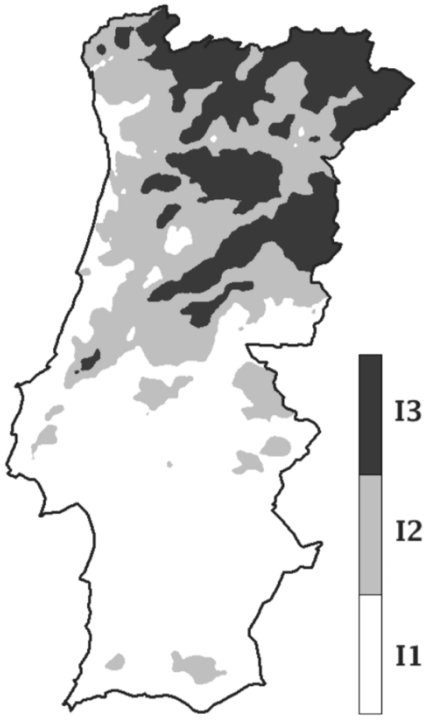


Figura 17: Zonas climáticas de inverno no continente

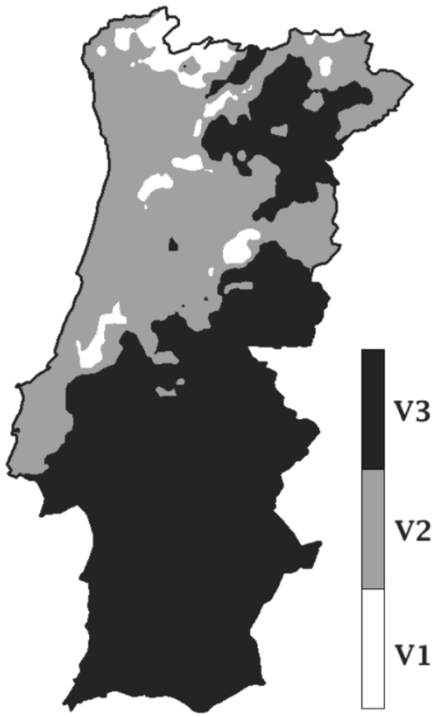


Figura 18: Zonas climáticas de verão no continente

Nas intervenções do Tipo Y são usadas as regras simplificadas do REH nos edifícios sujeitos a grandes intervenções e é exigido (segundo a alínea 3.2. do Anexo II da Portaria 297, de 9 de setembro):

a) Uma limitação do coeficiente de transmissão térmica conforme os valores máximos indicados no Quadro IV;

b) Os fatores solares dos vão envidraçados horizontais e verticais da envolvente externa a intervencionar devem respeitar os valores máximos indicados no Quadro V;

c) A relação entre os valores das necessidades nominais e limite de energia primária (Ntc/Nt) é, no máximo, 2,00;

d) As perdas térmicas lineares são quantificadas através do agravamento das perdas térmicas em superfície corrente do elemento construtivo onde se inserem utilizando o fator multiplicativo conforme constante no Quadro VIII:

Quadro VIII: Valores dos fatores multiplicativo para determinação de perdas térmicas lineares

$U_{médio}$ da envolvente vertical	Fator
< 0,6	1,6
0,6 — 0,8	1,5
0,8 — 1	1,4
> 1	1,2

Analisando criticamente o quadro anterior podemos depararmo-nos com uma questão pertinente quanto à escolha do fator multiplicativo mais indicado. Imaginemos uma situação em que o coeficiente de transmissão térmica médio da envolvente vertical é 0,8 W/m^2K. Ora, segundo os dados fornecidos pela Portaria, estaria tão correto adotar o fator multiplicativo 1,5, como 1,4.

e) Os critérios de ventilação mínimos no inverno são os definidos na norma NP 1037-1 no que se refere a:
   (i) Obrigatoriedade de admissão de ar nos quartos e sala, com caudais de ar de 30 e 60 m3/h, respetivamente;
   (ii) Extração de ar natural em instalações sanitárias segundo os critérios da norma NP 1037-1 ou extração de ar mecânica permanente com caudais de 45 e 30 m3/h, em instalações sanitárias com e sem duche, respetivamente;

Nas intervenções do Tipo Z é utilizado também o método de cálculo do REH com as seguintes simplificações (segundo a alínea 3.3. do Anexo II da Portaria 297, de 9 de setembro):

a) A relação entre os valores das necessidades nominais e limite de energia primária (Ntc/Nt) é, no máximo, 1,50;
b) Os demais requisitos devem ser iguais às alíneas a), b), d) e e) das intervenções anteriormente enumeradas do Tipo Y.

2.4. ANÁLISE COMPARATIVA

Como já foi referido no subcapítulo dedicado ao DL nº 95/2019, este veio introduzir algumas alterações ao DL nº 118/2013 e clarificar alguns aspetos e situações que poderiam não estar incluídas na legislação até aí em vigor.

Depois de ler e analisar detalhadamente o Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de agosto, era notório que algumas exigências seriam mais difíceis de cumprir face à realidade dos edifícios existentes. Apesar do DL nº 95/2019 ter trazido alguns esclarecimentos acerca destes aspetos, também gerou algumas perguntas na forma de atuação.

Assim sendo, foram feitas algumas alterações e aditamentos dentro das diversas áreas da construção ligada a edifícios, como é o caso da aplicação do Regulamento Geral das Edificações Urbanas (RGEU), a acessibilidade em edifícios, a segurança contra incêndios, o comportamento térmico e eficiência energética, o comportamento acústico e a segurança estrutural. Todas estas modalidades foram suportadas por portarias dedicadamente associadas. No caso do tema que serve como base para esta dissertação, as alterações efetuadas pelo novo regime apoiam-se na Portaria nº 297/2019, de 9 de setembro e na Portaria nº 303/2019, de 12 de setembro.

Seguem nos seguintes quadros que resumem todos os parâmetros significativos para a temática destacada neste documento, quer para o DL nº 118/2013 (Quadro IX), quer para o DL nº95/2019 (Quadro X).

No segundo quadro é importante destacar que as siglas I1, I2 e I3 representam as 3 zonas climáticas de inverno no território português.

Quadro IX: Exigências do Decreto-Lei nº 118/2013 para a reabilitação

		Decreto-Lei nº 118/2013
Coeficiente de transmissão térmica - U	Paredes	Se estiver em contacto com o exterior ou espaços não úteis com $b_{tr} > 0{,}7$: $U_{máx}$ toma valores de 0,50/0,40/0,35 ($W/m^2 \cdot K$) conforme I1, I2 e I3 respetivamente.
	Coberturas	$U_{máx}$ toma valores de 0,40/0,35/0,30 ($W/m^2 \cdot K$) conforme I1, I2 e I3 respetivamente.
	Vãos envidraçados	$U_{w,máx}$ toma valores de 2,80/2,40/2,20 ($W/m^2 \cdot K$) conforme I1, I2 e I3 respetivamente.
	Pavimentos em contacto com ar	Se estiver em contacto com o exterior ou espaços não úteis com $b_{tr} > 0{,}7$: $U_{máx}$ toma valores de 0,40/0,35/0,30 ($W/m^2 \cdot K$) conforme I1, I2 e I3 respetivamente.
	Pavimento térreo	Sem exigências
	Ponte térmica plana	$U_{PTP} \leq 2 \times U_{cor}$ $U_{PTP} \leq 2 \times U_{máx}$ Dispensada quando $U_{PTP} \leq 0{,}9\ W/(m^2 \cdot ℃)$
Coeficiente de transmissão térmica linear - Ψ		São apresentados valores de referência com bastante simplicidade. Apenas 3 categorias de valores (0,3/0,5/0,7 ($W/m \cdot ℃$)) indicados no Despacho 15793-E/2013 que aplica regras de simplificação aos edifícios sujeitos a grande intervenção e existentes.
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento -N_{ic}		Apenas aplicável para edifícios sujeitos a grande intervenção e de época de construção entre 1960 e 1990, sendo o valor da relação Nic/Ni de 1,25. Não aplicável a edifícios anteriores a 1960.
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento - N_{vc}		Apenas aplicável para edifícios sujeitos a grande intervenção e de época de construção entre 1960 e 1990, sendo o valor da relação Nvc/Nv de 1,25. Não aplicável a edifícios anteriores a 1960.
Necessidades nominais anuais de energia primaria - N_{tc}		Valor limite da relação Ntc/Nt de 1,50 estipulado para todos os edifícios. Admite classe energética C.
Fator solar - g_T		Não existe qualquer tipo de diferenciação quanto à época de construção dos edifícios, apenas se enquadra nos edifícios existentes sujeitos a grandes intervenções. Depende da classe de inércia e da zona climática de verão. Valores variam entre 0,10 e 0,56.
Ventilação		Taxa de renovação do ar mínima estipulada igual ou superior a 0,4 renovações por hora (Inverno).
Coletores solares/ Energias Renováveis		Instalação obrigatória sempre que haja exposição solar obrigatória. Energia produzida terá de ser igual ou superior à calculada pelo programa Solterm do LNEG ou outro equivalente. $A_{coletor} \leq 50\% \cdot A_{cobertura}$ com boa exposição solar. Caso o sistema climatize o interior da habitação, salvaguardar que este seja prioritariamente para preparação de água quente. Apresentação dos 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 a1=4,12 W/(m2.K) e a2=0,014 W/(m2.K2); iv. Modificador de ângulo para incidência de 50˚ igual a 0,91.

No DL 95 há um modelo muito simplificado de cálculo, visto que os modelos Y e Z quantificam as pontes térmicas lineares através de um coeficiente multiplicativo definido no Quadro X.

Quadro X: Exigências do Decreto-Lei nº 95/2019 para a reabilitação

		Decreto-Lei nº 95/2019		
		Tipo X	**Tipo Y**	**Tipo Z**
Coeficiente de transmissão térmica - U	Paredes	Valores variam conforme zonas climáticas de inverno. $U_{máx}$ toma valores de 1,70/1,50/1,40 $(W/m^2 \cdot K)$ conforme I1, I2 e I3 respetivamente.	Idêntico ao tipo X.	Idêntico ao tipo X.
	Coberturas	Valores variam conforme zonas climáticas de inverno. $U_{máx}$ toma valores de 0,80/0,70/0,60 $(W/m^2 \cdot K)$ conforme I1, I2 e I3 respetivamente.	Idêntico ao tipo X.	Idêntico ao tipo X.
	Vãos envidraçados	$U_{máx}$ toma valores de 4,50/4,00/4,00 $(W/m^2 \cdot K)$ conforme I1, I2 e I3 respetivamente.	Idêntico ao tipo X.	Idêntico ao tipo X.
	Pavimentos em contacto com ar	$U_{máx}$ toma valores de 1,00/0,90/0,80 $(W/m^2 \cdot K)$ conforme I1, I2 e I3 respetivamente.	Idêntico ao tipo X.	Idêntico ao tipo X.
	Pavimento térreo	Sem exigências.	Sem exigências.	Sem exigências.
	Ponte térmica plana	$U_{PTP} \leq U_{máx}$ do elemento em consideração.	$U_{PTP} \leq U_{máx}$ do elemento em consideração.	$U_{PTP} \leq U_{máx}$ do elemento em consideração.
Coeficiente de transmissão térmica linear - Ψ		Sem cálculo.	Fator multiplicativo dependente do coeficiente de transmissão térmica médio da envolvente.	Idêntico ao tipo Y.
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento -N_{ic}		Sem cálculo.	Apenas aplicável para edifícios sujeitos a grande intervenção e de época de construção entre 1960 e 1990, sendo o valor da relação Nic/Ni de 1,25. Não aplicável a edifícios anteriores a 1960.	Idêntico ao tipo Y.
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento - N_{vc}		Sem cálculo.	Apenas aplicável para edifícios sujeitos a grande intervenção e de época de construção entre 1960 e 1990, sendo o valor da relação Nvc/Nv de 1,25. Não aplicável a edifícios anteriores a 1960.	Idêntico ao tipo Y.
Necessidades nominais anuais de energia primaria - N_{tc}		Sem cálculo.	Valor limite da relação Ntc/Nt de 2,00 estipulado para todos os edifícios. Admite classe energética D.	Valor limite da relação Ntc/Nt de 1,50 estipulado para todos os edifícios. Admite classe energética C.
Fator solar - g_T		Todos os valores máximos admissíveis apresentados em tabela acrescentando uma categoria para A_{env}/A_{pav} inferior a 5%. Desmultiplicação em colunas conforme orientação e linhas conforme o grau de inércia.	Idêntico ao tipo X.	Idêntico ao tipo X.
Ventilação		Sem exigências.	Obrigatoriedade de admissão de ar nos quartos e sala, com caudais de ar de 30 e 60 m3/h, respetivamente . Extração de ar natural em instalações sanitárias segundo os critérios da norma NP 1037-1 ou extração de ar mecânica permanente com caudais de 45 e 30 m3/h, em instalações sanitárias com e sem duche, respetivamente.	Idêntico ao tipo Y.
Coletores solares/ Energias Renováveis		Sem exigências.	Sem exigências.	Sem exigências.

A estratégia adotada pelo Decreto-Lei nº 95/2019 para facilitar a separação das intervenções resume-se ao cálculo do custos-padrão destas para operações de reabilitação. Estes custos estão fixados na Portaria nº 303/2019, de 12 de setembro, de uma forma bastante generalizada visto que existem poucas opções do âmbito da reabilitação. Por um lado há uma clara simplificação do processo de cálculo, por outro pode gerar alguma incerteza e dúvida.

Através da fixação deste custo é então possível enquadrar a intervenção numa de três tipologias definidas pelas letras X, Y e Z. Posteriormente cada uma destas categorias tem diferentes graus de exigência quanto aos valores pedidos, como se encontra descrito no quadro 10.

Comparativamente, este Decreto veio então simplificar o panorama da reabilitação nalgumas áreas de especificações normativas e introduzir outros grupos avaliativos. As principais diferenças entre o DL nº 118/2013 e o nº 95/2019, como já foi esquematizado anteriormente, é uma redução de complexidade através de uma abordagem distinta, uma menor exigência generalizada nos valores de coeficiente de transmissão térmica. Tanto as necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento e arrefecimento deixaram de ter qualquer tipo de imposições no tipo X mas idênticas ao DL nº 118/2013 nos tipos Y e Z. Quanto à classificação energética nada e dito na tipologia X, na tipologia Y é admitida uma classificação mínima de D versus a classificação anteriormente considerada para todos os edifícios de C que só é igualada para intervenções a edifícios que se enquadrem no tipo Z. Na definição das exigências do fator solar, a nova legislação fixa uma série de valores tabelados com um novo ponto avaliativo da inércia/orientação ao invés de disponibilizar as fórmulas para o seu cálculo. A tipologia X não apresenta critérios quanto à circulação do ar, porém os outros dois tipos impõem obrigatoriedade de valores quanto à entrada e saída do ar que se diferenciam da anterior legislação visto que esta só continha a taxa de renovação do ar mínima definida.

No Quadro XI obtemos uma perspetiva geral se a nova legislação traz maior complexidade e exigências no que toca à reabilitação de edifício.

Quadro XI: Quadro comparativo da diferente abordagem do Decreto-Lei nº 95/2019 em relação ao Decreto-Lei nº 118/2013

		Decreto-Lei nº 95/2019		
		Tipo X	**Tipo Y**	**Tipo Z**
Coeficiente de transmissão térmica - U	Paredes	Menos exigente	Menos exigente	Menos exigente
	Coberturas	Menos exigente	Menos exigente	Menos exigente
	Vãos envidraçados	Menos exigente	Menos exigente	Menos exigente
	Pavimentos em contacto com ar	Menos exigente	Menos exigente	Menos exigente
	Pavimento térreo	Idêntico	Idêntico	Idêntico
	Ponte térmica plana	Mais exigente	Mais exigente	Mais exigente
Coeficiente de transmissão térmica linear - Ψ		-	Menos exigente	Menos exigente
Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento -N_{ic}		-	Idêntico	Idêntico
Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento - N_{vc}		-	Idêntico	Idêntico
Necessidades nominais anuais de energia primaria - N_{tc}		-	Menos exigente	Idêntico
Fator solar - g_T		Mais exigente e complexo	Mais exigente e complexo	Mais exigente e complexo
Ventilação		-	Mais exigente	Mais exigente
Coletores solares/ Energias Renováveis		-	Menos exigente	Menos exigente

Do ponto de vista de utilizador este modelo acaba por servir de manual ao processo de reabilitação com conteúdos um pouco mais dedicados à matéria em si e acaba por promover o processo de intervenção em edifícios já existentes pela diminuição da taxa de exigência generalizada. É extremamente positivo poder fazer entender que a reabilitação passa pelo futuro da construção no nosso país e que existem vastas vantagem nessa processo, nomeadamente económicas e ambientais, para não mencionar a preservação do património nacional e o caráter construtivo que nos distingue e é único.

Os conteúdos estão mais objetivos neste novo modelo dedicado à reabilitação, contudo será sempre necessário algum exercício mental em certos casos excecionais visto que o espectro de edifícios no panorama nacional é bastante alargado e não existe simplesmente um padrão que funcione como regra. Será sempre necessário adaptar toda a legislação disponível e em vigor ao caso de estudo.

3

TIPIFICAÇÃO CONSTRUTIVA DOS EDIFÍCIOS A REABILITAR

3.1. NÚMERO DE EDIFÍCIOS

Atualmente em Portugal, existe o registo da existência de 3.544.389 edifícios segundo a fonte PORDATA (Quadro XII), sendo que o último registo efetuado data o dia 15 de março de 2018.

Quadro XII: Número existente de edifícios na totalidade e por época de construção. Fontes/Entidades: INE, PORDATA

Anos	Época de construção								
	Total	Anterior a 1919	1919 - 1945	1946 - 1960	1961 - 1970	1971 - 1980	1981 - 1990	1991 - 2000	2001 - 2010
1981	2.507.706	643.059	482.791	406.003	354.226	621.627	//	//	//
1991	2.861.719	461.889	427.531	392.042	395.880	511.200	673.177	//	//
2001	3.160.043	253.880	344.936	357.042	395.262	553.349	648.930	606.644	//
2011	3.544.389	206.343	305.696	387.340	408.831	588.858	578.845	558.471	510.005

De acordo com a legislação introduzida quanto à reabilitação pelo Decreto-Lei nº 95/2019, de 18 de julho aplicada à área da térmica e eficiência energética, apenas são considerados os edifícios e frações cujo procedimento de controlo prévio aplicado à sua construção tenha ocorrido em data anterior à entrada em vigor do Decreto-Lei nº 40/90, de 6 de fevereiro. Neste caso, trata-se de 2 861 719 edifícios.

Em 2011 o parque habitacional era constituído por cerca de 3,5 milhões de edifícios que concentravam 5,9 milhões de alojamentos, dos quais 68,1% eram ocupados como residências habitacionais e os restantes 31,9% eram segundas residências ou estavam desocupados. Tais dados encontram-se incluídos na Figura 19.

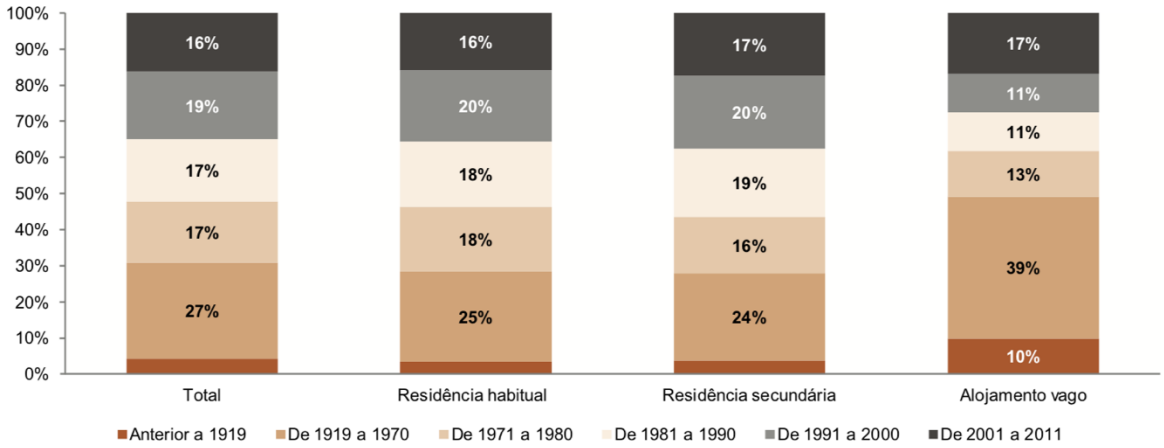


Figura 19: Distribuição dos alojamentos familiares clássicos por forma de ocupação e época de construção, 2011. Fonte: INE, CENSOS 2011

Segundo os dados fornecidos pelos Censos de 2011 4% do número total de edifícios de habitação pertencem a uma época de construção anterior a 1919, 27% foram construídos entre 1919 e 1970, 17% de 1971 a 1980, 17% de 1981 a 1990, 19% de 1991 a 2000 e 16% de 2001 a 2011. Fazendo o somatório das habitações construídas até 1990 concluímos que se trata 65%, ou seja, cerca de 3,8 milhões de alojamentos.

Pegando nesta amostra e nos dados fornecidos pelo DL nº 118/2013 existem alguns parâmetros de aplicação negativa que eventualmente excluem parte destes edifícios. Relembrando os casos negativos, excluem-se:

- Edifícios unifamiliares com área útil igual ou inferior a $50m^2$;
- Edifícios em ruínas, os monumentos e os edifícios individualmente classificados ou em vias de classificação e aqueles que seja reconhecido especial valor arquitetónico ou histórico pela entidade licenciadora ou por outra entidade competente para o efeito;
- Edifícios integrados em conjuntos ou sítios classificados ou em vias de classificação, ou situados dentro de zonas de proteção.

Como seria de uma enorme incerteza classificar toda a amostra nacional, seria pertinente reduzir o número em análise e posteriormente realizar uma extrapolação de modo a obter um número estimado de edifícios e frações enquadráveis nos parâmetros legislativos quanta à reabilitação.

Quadro XIII: Número de edifícios por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e Tipo de utilização; Fonte: INE, Recenseamento da população e habitação - Censos 2011

Localização geográfica (à data dos Censos 2011)	Nº de edifícios por tipo de utilização		
	Total	Residencial	Não residencial
Portugal	3 544 389	3 518 152	26 237
Espinho	8 889	8 861	28
Porto	44 324	43 667	657
Vila do Conde	22 895	22 694	201

Quadro XIV: Número de edifícios por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e época de construção; Fonte: INE, Recenseamento da população e habitação - Censos 2011

Localização geográfica (à data dos Censos 2011)	Nº de edifícios por época de construção	
	Total	Antes de 1990
Portugal	3 544 389	2 475 913
Espinho	8 889	6 839
Porto	44 324	39 398
Vila do Conde	22 895	15 478

Podemos analisar no quadro XIII o número de edifícios não residenciais existentes tanto em Portugal, como nas cidades de Espinho, Porto e Vila do Conde que integram os dados retirados da base de dados do Instituto Nacional de Estatística que tem como base os valores obtidos nos Censos de 2011. A percentagem de edifícios não residenciais em Portugal é de 0,74% e a das cidades consideradas varia entre 0,31% e 1,48%. Já no quadro XIV temos o número de edifícios por época de construção. Como não existem dados suficientes para obter o número de edifícios não residenciais sobreposto com o número atual de edifícios com construção anterior a 1990, teremos que estimar esse valor fictício.

Aplicando a taxa de edifícios não residenciais em cada uma das áreas geográficas consideradas obtemos (note que os valores apresentados não são os reais mas sim uma aproximação dos valores a considerar para o fim em causa):

- Portugal – 0,74% - 2 457 591 edifícios
- Espinho – 0,31% - 6 818 edifícios
- Porto – 1,48% - 38 815 edifícios
- Vila do Conde – 0,88% - 15 342 edifícios

Assim sendo, estes valores representam o número existente de edifícios predominantemente habitacionais com construção anterior a 1990.

Além destas condicionantes exploradas anteriormente, existem também outras áreas com restrições construtivas, denominadas de Áreas de Reabilitação Urbana (ARU). Estas têm como

definição: "*...área territorialmente delimitada que, em virtude da insuficiência, degradação ou obsolescência dos edifícios, das infraestruturas, dos equipamentos de utilização coletiva e dos espaços urbanos e verdes de utilização coletiva, designadamente no que se refere às suas condições de uso, solidez, segurança, estética ou salubridade, justifique uma intervenção integrada, através de uma Operação de Reabilitação Urbana aprovada em instrumento próprio ou em plano de pormenor de reabilitação urbana."*

A delimitação de uma ARU é definida pelo Município congregando na área um conjunto de intervenções e investimentos integrados, assegurando a manutenção do património edificado e o desenvolvimento sustentável do respetivo território.

Dentro de cada uma das cidades consideradas existe pelo menos uma ARU no seu território. Em Espinho existe uma do litoral da cidade de Espinho, na cidade do Porto existe a área do centro histórico, dos Aliados, do Bomfim, da Cedofeita, de Miragaia, da Lapa, de Santos Pousada e de Campanhã – Estação. Por fim temos as ARU de Vila do Conde, onde temos a de Macieira da Maia, de Malta, de Mosteiró, de Vairão, de Vila Chã e de Vila do Conde e Azurara. Muitas edificações presentes nestas áreas de destaque poderão ter valor patrimonial.

Ora, a legislação correspondente a estes processos pode não ser a mesma que assegura o modelo de reabilitação de edifícios e frações fora destas áreas. Por esse motivo poderemos não considerar os edifícios aí presentes, sendo que o cálculo do número concreto de edificações não enquadráveis devido a este parâmetro é de extrema dificuldade ou até quase impossível.

Outro parâmetro caracterizante de edifícios que os exclui do âmbito dos Decretos-Lei em questão a nível de certificação energética será a área em planta inferior a $50m^2$. Este tipo de edificações também será de uma grande dificuldade enumerar ao certo, visto que são casos muito escassos de casas de campo ou de aldeias isoladas que poderão nem ter qualquer tipo de registo a nível de plantas construtivas ou sequer de existência nas respetivas Juntas de Freguesia ou Câmaras Municipais.

No fundo, a determinação da inclusão de um edifício ou fração, quer no DL nº118/2013, quer no DL nº 95/2019 vai acabar por cair na responsabilidade do PQ responsável pelo processo interventivo. Este vai desenvolver o regime de excecionalidade caso este venha a existir, apresentando-o à Câmara Municipal (CM). Posteriormente a Agência para a Energia (ADENE), que é a agência nacional portuguesa de energia, vai ou não aceitar este regime.

Todo este processo acaba por ser relativo e acaba por não existir um número conciso de edifícios que se integram à legislação em vigor. Conseguimos apenas saber uma estimativa bruta com alguns dos dados provenientes dos Censos e outras plataformas de dados estatísticos.

3.2. TIPOLOGIAS CONSTRUTIVAS

Neste capítulo, serão descritas as tipologias construtivas mais comuns no grande Porto. O motivo por detrás desta escolha de localização geográfica recai sobre o facto de esta incluir todas as cidades analisadas no subcapítulo anterior. Além disso, através das informações presentes no website do INE, verificamos que 11% dos alojamentos familiares no continente encontram-se presentes em edifícios do Grande Porto, como podemos constatar pela leitura do Quadro XV.

Quadro XV: Número de alojamentos familiares por localização geográfica. Fonte: INE, CENSOS 2011

Localização geográfica (à data dos Censos 2011)	Número de alojamentos familiares
Continente	5 627 555
Grande Porto	623 616

A sociedade portuense sempre esteve ligada ao comércio e por este motivo grande parte dos seus edifícios tomavam tanto características comerciais como habitacionais. Estas características resultam numa construção em altura com múltiplos pisos integrada no desenho urbanístico da cidade. Desta maneira, os edifícios tomavam sempre a mesma forma perante a rua onde circulavam os potenciais consumidores, com o comércio a tomar o nível do rés-do-chão e a habitação os pisos superiores como forma de privacidade em relação ao espaço público. O piso térreo destinado a comércio ou armazenamento pode ou não conter uma cave. As suas fachadas exibem grandes janelas de peito ou de sacada, e a cobertura revestida a telha cerâmica é suportada por uma estrutura de madeira.

Para que seja possível reabilitar algum edifício ou fração, é necessário conhecer suas as necessidades de reparo quanto à época de construção mais concretamente edifícios até 1990 de modo a poder identificar tipologias construtivas e materiais utilizados. É possível consultar estas informações através do gráfico seguinte e confirmar que a necessidade de reparação é geralmente mais elevada para edifícios construídos até 1990 que contam à data da execução dos Censos 21 anos ou mais (Figura 20).

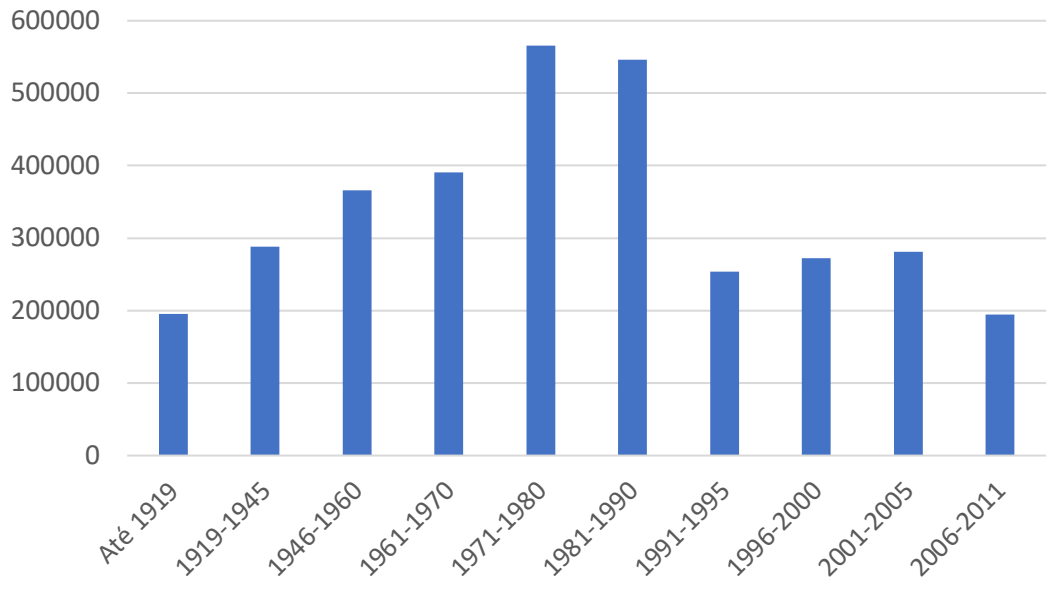


Figura 20: Número de edifícios com necessidade de reparação por época de construção. Fonte: INE, CENSOS 2011

As Figuras 21 e 22 revelam o número de edifícios consoante o tipo de estrutura na sua construção e o número de edifícios consoante o tipo de materiais utilizados na cobertura até 1990, respetivamente.

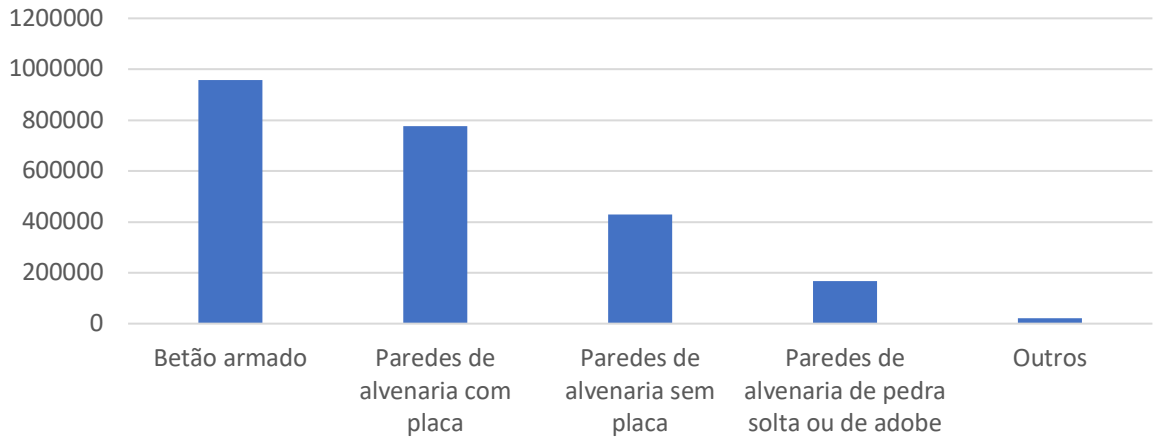


Figura 21: Número de edifícios consoante o tipo de estrutura da construção até 1990 (Continente). Fonte: INE, CENSOS 2011

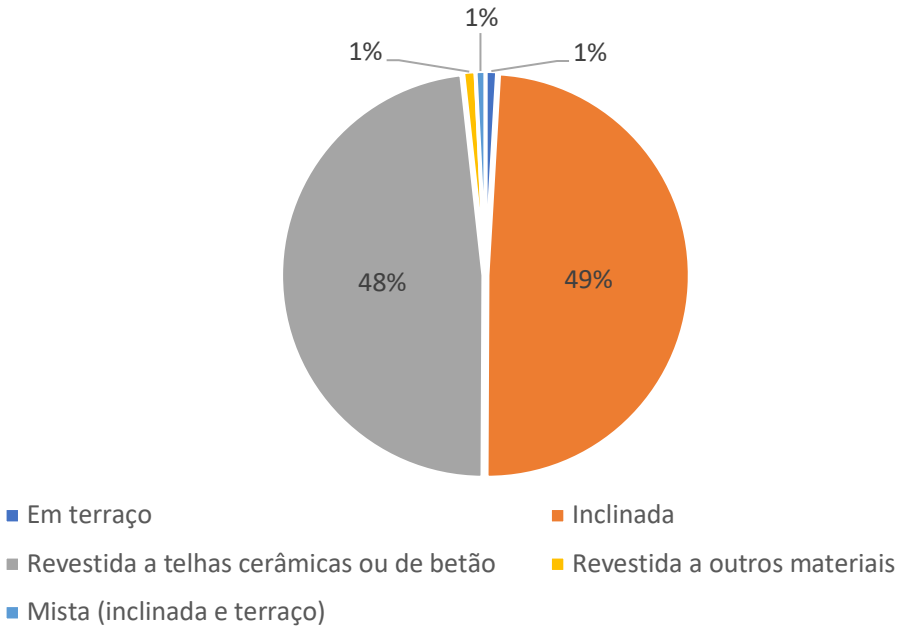


Figura 22: Número de edifícios consoante o tipo de materiais utilizados na cobertura até 1990 (Continente). Fonte: INE, CENSOS 2011

A maioria das estruturas construtivas são em betão armado apesar deste só ter sido introduzido mais tarde na indústria da construção como material corrente e nas coberturas há uma prevalência tas tipologias em terraço e inclinada, qua acumulam 97% do total utilizado em edifícios com construção até ao ano de 1990 (Figura 23).

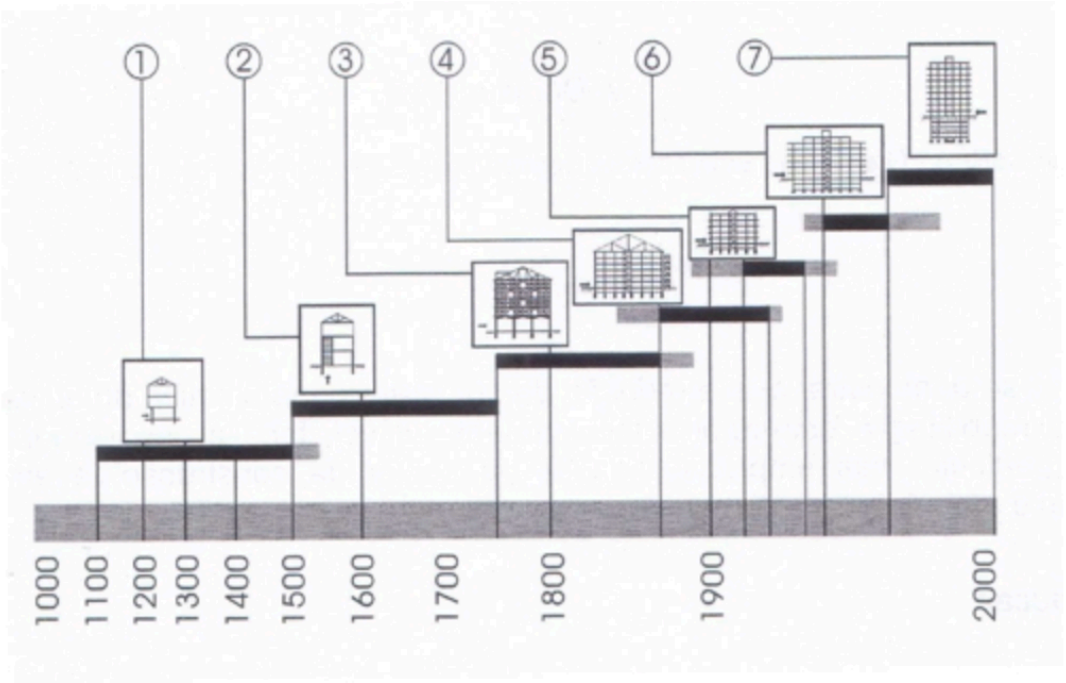


Figura 23: Evolução das tipologias construtivas em Portugal ao longo do tempo

À medida que a altura dos edifícios aumenta, os materiais utilizados na sua construção evoluem de madeira para alvenaria de pedra e tijolo e depois betão armado no início do século XX. Desta forma, é possível estabelecer-se uma divisão ao nível das tipologias construtivas ao longo do tempo, conforme as tecnologias empregues. Fazendo a divisão da linha temporal das edificações temos:

- Edifícios com estrutura em alvenaria (< 1755);
- Edifícios com estrutura de alvenaria da época pombalina e similares (1755-1880);
- Edifícios com estrutura de alvenaria tipo gaioleiro (1880-1930);
- Edifícios com estrutura mista de alvenaria e betão (1930-1940);
- Edifícios com estrutura mista de betão e alvenaria (1940-1960);
- Edifícios recentes de betão armado (> 1960).

Tanto a figura anteriormente apresentada como a divisão temporal é relativa aos edifícios da zona Metropolitana de Lisboa, sendo que o Porto terá contornos diferentes. Além da evolução

quanto ao tipo de materiais, também existiram outros desenvolvimentos ao nível dos quarteirões, plantas, organização das divisões dentro da própria habitação, instalações sanitárias, instalações elétricas, instalações de gás e evolução quanto aos aspetos de conforto térmico, de iluminação e acústico. Tudo isto referido anteriormente também foi acompanhado pelo desenvolvimento dos processos construtivos e maquinaria disponível.

3.3. ELEMENTOS CONSTRUTIVOS DA ENVOLVENTE

Após a tipificação da tipologia dos edifícios consoante a época de construção como um todo, é relevante nesta fase seguinte caracterizar cada um dos elementos da envolvente. Será feita uma breve descrição quanto à importância energética, níveis de qualidade e metodologias de intervenção.

3.3.1. PAREDES

As paredes podem ter 6 tipificações distintas de paredes exteriores (PE) que funcionará como base para a descrição de um edifícios ou fração (Figura 24).

Usando como referência as PE1, PE3 e PE4, consideramos 3 subcategorias conforme as 3 zonas climáticas de inverno (I1, I2 e I3) e consideramos valores referência de coeficiente de transmissão térmica de cada uma das tipologias, Graus-Dias das zonas e o custo unitário da energia que acaba por ser igual para todas as zonas e tipos de paredes.

Com estes valores calculamos posteriormente as perdas pela envolvente na estação de aquecimento (Q_{ext}) e o custo da energia (C_e) para cada uma das categorias (Quadros XVI e XVII). Estes valores são obtidos pelas seguintes fórmulas:

$$\mathbf{Q_{ext} = 0,024 \times U \times A \times GD\ (kWh)} \quad \text{(Eq. 1)}$$

U – Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot °C$)

A – Área da parede (m^2)

GD – Graus-Dias de aquecimento

$$\mathbf{C_e = Q_{ext} \times C_{e,i}\ (€/m^2)} \quad \text{(Eq. 2)}$$

Q_{ext} – Perdas pela envolvente na estação de aquecimento (kWh)

$C_{e,i}$ – Custo unitário da energia (€/kWh)

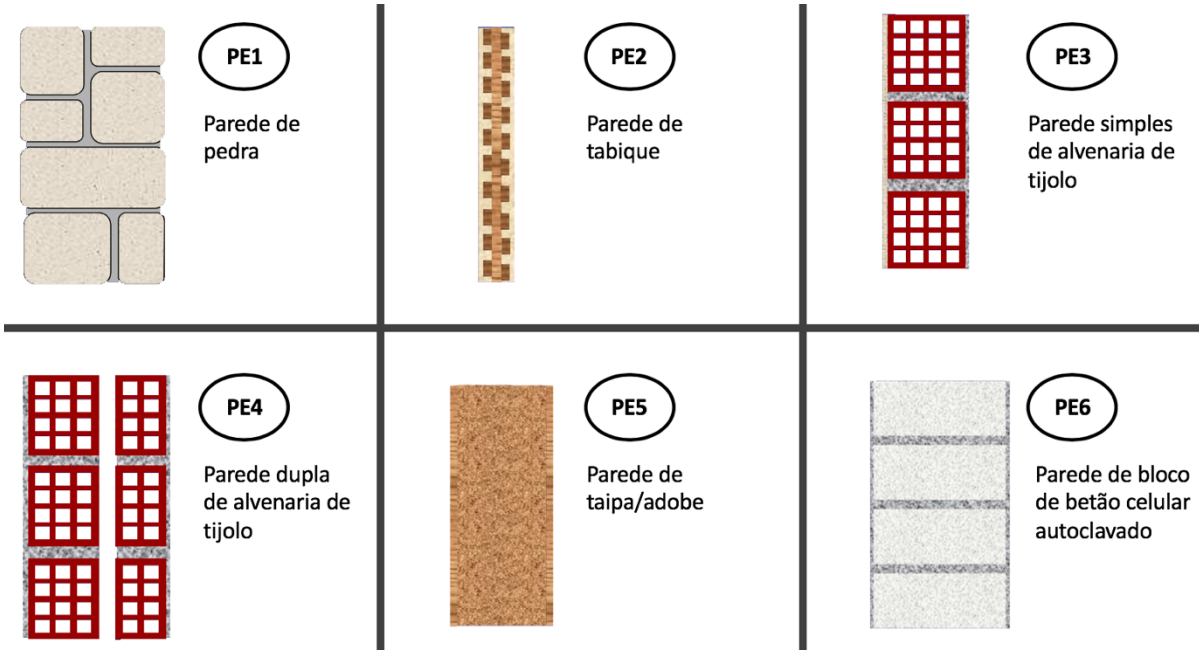


Figura 24: Tipificação das soluções construtivas de paredes exteriores. Fonte: ADENE

O seguinte quadro (Quadro XVI) tem como particularidade os valores dos GD, que foram arbitrados e 0,10 que é o custo unitário da energia fornecida por gás.

Quadro XVI: Valores de importância energética ao nível de paredes exteriores. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança

	PE1 – Parede simples de pedra			**PE3 – Parede simples de tijolo furado (0,20 a 0,24)**			**PE4 – Parede dupla de tijolo furado (0,11 + 0,15m)**		
Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot$ ºC)	2,9			1,3			0,96		
Zona Climática	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3
Graus-Dias (GD)	1190	1610	2850	1190	1610	2850	1190	1610	2850
Custo unitário da energia - $C_{e,i}$ (€/kWh)	0,10								
Custo da energia - C_e (€/m^2)	8	11	20	4	5	9	3	4	7

Quadro XVII: Valores das perdas pela envolvente na estação de aquecimento (Q_{ext}). Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança

	PE1 – Parede simples de pedra			**PE3 – Parede simples de tijolo furado (0,20 a 0,24)**			**PE4 – Parede dupla de tijolo furado (0,11 + 0,15m)**		
Zona Climática	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**
Área de parede = 10 m^2	83	112	198	37	50	89	27	37	66
Área de parede = 20 m^2	166	224	397	74	100	178	55	74	131
Área de parede = 50 m^2	414	560	992	186	251	445	137	185	328
Área de parede = 100 m^2	828	1121	1984	371	502	889	274	371	657

Posteriormente são analisados os coeficientes de transmissão térmica de referência e níveis de qualidade. A diminuição deste primeiro valor significará uma redução do custo de energia ($€/\mathbf{m^2}$) e isso será um fator benéfico a nível de despesas gerais do edifício ou fração. No Quadro XVIII são apresentados os limites do coeficiente de transmissão térmica de acordo com o nível de qualidade procurado.

Quadro XVIII: Níveis de qualidade consoante o valor do coeficiente de transmissão térmica do elemento

Nível de qualidade	**Limites de U**
N0	$U > U_{ref}$
N1	$U = U_{ref}$
N2	$U = 0{,}75 \cdot U_{ref}$
N3	$U = 0{,}6 \cdot U_{ref}$
N4	$U = 0{,}5 \cdot U_{ref}$

Para combater coeficientes de transmissão térmica elevados, a solução passa por fazer uma intervenção quanto ao isolamento térmico. Como metodologias/sistemas de referência temos as observáveis na Figura 25.

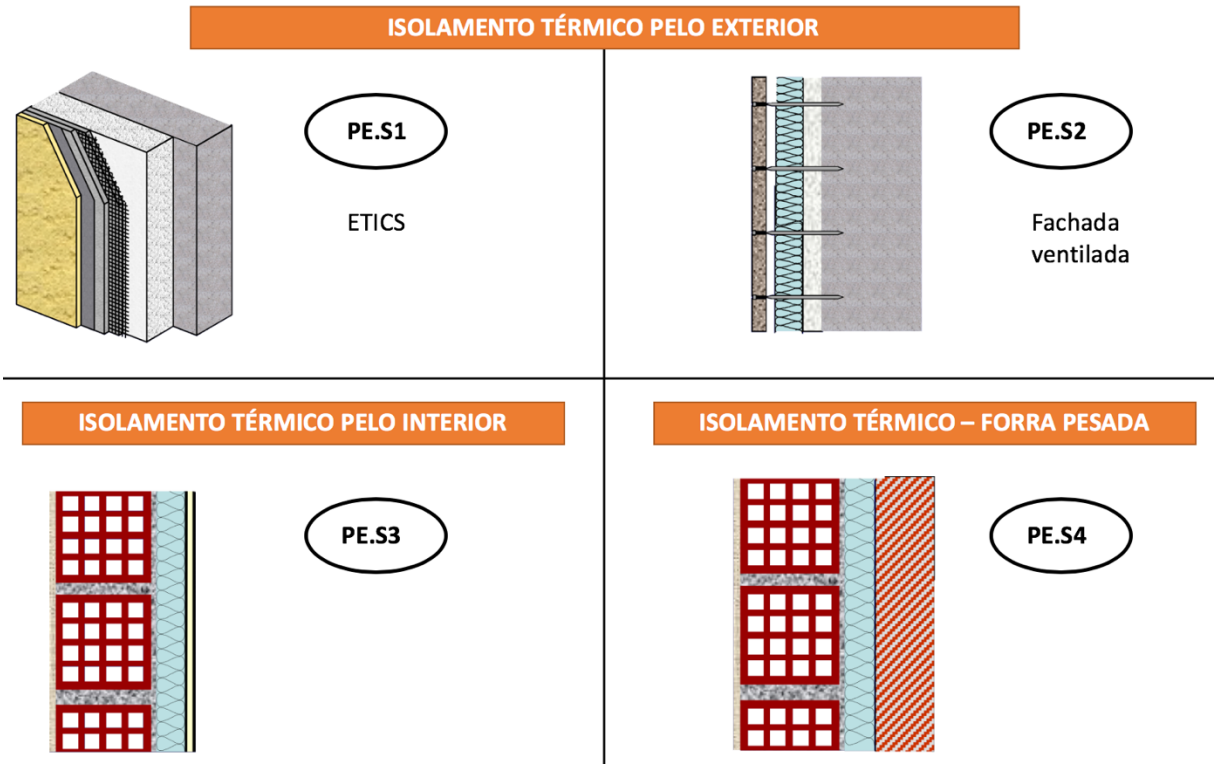


Figura 25: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para paredes exteriores. Fonte: ADENE

Conjugando estas soluções construtivas de isolamento térmico com as PE anteriormente apresentadas obtemos o quadro XX.

Quadro XIX: Nível de adequação da conjugação de paredes exteriores com soluções de isolamento térmico. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético

	PE.S1	PE.S2	PE.S3	PE.S4
PE1 – Parede de pedra	+++	+++	+	++
PE2 – Parede de tabique	+++	+++	+	++
PE3 – Parede simples de alvenaria de tijolo	+++	+++	+	++
PE4 – Parede dupla de alvenaria de tijolo	+++	+++	+	++
PE5- Parede de taipa ou adobe	+++	+++	+	++
PE6 – Parede de blocos de betão celular autoclavado	+++	+++	+	++

3.3.2. PAVIMENTOS

Ao nível de pavimentos apenas são designadas 2 tipologias construtivas distintas que passa por pavimentos ligeiros e pesados, como se pode observar pela figura 26.

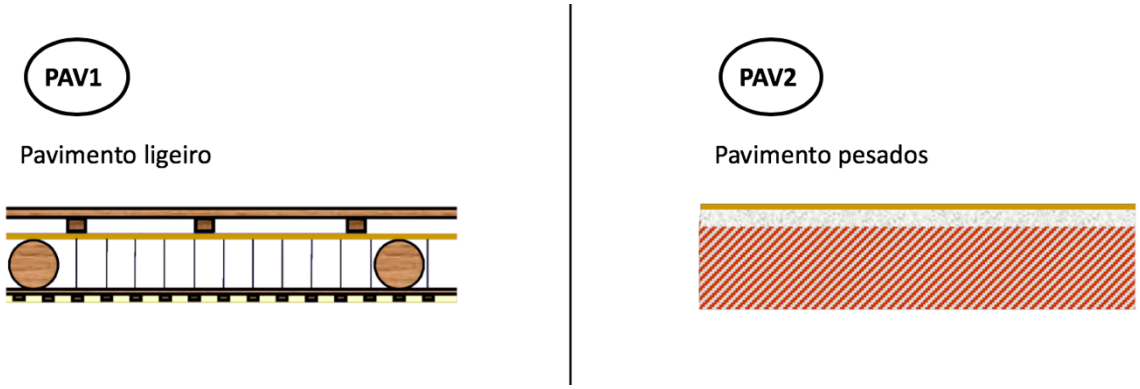


Figura 26: Tipificação de tipologias construtivas de pavimentos. Fonte: ADENE

Usando as tipologias PAV1 e PAV2 vamos definir coeficientes de transmissão térmica de referência para cada uma destas duas e posteriormente subdividi-las em 3 categorias quanto à zona climática de inverno (I1, I2 e I3) em Portugal continental, consignando o respetivo valor de graus-dias. Também será relevante utilizar o custo unitário da energia de forma a calcular o custo da energia relativo ao elemento e zona climática.

À semelhança das paredes, as fórmulas das perdas através da envolvente na estação de aquecimento (Q_{ext}) e o custo da energia (C_e) serão usadas para completar o quadro XXI, que tem como particularidade os valores dos GD, que foram arbitrados e 0,10 que é o custo unitário da energia fornecida por gás.

Quadro XX: Valores de importância energética ao nível de pavimentos exteriores. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 - Bragança

Pavimento exterior	**PAV1 - Ligeiro**			**PAV2 - Pesado**		
Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot °C$)	2,0			3,1		
Zona climática	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**
Graus-dias	1190	1610	2850	1190	1610	2850
Custo unitário da energia - $C_{e,i}$ ($€/kWh$)	0,10					
Custo da energia - C_e ($€/m^2$)	6	8	14	9	12	21

Em seguida são analisados os coeficientes de transmissão térmica de referência e níveis de qualidade, sendo que um valor menor do coeficiente de transmissão térmica irá cair numa categoria exigencial mais elevada. Os limites de U para cada nível de qualidade são os mesmos que os apresentados no quadro XIX.

Para obter estes valores teremos então de definir sistemas de isolamento térmico de forma a conseguir diminuir os valores dos coeficientes de transmissão térmica. Os sistemas de referência são os observáveis na Figura 27.

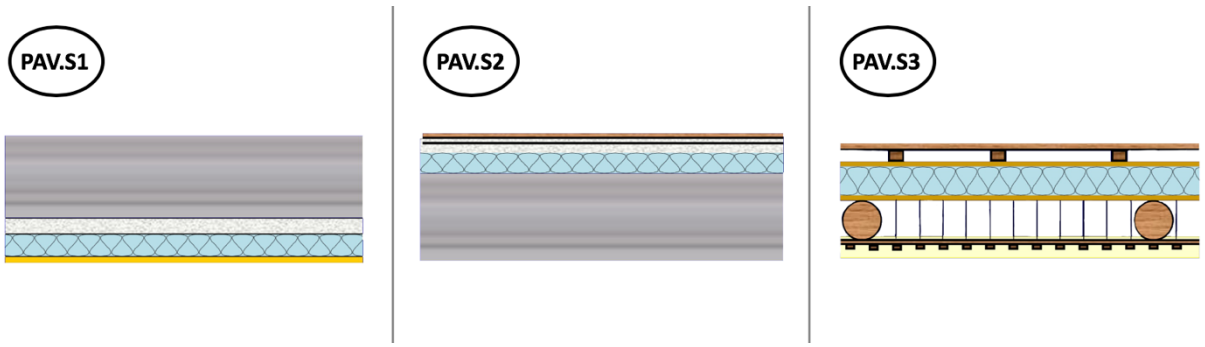


Figura 27: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para pavimentos. Fonte: ADENE

Estabelecidos todos estes parâmetros de referência é necessário analisar a compatibilidade e adequação dos tipos de pavimentos com as respetivas soluções em termos de isolamento térmico (Quadro XXII).

Quadro XXI: Nível de adequação da conjugação de pavimentos com soluções de isolamento térmico. Nota: (X) – Não aplicável, (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético

	PAV.S1	PAV.S2	PAV.S3
PAV1 – Pavimento ligeiro	X	X	+++
PAV2 – Pavimento pesado	++	+++	X

3.3.3. COBERTURAS

Neste elemento opaco pertencente a edifícios ou frações existem 2 tipologias discriminadas: coberturas inclinadas e coberturas planas. Dentro da primeira referida ainda existem as fortemente ventiladas e as sobre espaços ocupados, totalizando 3 soluções distintas como observamos na Figura 28.

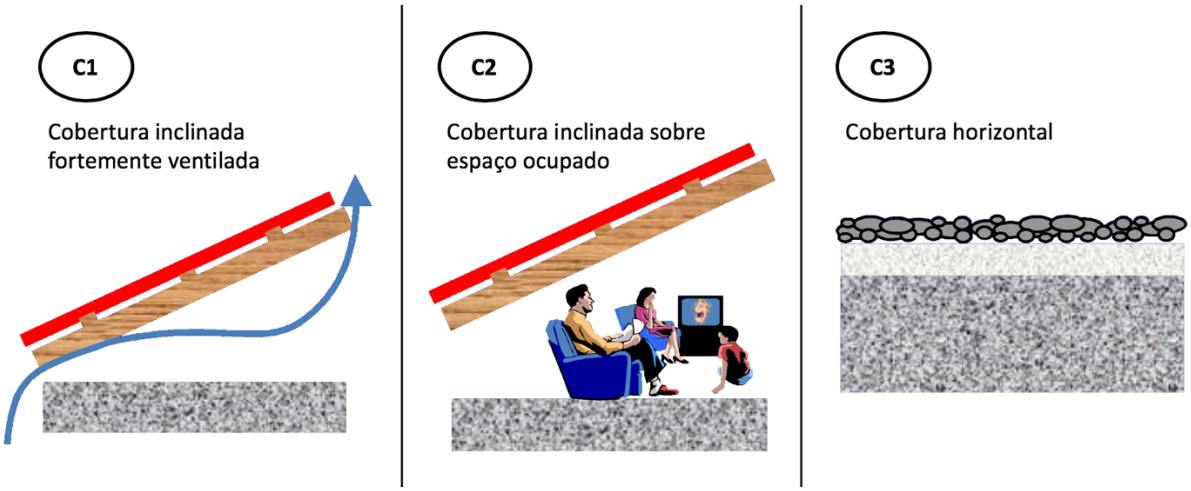


Figura 28: Tipificação de tipologias construtivas de coberturas. Fonte: ADENE

Quanto à importância energética, são gerados quadro idênticos aos elaborados anteriormente tanto para as paredes exteriores, como para pavimentos. O quadro XXVI analisa as tipologias C1 e C2, subdividindo-as em 3 categorias distintas: maciça, aligeirada cerâmica e leve. Cada uma destas terá um coeficiente de transmissão térmica de referência e a distinção entre as três zonas climáticas de Portugal continental de forma a distinguir os diferentes valores de graus-dias e custo da energia. Já o quadro XXVII analisa apenas a tipologia C3, dividindo esta nas subcategorias maciça e aligeirada cerâmica. Como os valores de U são distintos dos do quadro anteriormente mencionado, o custo da energia também apresentará valores diferentes.

Para a elaboração destes quadros (Quadro XXIII e XXIV) foram usadas as fórmulas das perdas pela envolvente na estação de aquecimento (Q_{ext}) e o custo da energia (C_e). Novamente,

os quadros têm como particularidade os valores dos GD, que foram arbitrados e 0,10 que é o custo unitário da energia fornecida por gás.

Quadro XXII: Valores de importância energética ao nível de coberturas inclinadas. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 - Bragança

C1 – Cobertura inclinada fortemente ventilada **C2 – Cobertura inclinada sobre espaço ocupado**	**Maciça**			**Aligeirada cerâmica**			**Leve**		
Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot ℃$)	3,4			2,8			3,8		
Zona climática	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**
Graus-dias	1190	1610	2850	1190	1610	2850	1190	1610	2850
Custo unitário da energia - $C_{e,i}$ ($€/kWh$)	0,10								
Custo da energia - C_e ($€/m^2$)	10	13	23	8	11	19	11	15	26

Quadro XXIII: Valores de importância energética ao nível de coberturas horizontais. Nota: I1 – Lisboa, I2 – Porto, I3 – Bragança (*Sem camada de betão leve)

C3 – Cobertura horizontal	**Maciça**			**Aligeirada cerâmica**		
Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot ℃$)	2,6*			2,3*		
Zona climática	**I1**	**I2**	**I3**	**I1**	**I2**	**I3**
Graus-dias	1190	1610	2850	1190	1610	2850
Custo unitário da energia - $C_{e,i}$ ($€/kWh$)	0,10					
Custo da energia - C_e ($€/m^2$)	8	10	18	7	9	16

Depois do exposto, são analisados os coeficientes de transmissão térmica de referência e níveis de qualidade, sendo que um valor menor do coeficiente de transmissão térmica irá cair numa categoria exigencial mais elevada, tal como já foi analisado em elementos anteriores.

Definidos estes valores, serão expostas metodologias de intervenção quanto à colocação de isolamento térmico, como se poderá observar na Figura 29.

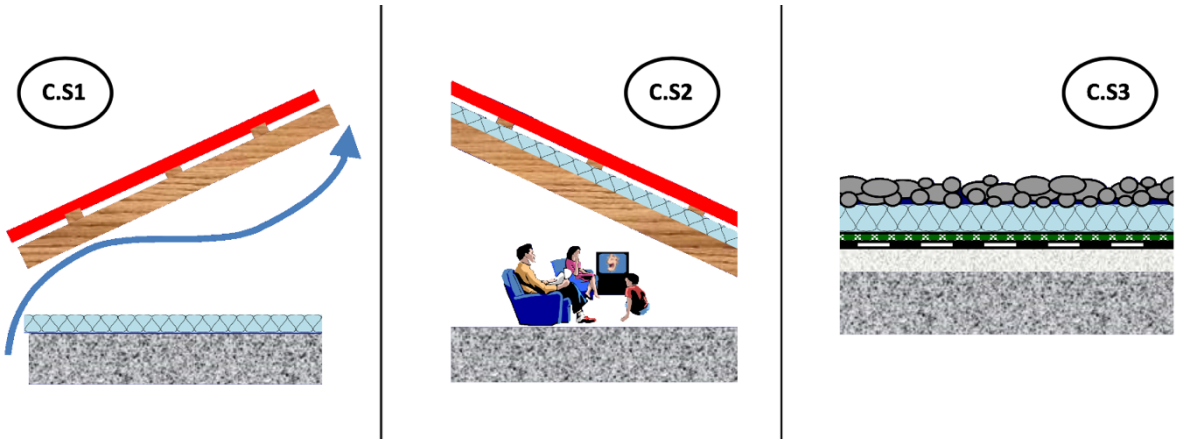


Figura 29: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para coberturas. Fonte: ADENE

Tendo sido todos os parâmetros abordados e analisados, passamos à comparação das soluções construtivas ao nível de compatibilidade com os tipos de cobertura destacados como é possível observar pelo quadro comparativo seguinte (Quadro XXV).

Quadro XXIV: Nível de adequação da conjugação de coberturas com soluções de isolamento térmico. Nota: (X) – Não aplicável, (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético

	C.S1	C.S2	C.S3
C1 – Cobertura inclinada fortemente ventilada	+++	X	X
C2 – Cobertura inclinada sobre espaço ocupado	X	+++	X
C3 – Cobertura horizontal	X	X	+++

3.3.4. VÃOS ENVIDRAÇADOS

A escolha da caixilharia e tipo de vidro para os vãos envidraçados é uma decisão preponderante no comportamento térmico do edifício. Este elemento apresenta múltiplas combinações entre caixilharias e tipo de proteção (Figura 30 e 31).

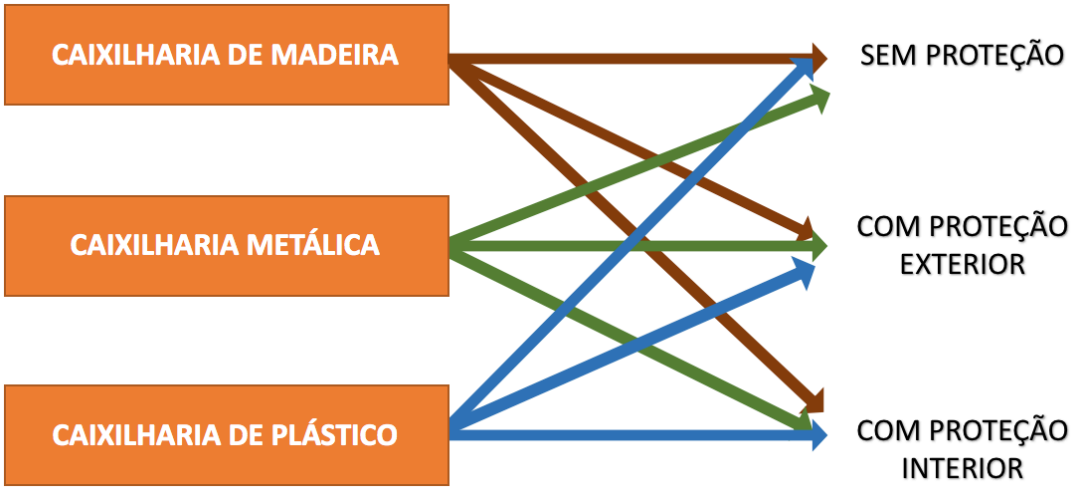


Figura 30: Possibilidades de soluções construtivas ao nível de vãos envidraçados



Figura 31: Exemplos práticos de possibilidades de soluções construtivas ao nível de vãos envidraçados

Quanto à importância energética é relevante referir que o processo de cálculo é idêntico ao dos elementos construtivos anteriores, utilizando as fórmulas das perdas pela envolvente na estação de aquecimento (Q_{ext}) e o custo da energia (C_e). A componente distinta trata-se das categorias ao nível do material da caixilharia e se esta tem proteção ou não. Não existe qualquer tipo de diferenciação quanto à localização da proteção, se esta será interior ou exterior. O que foi referido anteriormente encontra-se devidamente exposto no quadro XXVI.

Quadro XXV: Valores de importância energética ao nível de vãos envidraçados. Nota: I1 – Lisboa (GD = 1190), I2 – Porto (GD = 1610), I3 – Bragança (GD = 2850)

	Caixilharia de madeira						**Caixilharia metálica**						**Caixilharia de plástico**					
	s/proteção			**c/proteção**			**s/proteção**			**c/proteção**			**s/proteção**			**c/proteção**		
Coeficiente de transmissão térmica ($W/m^2 \cdot$ ºC)	4,3			3,7			5,0			4,3			4,1			3,6		
Zona climática	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3	I1	I2	I3
Custo unitário da energia - $C_{e,i}$ (€/kWh)	0,10																	
Custo da energia - C_e (€/m^2)	12	17	29	11	14	25	14	19	34	12	17	29	12	16	28	10	14	25

3.3.4.1. ISOLAMENTO TÉRMICO

Os valores de referência para cada um dos níveis de qualidade procurados são os indicados no Quadro XXVII.

Quadro XXVI: Coeficiente de transmissão térmica de referência de vãos envidraçados consoante o nível de qualidade procurado ou exigido

Nível de qualidade	Critério U
N0	$U > U_{ref}$
N1	$U = U_{ref}$
N2	$U = 0{,}75 \cdot U_{ref}$
N3	$U = 0{,}6 \cdot U_{ref}$

Existem diversas metodologias de referência quanto à instalação de isolamento térmico de forma a reduzir o valor do coeficiente de transmissão térmica para níveis mais elevados de exigência. Quanto à execução, é admissível conservar a caixilharia existente substituindo o vidro, introduzir uma segunda caixilharia interior ou substituir a caixilharia existente por uma nova. Todas estas metodologias de aplicação são consideradas adequadas para qualquer uma das tipologias anteriormente consideradas na Figura 32 com destaque para as VE.S2 e VE.S3 que são muito adequadas do ponto de vista energético.

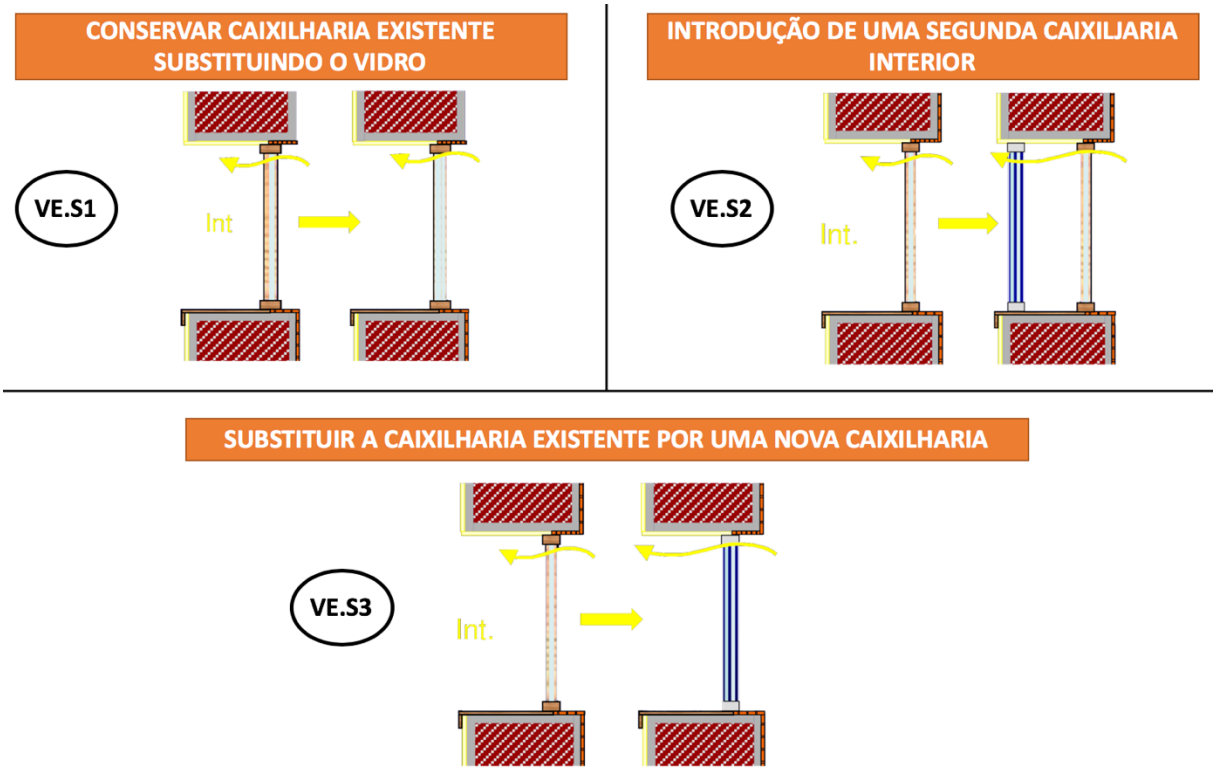


Figura 32: Tipificação de soluções construtivas de isolamento térmico para vãos envidraçados. Fonte: ADENE

Quadro XXVII: Nível de adequação da conjugação de vãos envidraçados com soluções de intervenção térmica. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético

	VE.S1	**VE.S2**	**VE.S3**
VE1 – Madeira s/proteção	++	+++	+++
VE2 – Madeira c/proteção exterior	++	+++	+++
VE3 – Madeira c/proteção interior	++	+++	+++
VE4 – Metálica s/proteção	++	+++	+++
VE5 – Metálica c/proteção exterior	++	+++	+++
VE6 – Metálica c/proteção interior	++	+++	+++
VE7 – Plástica s/proteção	++	+++	+++
VE8 – Plástica c/proteção exterior	++	+++	+++
VE9 – Plástica c/proteção interior	++	+++	+++

3.3.4.2. PROTEÇÃO SOLAR

Quando tratamos da categoria de proteção solar de vãos envidraçados, são consideradas as zonas climáticas de verão de Portugal continental de forma a estabelecer valores de referência consoante os níveis de qualidade.

Quadro XXVIII: Valores de fator solar de referência para vãos envidraçados. Nota: V1 – Lisboa, V2 – Porto, V3 – Bragança

Zona Climática		
V1	**V2**	**V3**
0,25	0,20	0,15

Quadro XXIX: Fator solar de referência de vãos envidraçados consoante o nível de qualidade procurado ou exigido

Nível de qualidade	**Critério $g_{\perp}$**
N0	$g_{\perp} > 0{,}56$
N1	$0{,}25 \leq g_{\perp} > 0{,}56$
N2	$0{,}10 \leq g_{\perp} > 0{,}25$
N3	$g_{\perp} \leq 0{,}10$

Neste vertente ligada à proteção solar de vãos envidraçados existem mais duas possíveis intervenções de referência: a escolha de um vidro com características solares especiais e a alteração da proteção (substituição ou colocação de uma nova) – Figura 33.

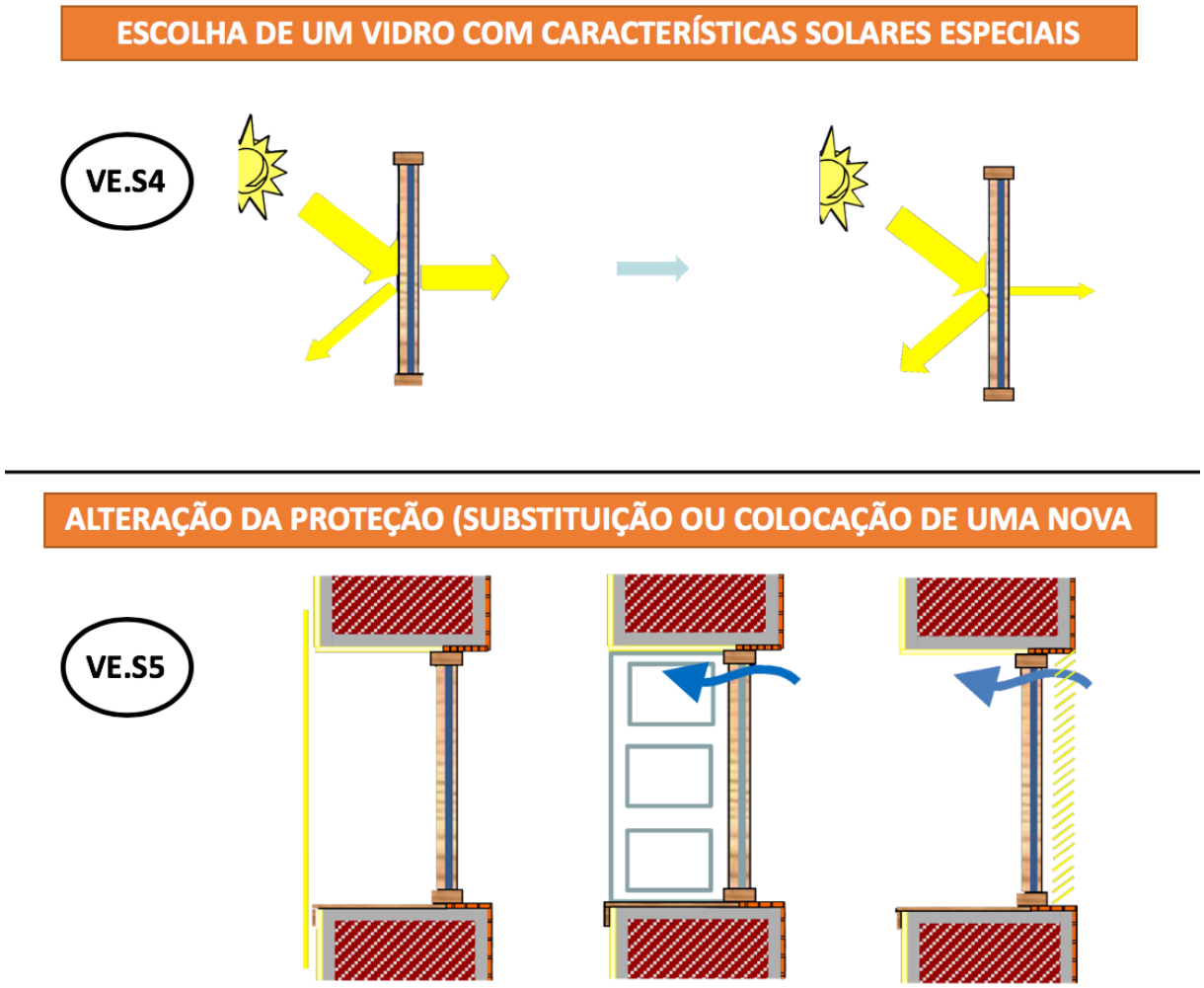


Figura 33: Tipificação de soluções construtivas de proteção solar para vãos envidraçados. Fonte: ADENE

Resta avaliar o nível de adequação destas soluções em relação a todas as tipologias em análise através do quadro XXXI apresentado a seguir. A solução VE.S5 acaba por ser generalizadamente muito adequada para todos os tipos de vãos envidraçados em relação à VE.S4 que é apenas adequada.

Quadro XXX: Nível de adequação da conjugação de vãos envidraçados com soluções de intervenção ao nível de proteção solar. Nota: (+) – Aceitável do ponto de vista energético, (++) – Adequado do ponto de vista energético, (+++) – Muito adequado do ponto de vista energético

	VE.S4	VE.S5
VE1 – Madeira s/proteção	++	+++
VE2 – Madeira c/proteção exterior	++	+++
VE3 – Madeira c/proteção interior	++	+++
VE4 – Metálica s/proteção	++	+++
VE5 – Metálica c/proteção exterior	++	+++
VE6 – Metálica c/proteção interior	++	+++
VE7 – Plástica s/proteção	++	+++
VE8 – Plástica c/proteção exterior	++	+++
VE9 – Plástica c/proteção interior	++	+++

3.4. SISTEMAS DE VENTILAÇÃO

O controlo da ventilação de edifícios ou frações deverá ser uma das principais preocupações para o bem-estar dos ocupantes. Essa preocupação permitiu o desenvolvimento de sistemas de ventilação eficazes para resolver problemas como a qualidade de ar interior, conforto, saúde, segurança e degradação dos edifícios.

Ao longo dos anos as tecnologias construtivas no que toca a sistemas de ventilação foram sendo alteradas e desenvolvidas. Até ao ano de 1960, vigoravam sistemas de ventilação natural, a partir dos anos 70 começou a ser utilizada um tipo de ventilação mista com a introdução de alguns métodos mecânicos e atualmente esse mesmo tipo de ventilação mantêm-se nos edifícios e frações – Figura 34.



Figura 34: Evolução dos sistemas de ventilação em edifícios (Adaptado de Vasco P. de Freitas, Manuel Pinto, Guimarães, A.)

As perdas por ventilação são responsáveis por 30 a 50% do total das necessidades de aquecimento do edifício, e como tal é importante ter em atenção a qualidade do ar interior. Tal como foi assegurado pela legislação estudada anteriormente, a taxa de renovação do ar tem de ser superior a 0,4 renovações por hora, evitar velocidades muito elevadas e instalar um tipo de ventilação geral e permanente.

Como metodologias de intervenção quanto à forma de atuar de forma a cumprir todos os requisitos exigidos temos as seguintes soluções de ventilação natural:

- Aberturas de admissão de ar autorreguláveis (figura 35);
- Grelhas autorreguláveis (Figura 36);
- Dispositivos de passagem de ar (Figura 37);
- Dispositivos de extração de ar – instalações sanitárias e dispensas (Figura 38);
- Dispositivos de extração de ar – cozinhas (Figura 38).

Preferencialmente os aparelhos de combustão para produção de água quente sanitária e aquecimento central deveriam ser instalados num local exterior ao espaço aquecido.

Quanto aos dispositivos de ventilação mecânica temos como metodologias de referência:

- Extração (compartimentos de serviço);
- Permutador de calor.

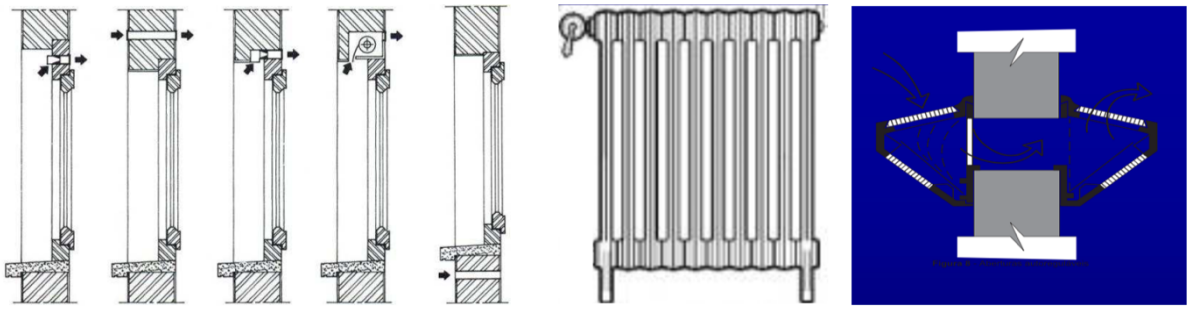


Figura 35: Aberturas de admissão de ar autorreguláveis (Adaptado de J. VIEGAS; 2001)

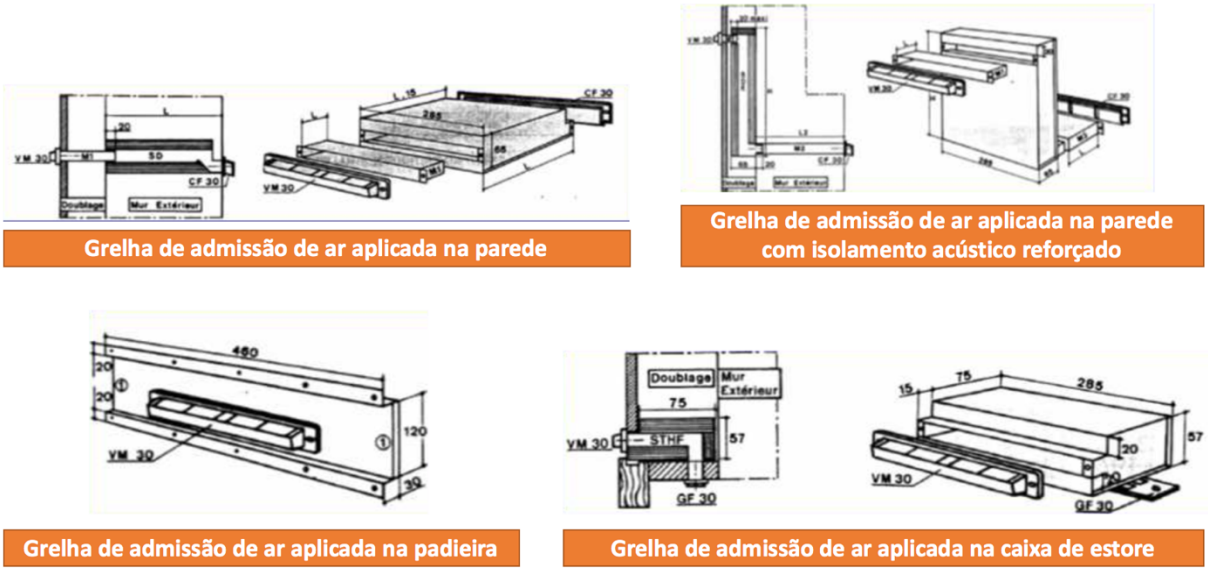


Figura 36: Grelhas autorreguláveis (Catálogo comercial)

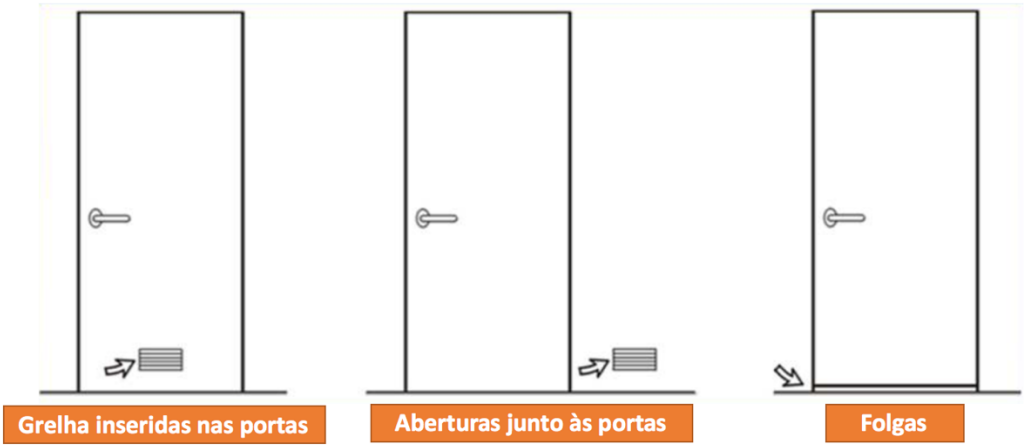


Figura 37: Dispositivos de passagem de ar. Fonte: Vasco P. de Freitas

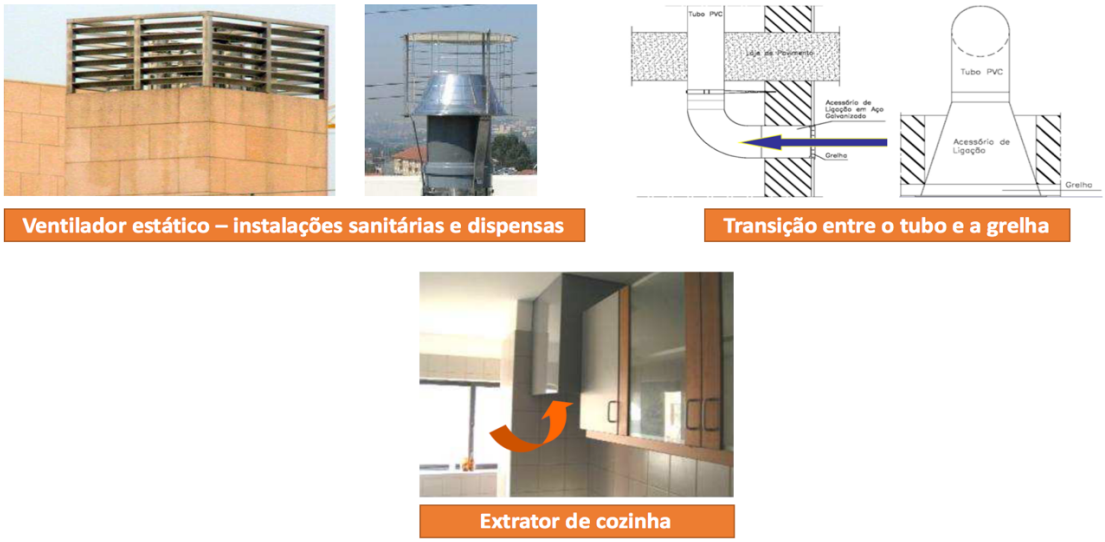


Figura 38: Dispositivos de extração de ar (instalações sanitárias, dispensas e cozinhas)

4

ANÁLISE COMPARATIVA DA APLICAÇÃO DO REH E DO DL Nº 95 À REABILITAÇÃO DE UMA MORADIA

4.1. DESCRIÇÃO DO CASO DE ESTUDO

A segunda moradia trata-se de um edifício de habitação de caráter permanente, tipologia T3 com 3 pisos. O 1º piso situa-se na cota do arruamento na parte frontal, enterrado na parte traseira e tem como funcionalidade arrumos, sendo que previamente foi um minimercado. O 2º piso está acima do nível do arruamento na parte frontal e ao nível do arruamento na parte traseira e é constituído por um pátio *open space*, uma sala do forno, uma garagem, uma sala de estar e uma casa de banho. Neste piso existe ainda um anexo nas traseiras da casa com espaços dedicados à criação de animais. O 3º piso é constituído por 3 quartos, uma casa de banho, uma cozinha de menores dimensões que a mencionada anteriormente e uma sala de estar. A ligação entre o 1º piso e o 2º piso pode ser realizada exteriormente por uma rampa que também dá acesso à garagem (exteriormente) ou por umas escadas (interiormente). O acesso ao 3º piso pode ser feito por escadas (interiormente ou exteriormente).

As paredes exteriores são duplas, de tijolo cerâmico vazado (7x20x30), formando caixa de ar e as paredes interiores são simples, de tijolo cerâmico (7x20x30) assente ao cutelo. Os vãos envidraçados existentes nas salas do piso térreo, sala do primeiro piso e quartos são de vidro simples em caixilharia metálica com proteção exterior através de estore. A cobertura é executada em telha marselha, as suas placas são realizadas com lajes aligeiradas de elementos pré-esforçados e tijolo cerâmico vazado, tal como as placas dos pavimentos que dividem os pisos.

4.2. DEFINIÇÃO DA ÁREA ÚTIL

As exigências do REH aplicam-se apenas ao espaço para o qual se requer condições interiores de conforto, espaço esse correspondente à área útil da fração. Os espaços aos quais não se aplicam estas condições consideram-se espaços "não úteis" (ou espaços não aquecidos) e não são incluídos no cálculo dos valores de N_{ic} , N_{vc} e N_{tc}. As plantas da moradia em estudo encontram-se no Anexo I, bem como definição das envolventes e designação atribuída a cada um dos elementos.

4.3. DADOS CLIMÁTICOS

4.3.1. DEFINIÇÃO DA ZONA CLIMÁTICA

A fração em estudo localiza-se na NUTS III do Grande Porto. De acordo com o estabelecido no despacho no. 15793-F/2013, concluiu-se que a fração em estudo pertence à zona climática de Inverno I1 e à zona climática de Verão V2.

4.3.2. GRAUS-DIAS DE AQUECIMENTO

Os graus-dias de aquecimento (base 18ºC) caracterizam a severidade de um clima durante a estação de aquecimento. Este valor é obtido pelo somatório das diferenças positivas registadas entre uma dada temperatura de base (18ºC) e a temperatura do ar exterior durante a estação de aquecimento. As diferenças são calculadas com base nos valores horários da temperatura do ar (termómetro seco).

Os valores do seguinte quadro tiveram por base a Tabela 04 – Valores de referência e declives para ajustes em altitude para a estação de aquecimento-do despacho no 15793-F/2013).

Quadro XXXI: Zonamento climático

Município	Z (m)	NUTS III	Z_{ref} (m)	GD		M		$\theta_{ext,i}$		$\theta_{ext,v}$	
				GD_{ref} (ºC)	a (ºC/km)	M_{ref} (meses)	a (mês/km)	$\theta_{ext,i,ref}$ (ºC)	a (ºC/km)	$\theta_{ext,v,ref}$ (ºC)	a (ºC/km)
Espinho	27	Grande Porto	94	1250	1600	6,2	2	9,9	-7	20,9	0
				1143		6,01		10,42		20,9	

4.3.3. DURAÇÃO DA ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO

A estação convencional de aquecimento é o período do ano com início no primeiro decêndio posterior a 1 de Outubro em que, para cada localidade, a temperatura média diária é inferior a 15ºC e com termo no último decêndio anterior a 31 de Maio em que a referida temperatura ainda é inferior a 15ºC.

A duração da estação de aquecimento para a fração em estudo é igual a 6 meses (Tabela 04 do despacho no 15793-F/2013 onde, $M=M_{Ref}+ a (z-z_{Ref})$ em meses).

4.3.4. TEMPERATURA EXTERIOR MÉDIA DO AR PARA A ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO

A temperatura exterior média do ar para a estação convencional de arrefecimento é igual a 20.9ºC, para a fração em estudo (Tabela 05 do despacho no 15793-F/2013).

4.4. QUANTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS TÉRMICOS

4.4.1. PAREDES EXTERIORES

As paredes exteriores são caracterizadas pelos seguintes materiais (do exterior para o interior):

- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$
- Alvenaria tipo tijolo furado: $e = 0{,}15\ m; R = 0{,}39\ (m^2 \cdot °C)/W$
- Caixa de ar: $e = 0{,}06\ m; R = 0{,}18\ (m^2 \cdot °C)/W$
- Alvenaria tipo tijolo furado: $e = 0{,}07\ m; R = 0{,}19\ (m^2 \cdot °C)/W$
- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$

$$R_{se} = 0{,}04\ (m^2 \cdot °C)/W \text{ e } R_{si} = 0{,}13\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$R = 0{,}04 + \frac{0{,}02}{1{,}30} + 0{,}39 + 0{,}18 + 0{,}19 + \frac{0{,}02}{1{,}30} + 0{,}13 = 0{,}96\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$U_{PDE} = 1{,}04\ W/(m^2 \cdot °C)$$

4.4.2. COBERTURAS

Não se consideram coberturas exteriores e sim interiores visto que os espaços úteis se encontram ligados superiormente a um desvão que entra nos parâmetros de um espaço não útil, sendo que este tem como elemento da envolvente opaca a cobertura devidamente estanque.

Assim, as coberturas interiores são compostas pelos seguintes elementos, do exterior do espaço útil para o seu interior:

- Camada de forma (betonilha): $e = 0{,}06\ m;\ \lambda = 1{,}65\ W/(m^2 \cdot °C)$
- Tijolo furado: $e = 0{,}20\ m;\ R = 0{,}52\ (m^2 \cdot °C)/W$
- Estuque: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 0{,}48\ W/(m^2 \cdot °C)$

$$R_{se} = 0{,}04\ (m^2 \cdot °C)/W \text{ e } R_{si} = 0{,}10\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$R = 0{,}04 + \frac{0{,}06}{1{,}65} + 0{,}52 + \frac{0{,}02}{0{,}48} + 0{,}10 = 0{,}74\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$U_{PDE} = 1{,}35\ W/(m^2 \cdot °C)$$

4.4.3. VÃOS ENVIDRAÇADOS

A caixilharia é executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples. O coeficiente, segundo as tabelas dispostas no anexo III do ITE50, é de $U_{wdn} = 4{,}1\ W/(m^2 \cdot ℃)$.

4.4.4. PAVIMENTOS TÉRREOS

Como não existem exigências, não fará sentido, do ponto de vista deste estudo, analisar a condutibilidade térmica deste elemento.

4.4.5. PONTES TÉRMICAS PLANA

Uma ponte térmica plana é uma heterogeneidade inserida em zona corrente da envolvente, como pode ser o caso de certos pilares e talões de viga. Segundo o REH, todas as zonas de qualquer elemento opaco que constituem zona de ponte térmica plana (PTP), nomeadamente pilares, vigas, caixas de estore, devem ter um valor do coeficiente de transmissão térmica (UPTP), calculado de forma unidimensional na direção normal à envolvente.

Neste caso de estudo em particular, são consideradas as pontes térmicas planas: interseção duas paredes (pilar), interseção do beiral da cobertura com parede exterior e caixa de estore.

No projeto em estudo, foram consideradas 3 pontes térmicas planas com a seguinte designação: PTP1, PTP2 e PTP3.

PTP1 - interseção de duas paredes (pilar):

- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot ℃)$
- Betão armado: $e = 0{,}28\ m;\ \lambda = 2{,}00\ W/(m \cdot ℃)$
- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot ℃)$

$$R_{se} = 0{,}04\ (m^2 \cdot ℃)/W \text{ e } R_{si} = 0{,}13\ (m^2 \cdot ℃)/W$$

$$R = 0{,}04 + \frac{0{,}02}{1{,}30} + \frac{0{,}28}{2{,}00} + \frac{0{,}02}{1{,}30} + 0{,}13 = 0{,}34\ (m^2 \cdot ℃)/W$$

$$U_{PDE} = 2{,}93\ W/(m^2 \cdot ℃)$$

A seguinte figura apresenta um esboço que procura representar o corte construtivo deste elemento.

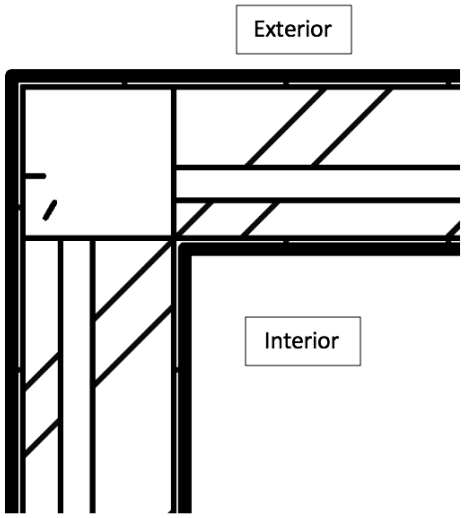


Figura 39: Pormenor construtivo PTP1 - Interseção de duas paredes (pilar)

PTP2 - interseção do beiral da cobertura com parede exterior:

- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$
- Betão armado: $e = 0{,}28\ m;\ \lambda = 2{,}00\ W/(m \cdot °C)$
- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$

$$R_{se} = 0{,}04\ (m^2 \cdot °C)/W \text{ e } R_{si} = 0{,}13\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$R = 0{,}04 + \frac{0{,}02}{1{,}30} + \frac{0{,}28}{2{,}00} + \frac{0{,}02}{1{,}30} + 0{,}13 = 0{,}34\ (m^2 \cdot °C)/W$$

$$U_{PDE} = 2{,}93\ W/(m^2 \cdot °C)$$

A seguinte figura apresenta um esboço que procura representar o corte construtivo deste elemento.

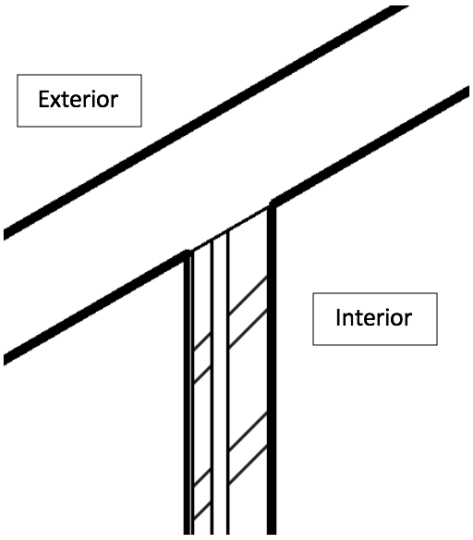


Figura 40: Pormenor construtivo PTP2 - interseção do beiral da cobertura com parede exterior

PTP3 – caixa de estore:

- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$
- Madeira densa: $e = 0{,}03\ m;\ \lambda = 0{,}23\ W/(m \cdot °C)$
- Caixa de ar: $e = 0{,}22\ m;\ R = 0{,}18\ (m^2 \cdot °C)/W$
- Madeira densa: $e = 0{,}03\ m;\ \lambda = 0{,}23\ W/(m \cdot °C)$
- Reboco tradicional: $e = 0{,}02\ m;\ \lambda = 1{,}30\ W/(m \cdot °C)$

  $R_{se} = 0{,}04\ (m^2 \cdot °C)/W$ e $R_{si} = 0{,}13\ (m^2 \cdot °C)/W$

  $$R = 0{,}04 + \frac{0{,}02}{1{,}30} + \frac{0{,}03}{0{,}23} + 0{,}18 + \frac{0{,}03}{0{,}23} + \frac{0{,}02}{1{,}30} + 0{,}13 = 0{,}64\ (m^2 \cdot °C)/W$$

  $U_{PDE} = 1{,}56\ W/(m^2 \cdot °C)$

A seguinte Figura 41 apresenta um esboço que procura representar o corte construtivo deste elemento.

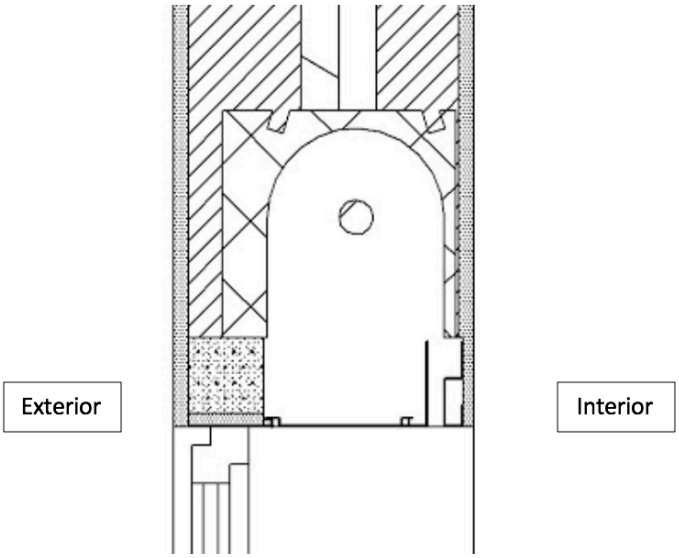


Figura 41: Pormenor construtivo PTP3 - Caixa de estore

4.4.6. COEFICIENTE DE TRANSMISSÃO TÉRMICA LINEAR

No quadro seguinte (Quadro XXXIII), são apresentados os coeficientes de transmissão térmica lineares considerados no estudo da moradia (ψ), obtidos da Tabela 03 do Despacho nº 15793-E/2013, de 20 de agosto.

Quadro XXXII: Coeficientes de transmissão térmica lineares considerados no cálculo da envolvente exterior (ψ)

Tipo de ligação	**ψ** $(\mathbf{W/(m \cdot ℃)})$
Duas paredes verticais em ângulo saliente	0,50
Fachada com cobertura	0,70
Zona de caixa de estore	0,30
Fachada com caixilharia	0,30
Fachada com varanda	0,70

4.4.7. COEFICIENTE DE REDUÇÃO DE PERDAS - b_{tr}

O cálculo das perdas de calor por transmissão em elementos que separam o espaço com condições de referência de espaços com temperatura ambiente diferente do ar exterior, como é o caso dos elementos da envolvente interior, será afetado pelo coeficiente de redução de perdas, b_{tr}, que traduz a redução da transmissão de calor.

Admite-se que para alguns tipos de espaços não úteis b_{tr}, possa tomar os valores indicados na Tabela 22 do Despacho nº 15793-K/2013, de 03 de dezembro, em função da taxa de

renovação do ar, da razão A_i/A_u e do volume do espaço não útil. Assim sendo, na tabela XXXIV apresentam-se os coeficientes de redução de perdas para os espaços não úteis da moradia em estudo.

Quadro XXXIII: Coeficientes de redução de perdas dos espaços não úteis (b_{tr})

Tipo de espaço não útil	$\mathbf{A_i/A_u}$	$\mathbf{V_{enu}\ (m^3)}$	**Ventilação**	$\mathbf{b_{tr}}$
Arrumos	1,72	253,5	Fraca	0,8
Garagem	0,31	55,77	Forte	1,0
Pátio interior	3,8	257,4	Forte	0,9
Desvão Piso 1	0,79	306,6	Forte	1,0
Desvão Piso 0	0,91	75,85	Forte	1,0
Desvão Sala de Estar	0,86	63,29	Forte	1,0

4.4.8. Fator solar

4.4.8.1. Estação de aquecimento

O fator solar de um vão envidraçado corresponde à relação entre a energia solar transmitida para o interior através do vão envidraçado e a radiação solar incidente na direção normal ao envidraçado. O fator solar do vão envidraçado nesta estação, em virtude de não existirem dispositivos de proteção solares permanentes será igual a $g_i = F_{w,i} \cdot g_{\perp,vi}$, isto é, corresponde ao produto do fator de seletividade angular (que para o cálculo das necessidades nominais de aquecimento toma o valor 0,9) pelo fator solar do vidro para uma incidência normal 0.72, originando um fator solar do vão envidraçado para o inverno $g_i = 0{,}70$ para todos os vãos envidraçados.

4.4.8.2. Estação de arrefecimento

Para efeito do cálculo das necessidades de arrefecimento, considera-se que, de forma a minimizar a incidência da radiação solar, os dispositivos de proteção solar móveis encontram-se ativos uma fração do tempo que depende do octante no qual o vão está orientado, sendo que, estes valores se encontram presentes no Quadro XXXV.

$$g_v = F_{mv} \cdot g_T + (1 - F_{mv}) \cdot g_{Tp}$$

Em que:

F_{mv} – Fração de tempo em que os dispositivos de proteção solar móveis se encontram totalmente ativados

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

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

Quadro XXXIV: Fração de tempo em que os dispositivos móveis se encontram ativados, F_{mv}

Orientação do vão	N	NE/NW	S	SE/SW	E/W	H
F_{mv}	0	0,4	0,6	0,7	0,6	0,9

Os fatores solares dos vãos envidraçados para a estação de arrefecimento, g_v, encontram-se na quadro seguinte (Quadro XXXVI).

Quadro XXXV: Fator solar dos vãos envidraçados para a estação de arrefecimento (verão), g_v

Tipo de Vão Envidraçado	**Proteção solar dos envidraçados**	$g_{\perp,vi}$	g_T	F_{mv}	g_v
VE 1 – Sul	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39
VE 2 – Este	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39
VE 3 – Oeste	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39
VE 4 – Oeste	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39
VE 5 – Oeste	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39
VE 6 – Norte	Sem proteção	0,87	0	0	0
VE 7 – Sul	Persianas em PVC exterior	0,87	0,07	0,6	0,39

4.4.9. INÉRCIA TÉRMICA

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

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

Considerou-se para o cálculo da inércia térmica paredes exteriores, pontes térmicas lineares exteriores e coberturas exteriores (EL1), paredes interiores em contacto com o espaço não útil e a pavimento interior sobre espaço não útil e coberturas interiores sob espaço não útil (EL1), paredes enterradas (EL2) e as paredes de compartimentação da fração em estudo (EL3).

A inércia térmica da fração em estudo é forte.

O cálculo da inércia térmica da fração em estudo apresenta-se no Anexo II – Inércia Térmica.

4.4.10. VENTILAÇÃO

Ao longo de todo o edificado não existem grelhas de ventilação e. portanto, esta dependerá da abertura regular dos vãos envidraçados para corresponder ao número de renovações por hora mínimos requeridos.

A exaustão é mecânica em ambas as casas de banho e natural nos compartimentos da cozinha do piso 1 e na casa do forno no piso 0.

Recorrendo ao calculador de ventilação da folha de cálculo utilizada, obtiveram-se as taxas de renovação horária apresentadas no Quadro XXXVII.

Quadro XXXVI: Resultados obtidos no cálculo da ventilação

Rph estimada (h^{-1})	**Rph mínimo (h^{-1})**	**Rph,i (h^{-1})**	**Rph,v (h^{-1})**
0,07	0,40	0,40	0,60

(Consultar Anexo III – Ventilação)

4.4.11. COLETORES SOLARES/ ENERGIAS RENOVÁVEIS

A moradia em estudo não possui qualquer tipo de sistema que contribua com energia renovável destinada à alimentação energética ou aquecimento de águas da mesma.

4.4.12. NECESSIDADES NOMINAIS ANUAIS DE ENERGIA

Os índices térmicos fundamentais a quantificar são os valores das necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (N_{ic}), das necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (N_{vc}), bem como das necessidades globais de energia primária (N_{tc}). No Quadro XXXVII indicam-se os índices térmicos fundamentais a quantificar tanto como os valores de referência.

Quadro XXXVII: Valores de cálculo e referência das necessidades nominais de aquecimento, arrefecimento, e das necessidades nominais globais de energia primária

$\mathbf{N_{ic}}$	$\mathbf{N_i}$	$\mathbf{N_{vc}}$	$\mathbf{N_v}$	$\mathbf{N_{tc}}$	$\mathbf{N_t}$
$\mathrm{kWh/(m^2 \cdot ano)}$	$\mathrm{kWh/(m^2 \cdot ano)}$	$\mathrm{kWh/(m^2 \cdot ano)}$	$\mathrm{kWh/(m^2 \cdot ano)}$	$kWh_{EP}/(\mathrm{m^2 \cdot ano})$	$kWh_{EP}/(\mathrm{m^2 \cdot ano})$
75,57	41,01	4,59	9,13	203,36	121,82

Seguidamente será pertinente analisar as relações entre estes valores e as suas respetivas referências (Quadro XXXVIII) de forma a definir possíveis estratégias de reabilitação consoante a legislação a aplicar na moradia.

Quadro XXXVIII: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo

$\mathbf{N_{ic}/N_i}$	$\mathbf{N_{vc}/N_v}$	$\mathbf{N_{tc}/N_t}$
1,84	0,50	1,67

(Consultar anexo IV – Folha de cálculo do REH)

4.2. SOLUÇÕES

O estudo pretende efetuar a verificação do Regulamento de Desempenho Energético dos Edifícios de Habitação, Decreto-Lei nº 118/2013 de 20 de agosto ou Decreto-Lei nº 95/2019 de 18 de julho de e inclui uma descrição das características térmicas dos elementos da envolvente, caracterização de soluções de ventilação, soluções quanto aos vãos envidraçados, a quantificação dos diferentes parâmetros térmicos, a determinação das necessidades nominais de aquecimento (N_{ic}) e de arrefecimento (N_{vc}), e ainda o cálculo das necessidades nominais globais de energia primária (N_{tc}).

É importante assegurar que as exigências de conforto térmico, sejam elas de aquecimento ou de arrefecimento, e de ventilação para garantia de qualidade do ar no interior do edifício, bem como as necessidades de água quente sanitária, possam vir a ser satisfeitas sem dispêndio excessivo de energia. Também se pretende minimizar as situações patológicas nos elementos de construção provocadas pela ocorrência de condensações superficiais ou internas, com potencial impacto negativo na durabilidade dos elementos de construção e na qualidade do ar interior.

Para efeitos de comparação equiparável entre os dois DL em estudo, consideramos a reabilitação em estudo como uma grande intervenção. Apesar de não ter sido feito nenhum cálculo em relação ao valor atual do imóvel, é arbitrado um custo superior a 25% das respetivas obras sugeridas e um custo inferior a 300€/m2. Logo, a intervenção integra os parâmetros desejados pelo DL 118 e a categoria "Tipo Y" do DL 95.

É relevante também elucidar que todas as soluções seguidamente apresentadas são meramente hipotéticas com vista a atender da melhor forma aos problemas anteriormente identificados.

4.2.1. VENTILAÇÃO

Por razões de higiene e conforto dos ocupantes, é necessário que a fração seja ventilada em permanência por um caudal mínimo de ar. As soluções a adotar de forma a garantir os caudais

mínimos apresentados nos Decretos-Lei a analisar passam por grelhas autorreguláveis nos compartimentos úteis principais (quartos e salas), sala de estar e casa do forno, de forma a convergir com a existência do fogão de sala, e exaustão mecânica nas casas de banho (tipo ventax) e cozinha.

Estas soluções têm a vantagem de garantir os caudais pretendidos em regime contínuo, permitindo assim taxas de renovação permanentes, além de poder realizar o pré-aquecimento e a filtragem do ar insuflado. Em contrapartida, relativamente aos sistemas de cariz mecânico, impedem a circulação do ar quando se encontram desligados, reduzindo a ventilação a caudais quase nulos, assim como o ruído provocado pelo funcionamento dos mesmos.

Além destas soluções é também importante manter as divisões devidamente ventiladas através da abertura das janelas das diferentes divisões úteis. Apesar desta solução não envolver qualquer tipo de custos relacionados com o seu funcionamento, é necessário alguém a operar a abertura das janelas das múltiplas divisões com a frequência indicada.

4.2.2. VÃOS (FATOR SOLAR)

Os vãos envidraçados da envolvente do edifício serão constituídos por vidro duplo refletante + incolor (4+16+6), com uma câmara preenchida com ar de 16 mm de espessura, e por persianas exteriores de réguas em PVC de cor clara.

A caixilharia é de alumínio com corte térmico, de correr, de uma folha assentes em dois carris. A performance em relação ao ar, água e vento (A. E. V.) é classe 4 com um coeficiente de transmissão térmica de $U_{wdn} = 1{,}2\ W/m^2 \cdot ℃$.

4.2.3 ISOLAMENTO (TRANSMISSÃO TÉRMICA)

Como solução de reabilitação para paredes exteriores será mais simples e indicado a aplicação de isolamento exterior ETICS, de forma a combater os elevados coeficientes de transmissão térmica e reduzir as pontes térmicas nos elementos construtivos.

O ETICS (*External Thermal Insulation Composite System*) é aplicado pelo exterior da fachada e formado por placas de isolamento térmico fixos ao paramento exterior, por colagem e/ou fixação mecânica (através de buchas de fixação). Estas são revestidas por um reboco armado com uma malha mineral flexível, tal como fibra de vidro, aplicada diretamente sobre as placas de isolamento térmico. Por fim é aplicado um acabamento final, embora no caso do isolamento térmico em cortiça, este também possa servir de acabamento final [(ACEPE, 2014), (Brito, et al., 2016)].

Os acabamentos em ETICS são por norma mais espessos e resistentes que um acabamento vulgar, como tinta de areia, contribuindo para a resistência mecânica e estanqueidade à penetração de água do sistema, sem no entanto comprometer a permeabilidade ao vapor de água da fachada (Silva, 2012). Tal se encontra ilustrado na Figura 42.

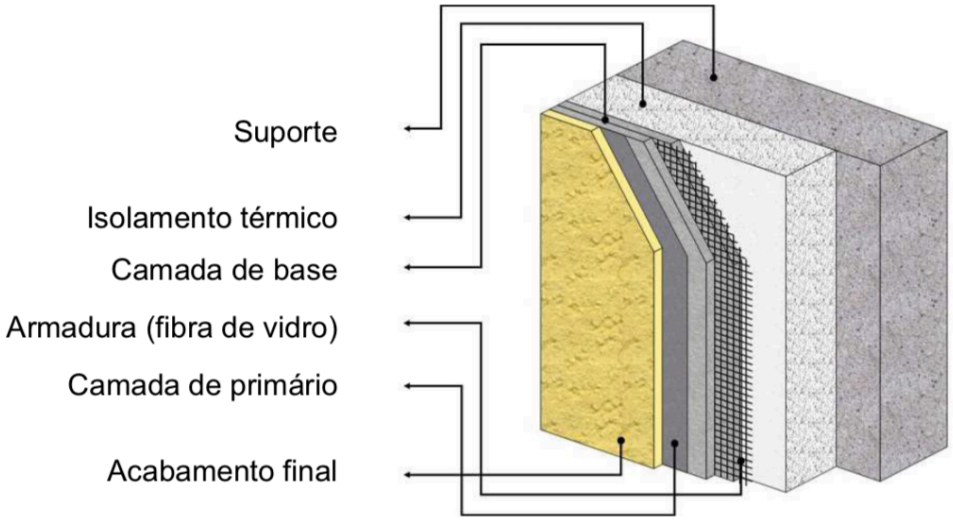


Figura 42: Sistema de isolamento térmico compósito exterior com reboco delgado [adaptado de [APFAC, 2014]]

Finalmente, a nível de isolamento térmico nas coberturas interiores detetadas que em todas as situações separam um espaço útil de um desvão que é identificado como um ENU. Ora, quando o espaço entre a cobertura e o último piso, isto é, o desvão, não é utlizado para fins de habitação, torna-se mais eficiente aplicar o isolamento térmico sobre a esteira horizontal, identificado como C.S1 (exemplificado na Figura 44) num capítulo anterior dedicado à análise de coberturas.

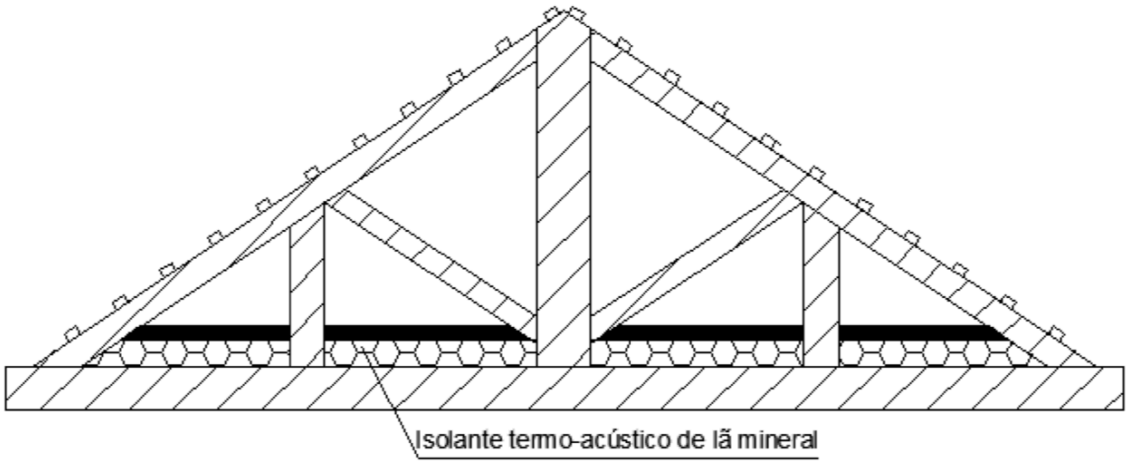


Figura 43: Corte vertical da cobertura inclinada com isolamento térmico na esteira horizontal de um desvão habitável

Algumas das vantagens deste tipo de solução são: como se trata de um desvão não habitável, na estação de aquecimento tem-se um menor volume para aquecer, logo menor consumo de energia, a aplicação do isolamento é bastante simples e a quantidade de isolamento utlizada é menor do que se fosse aplicado nas vertentes, tornando-se mais económica.

4.3. QUANTIFICAÇÃO PELO MODELO 118

Tal como foi evidenciado numa tabela resumo anteriormente, existem uma série de categorias destacadas que são motivo de análise e encaradas como decisivas para a validação das características do edifício ou fração em estudo. Como objetivo final do caso de estudo é decisivo perceber se os parâmetros calculados da moradia com construção anterior a 1990 são válidos face à regulamentação destacada. Além disso, seria pertinente definir se a intervenção se trataria de uma grande intervenção.

Tento isto em conta e examinando tudo o que foi dito anteriormente, os seguintes elementos da construção necessitam de alterações de forma a integrarem o definido pelo Decreto-Lei nº 118/2013:

- Coeficiente de transmissão térmica de paredes, coberturas, vãos envidraçados, pavimentos em contacto com ar;
- Pontes térmicas planas na ligação entre duas fachadas, ligação entre fachada e cobertura exterior e ligação entre fachada e caixa de estore;
- Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento;
- Fator solar da estação de aquecimento;
- Ventilação (renovações por hora);
- Coletores solares/ energias renováveis.

Ao efetuar as alterações anteriormente definidas e tendo por base as soluções sugeridas no subcapítulo anterior serão realizadas as seguintes operações de forma a cumprir todos os requisitos mínimos:

- ETICS na envolvente exterior integrando placas de poliestireno expandido possuindo 0,04m de espessura;
- Colocação de isolamento em lã mineral nas coberturas com 0,07m de espessura;
- Vãos envidraçados com as características evidenciadas no subcapítulo 4.2.2.;
- Sistemas de ventilação com as características descritas no subcapítulo 4.2.3;
- De acordo com a Portaria nº 349-B/2013, os sistemas de coletores solares térmicos a instalar devem proporcionar 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:
- Orientação solar a Sul e com inclinação de 35º;
- Área de abertura de 0,65 m2 por ocupante convencional;
- Rendimento ótico de 73%;
- Coeficientes de perdas térmicas: a1=4,12 W/m2.K e a2=0,014 W/m2.K;
- Modificador de ângulo para incidência de 50º igual a 0,91.

Ao colocar estas alterações no programa do REH temos os valores do Quadro XXXIX.

Quadro XXXIX: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo depois de aplicar o DL 118

$\mathbf{N_{ic}/N_i}$	$\mathbf{N_{vc}/N_v}$	$\mathbf{N_{tc}/N_t}$
1,07	0,83	1,07

4.4. QUANTIFICAÇÃO PELO MODELO 95

Depois de analisar o modelo 118 e seguindo a linha temporal, poderemos enumerar elementos da moradia que necessitariam de sofrer alterações caso o edifício fosse alvo de uma grande intervenção. Os seguintes elementos seriam alvo de limitações por parte do modelo 95, integrando o Tipo X:

- Coeficiente de transmissão térmica de coberturas;
- Fator solar dos vãos envidraçados VE3, VE4, VE5 e VE7.

Quanto ao Tipo Y, os seguintes elementos seriam alvo de modificação:

- Coeficiente de transmissão térmica de coberturas;
- Fator solar dos vãos envidraçados VE3, VE4, VE5 e VE7;
- Admissão de ar nos quartos e sala.

E relativamente ao Tipo Z, os seguintes elementos seriam alvo de modificação:

- Coeficiente de transmissão térmica de coberturas;
- Fator solar dos vãos envidraçados VE3, VE4, VE5 e VE7;
- Admissão de ar nos quartos e sala.

Como a moradia se enquadra no Tipo Y, procedemos ao seguinte plano de alterações:

- ETICS na envolvente exterior integrando placas de poliestireno expandido possuindo 0,02m de espessura (inicialmente não necessário de forma a cumprir os valores do coeficiente de transmissão térmica mas implementado de forma a cumprir as necessidades nominais);
- Colocação de isolamento em lã mineral nas coberturas com 0,04m de espessura (valor de espessura não correspondente ao valor mínimo para o coeficiente de transmissão térmica mas posteriormente necessário de forma a cumprir as necessidades nominais)
- Sistemas de ventilação com as características descritas no subcapítulo 4.2.3;

Ao colocar estas alterações no programa do REH temos os valores do Quadro XL.

Quadro XL: relação entre os valores das necessidades nominais e os de referência da moradia em estudo depois de aplicar o DL 95

$\mathbf{N_{ic}/N_i}$	$\mathbf{N_{vc}/N_v}$	$\mathbf{N_{tc}/N_t}$
1,25	0,75	1,22

4.5.INTERPRETAÇÃO DO RESULTADOS

Após toda uma análise cuidada às características determinantes da moradia de forma a analisar o intuito deste trabalho, foi possível identificar os pontos chave e a influência da legislação em vigor.

Até à definição do Decreto-Lei nº 95/2019, era notório que a vertente de reabilitação caía no esquecimento às mãos da antiga regulamentação. Na abordagem através do Decreto-Lei nº 118/2013, caso a moradia entre num regime de grande intervenção, teremos treze tópicos com necessidade de reajuste ao nível de elementos opacos do exterior e vãos envidraçados. Em contraposição, o 95 facilitaria bastante este processo ao propiciar um conjunto de valores menos rigorosos.

Estes ajustes passariam pela aplicação de isolamento pelos exterior (ETICS), a troca das caixilharias e janelas existentes, a incorporação de grelhas e sistemas de ventilação e a instalação de sistemas de energias renováveis. Este último enumerado apenas estaria incluído no conjunto de melhorias exigido pelo 118. Apenas com este conjunto de alterações físicas no edifício, seria possível alterar com sucesso todos os valores necessários, usando para verificação de tal, a ferramenta de cálculo do REH antes de iniciar qualquer tipo de intervenção.

A análise feita a estas abordagens permite verificar que a nova regulamentação se encontra mais direcionada à temática de reabilitação e os valores que esta alberga têm em conta o estado de conservação e o estilo de edifícios com construção anterior a 1990.

5
CONCLUSÕES

5.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No presente capítulo, são apresentadas todas as conclusões obtidas e as dificuldades encontradas ao longo da realização do presente estudo. São também referidos possíveis desenvolvimentos futuros, que permitem a continuação deste trabalho, e que contribuirão para o aumento do conhecimento científico desta área de estudo.

O ponto de partida desta dissertação consistia na questão acerca das facilidades levantadas pelo Decreto-Lei nº 95 e na análise das dificuldades outrora encontradas devido à escassez de informação no âmbito da reabilitação. Ora, a pergunta que persistia ao longo da escrita deste trabalho era: "Que mudanças traz o DL nº 95 alternativamente ao DL nº 118? São mudanças positivas ou negativas?"

5.2. CONCLUSÕES

Como já foi bastante reforçado anteriormente e respondendo às questões inicialmente estabelecidas, o Decreto-Lei nº 95 de facto traz algumas mudanças em relação ao praticado anteriormente e na sua generalidade são mudanças bastante positivas do ponto de vista de quem desejar reabilitar edifícios e frações antigas.

O novo quadro regulamentar adequa a legislação da construção à reabilitação e define os princípios fundamentais a que deve obedecer. Este densifica, do ponto de vista concetual e tecnológico, as exceções previstas na lei para edifícios existentes, contribuindo para a sua fundamentação e verificação criteriosa. Desta forma, vem dar um impulso qualificado à reabilitação de edifícios, por via da adequação da regulamentação, da sua flexibilidade e proporcionalidade e pela fortíssima convicção de uma responsabilidade ambiental alargada.

Estas implementações podem impulsionar o mercado existente a eleger preferencialmente a reabilitação do existente face à construção do novo visto que os custos para a alteração podem não ser tão elevados como no passado.

Todos os objetivos propostos da dissertação foram cumpridos e gerou em mim espírito critico a novas habilidades no que toca à discussão de todas as matérias abordadas.

5.3. FUTUROS DESENVOLVIMENTOS

Como estas medidas são relativamente recentes, será necessário averiguar ao longo do tempo a forma como são aplicadas e possíveis dificuldades que poderão não ter sido contabilizadas no momento de elaboração dos respetivos documentos.

Existem alguns erros mínimos de escrita nas portarias evidenciados em capítulos anteriores mas que não impedem a sua leitura.

Como sugestões em relação a possíveis alterações para o futuro deste ramo da construção, seria pertinente:

- Tornar mais claros os valores a adotar nas pontes térmicas planas, tornando este conjunto de valores mais sucintos e de fácil leitura e aplicação, em vez de apenas atribuir fatores multiplicativos;
- Diminuir a complexidade dos valores do fator solar, visto que é das únicas temáticas em que o Decreto-Lei nº 95 é generalizadamente mais exigente;
- Considerar a possibilidade de integrar no Tipo Z, ou até Tipo Y, medidas para a instalação de energias renováveis de forma a reduzir as necessidades energéticas anuais do edifício. Esta sugestão teria que estar limitada à reabilitação de apenas edifícios na sua integral e não frações visto que a possibilidade de instalação destes elementos pode depender de fatores alheios ao proprietário do imóvel.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Instituto Nacional de Estatística, I.P. 2011. Alojamentos familiares (N.º) por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e Forma de ocupação; Decenal. https://censos.ine.pt/xportal/xmain?xpid=CENSOS&xpgid=ine_censos_indicador&contexto=ind&indOcorrCod=0005972&selTab=tab10.

Guerra, Francisco. 2019. Comportamento térmico de projeto de licenciamento - Fração habitacional (Porto).

Silva, Simão Segurilho da. 2019. Comportamento térmico de projeto de licenciamento - Fração habitacional (Vila Chã).

Gonçalves, Helder. 2004. Conceitos Bioclimáticos para os Edifícios em Portugal. edição de João Mariz Graça. INETI. https://www.lneg.pt/download/4117/Conceitos%20Bioclimaticos.pdf.

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. 2014. Decreto-Lei n.º 53/2014. Em *Diário da República n.º 69/2014, Série I de 2014-04-08*. Diário da República Eletrónico. https://dre.pt/pesquisa/-/search/25344757/details/maximized.

Ministros, Presidência do Conselho de. 2019. Decreto-Lei n.º 95/2019. Em *Diário da República n.º 136/2019, Série I de 2019-07-18*, edição de Infraestruturas e Habitação. Diário da República Eletrónico. https://dre.pt/home/-/dre/123279819/details/maximized.

Ministros, Presidência do Conselho de. 2013. Decreto-Lei n.º 118/2013. Em *Diário da República n.º 159/2013, Série I de 2013-08-20*, edição de Ministério da Economia e do Emprego. Diário da República Eletrónico. https://dre.pt/pesquisa/-/search/499237/details/maximized.

Freitas, Vasco Peixoto de. 2019. Decreto-Lei nº 113/2018. Em *REH*. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto Laboratório de Física das Construções.

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia. 2013. Despacho (extrato) n.º 15793-F/2013. Em *Diário da República n.º 234/2013, 3º Suplemento, Série II de 2013-12-03*, edição de Ordenamento do Território e Energia - Direção-Geral de Energia e Geologia Ministério do Ambiente. Diário da República Eletrónico.

Instituto Nacional de Estatística, I.P. 2012. "Edifícios (N.º) por Localização geográfica (à data dos Censos 2011) e Tipo de utilização". Acedido a 12/04/2020. https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0005969&xlang=pt.

Censos. 2011. "Edifícios segundo os Censos: total e por época de construção". Acedido a Março 2020. https://www.pordata.pt/Portugal/Edif%C3%ADcios+segundo+os+Censos+total+e+por+epoca+de+construção-93.

Censos. 2011. "Edifícios segundo os Censos: total e por número de pisos". Acedido a Março 2020. https://www.pordata.pt/Municipios/Edif%C3%ADcios+segundo+os+Censos+total+e+por+numero+de+pisos-85.

Gynther, Lea. 2015. Energy Efficiency Trends and Policies in the Household and Tertiary Sectors. Em *An Analysis Based on the ODYSSEE and MURE Databases*, edição de Bruno Lapillonne and Karine Pollier: Intelligent Energy Europe Programme.

Alves, Diogo Filipe de Jesus. 2019. Estruturação de uma base de dados de custos de referência para trabalhos.

Estruturas, Núcleo de Engenharia Sísmica e Dinâmica de. 2005. "Evolução das tipologias construtivas em Portugal". Acedido a 02-05-2020. http://www-ext.lnec.pt/LNEC/DE/NESDE/divulgacao/evol_tipol.html.

Instituto Nacional de Estatística, I.P. 2012. Evolução do Parque Habitacional em Portugal 2001-2011.

Coimbra, Universidade de. 2011. ITECONS - Catálogo de Pontes Térmicas Lineares. edição de Universidade de Coimbra.

ADENE. 2020. Maior conforto e benefícios económicos em casa. edição de Certificação Energética dos Edifícios: Sistema de Certificação Energética de Edifícios. https://www.sce.pt/wp-content/uploads/2018/07/afM_Triptico_beneficios_ce.pdf.

Vasco Peixoto de Freitas, Ana Guimarães, Cláudia Ferreira, Sandro Alvez. 2019. Medidas de melhoria - Edifícios residenciais existentes. Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

"Modelos probabilísticos contínuos". Acedido a 17/11/2019. http://www.portalaction.com.br/probabilidades/62-distribuicao-normal.

Freitas, Vasco Peixoto de. 2019. "A nova regulamentação para a reabilitação do edificado". *Construção Magazine*.

Portuguesa, República. 2019. Peguntas e respostas acerca do Decreto-Lei nº 95/2019, de 18 de julho. edição de Infraestruturas e habitação. www.portugal.gov.pt. https://www.portugal.gov.pt/download-ficheiros/ficheiro.aspx?v=b49cece2-7a24-44fc-b5c2-01abe52d71d4.

SOLARGIS. 2019. Photovoltaic power potential. Em *Solargis*, edição de Solar resource map. https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/europe.

Energética, Ambiente e Transição. 2019. Portaria n.º 297/2019. Em *Diário da República n.º 172/2019, Série I de 2019-09-09*, edição de Ambiente e Transição Energética. Diário da República Eletrónico. https://dre.pt/home/-/dre/124539913/details/maximized.

Habitação, Infraestruturas e. 2019. Portaria n.º 303/2019. Em *Diário da República n.º 175/2019, Série I de 2019-09-12*, edição de Infraestruturas e Habitação. Diário da República Eletrónico. https://dre.pt/home/-/dre/124642992/details/maximized.

Ministério do Ambiente, Ordenamento do Território e Energia. 2013. Portaria n.º 349-B/2013. Em *Diário da República n.º 232/2013, 1º Suplemento, Série I de 2013-11-29*, edição de Diário da República Eletrónico.

Silva, Raimundo Mendes da. 2019. "Princípios Fundamentais da Reabilitação de Edifícios Consagrados pelo Decreto-Lei nº 95/2019, de 18 de julho". *Construção Magazine*.

Silva, Raimundo Mendes da. 2019. Princípios fundamentais da reabilitação de edifícios. LNEC.

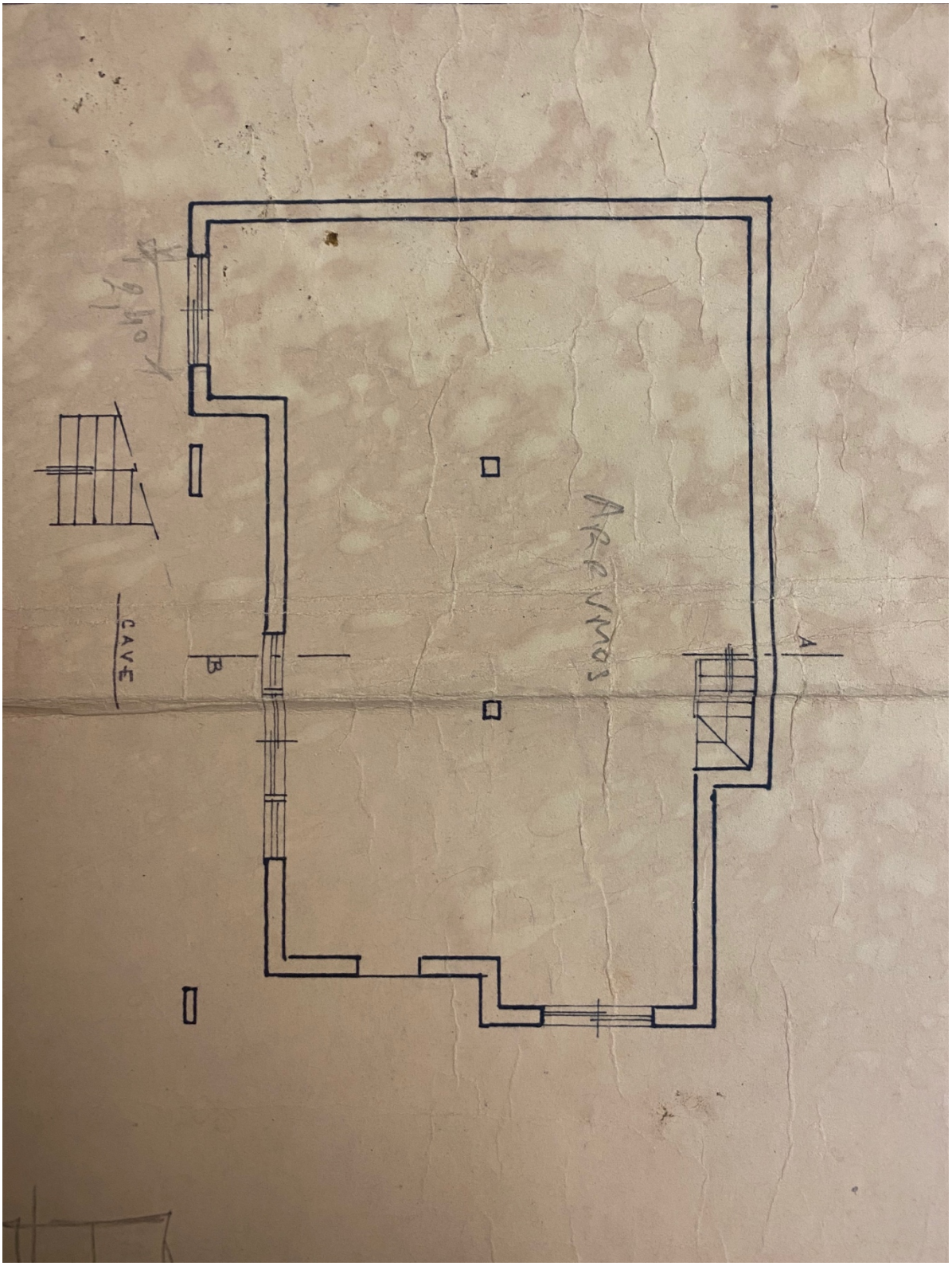
Urbana, Instituto da Habitação e da Reabilitação. 2013. Processos de delimitação e de aprovação de Áreas de Reabilitação Urbana e de Operações de Reabilitação Urbana. portaldahabitação.pt: Governo de Portugal. https://www.portaldahabitacao.pt/documents/20126/36071/ManualdeApoioARU.pdf/60b58d30-63ec-628f-4c81-1cc4666d85ac?t=1550356910621.

Corrêa, Diana Maria Barroso Ferro Garcês. 2016. "Reabilitação térmica de fachadas de edifícios antigos".

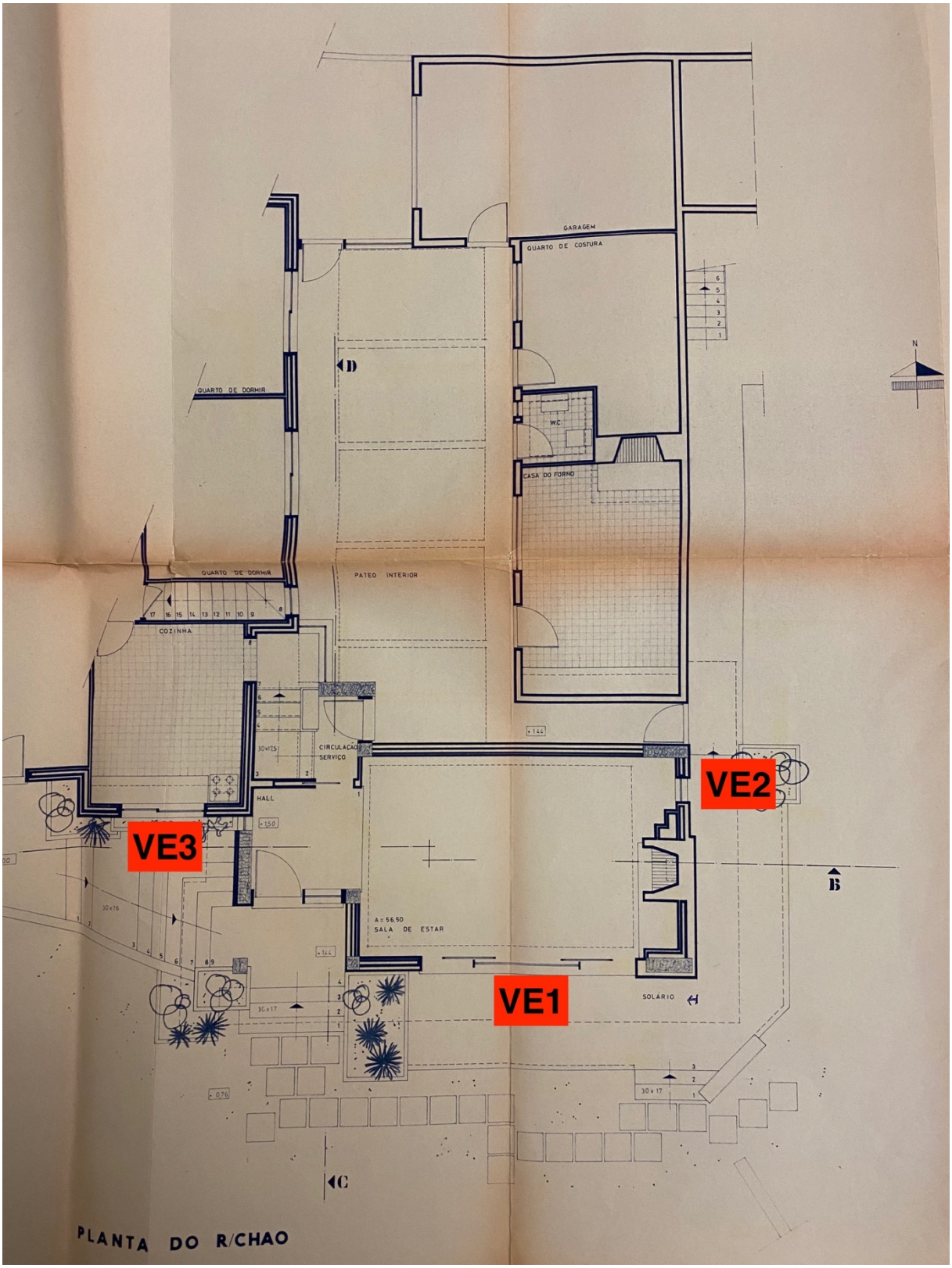
Gutierres, Valter Nuno dos Santos. 2015. "Reabilitação Térmica e Acústica de Edifícios Antigos". Instituto Superior de Engenharia de Lisboa.

ANEXO I

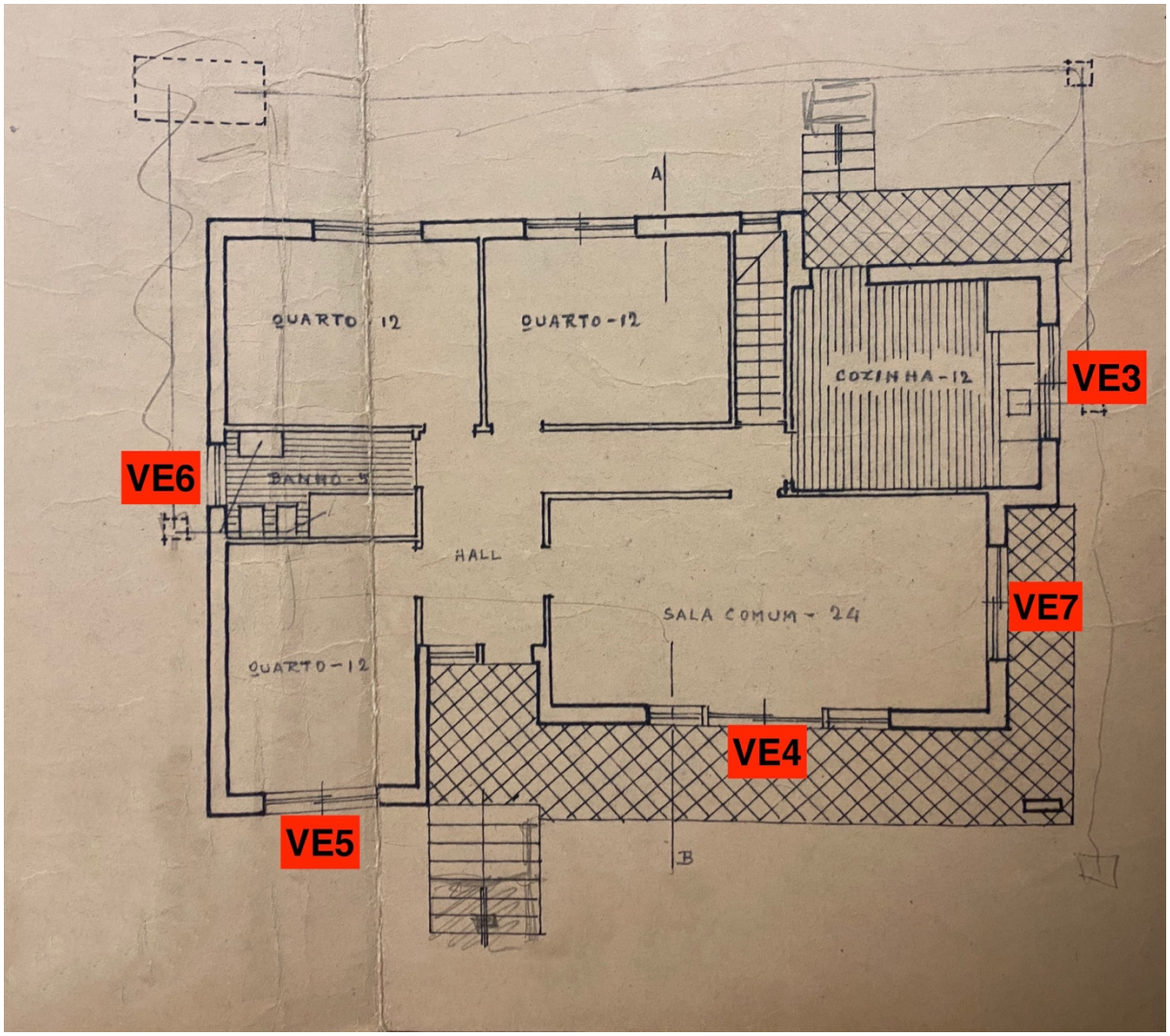
Plantas da moradia unifamiliar



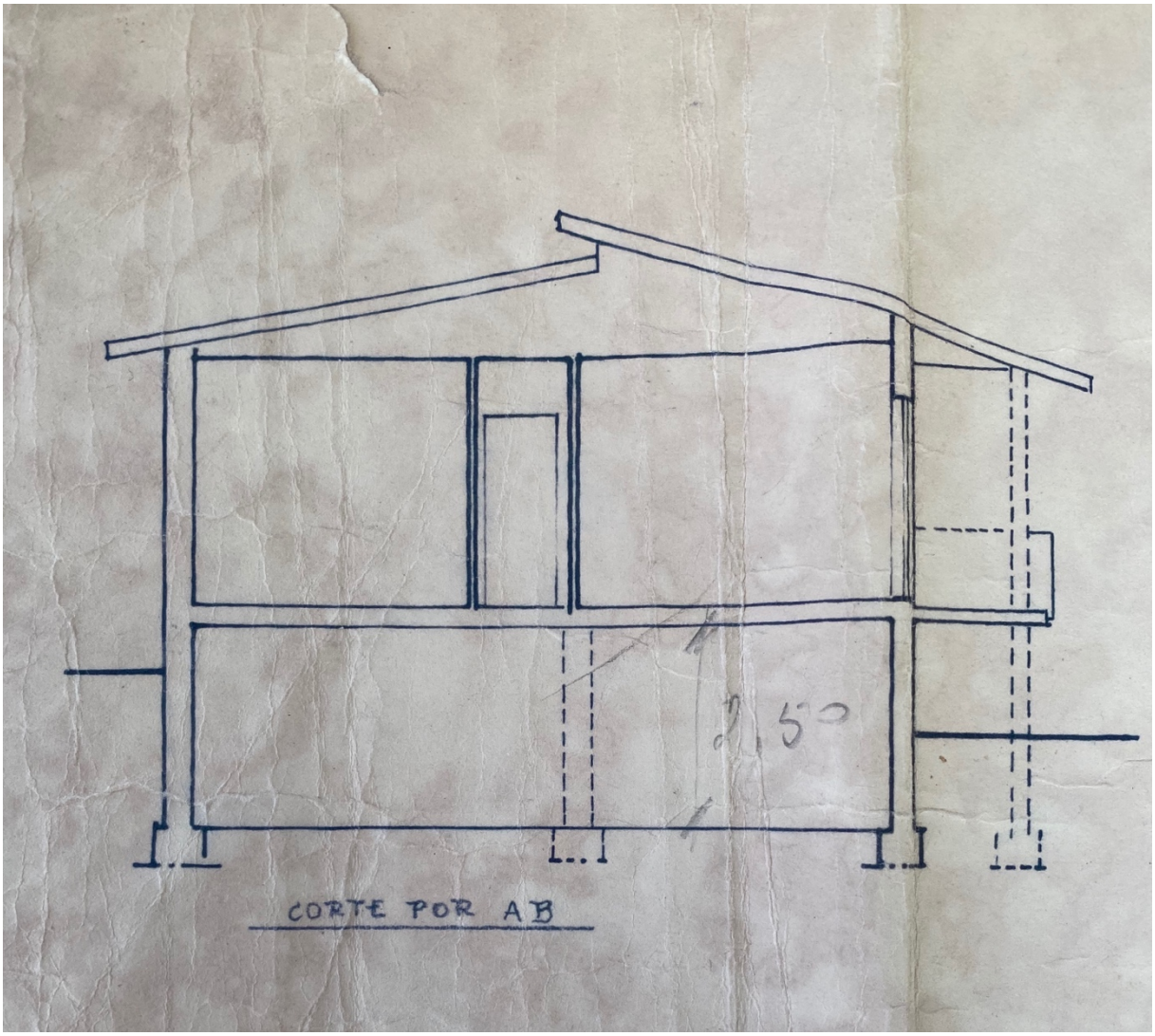
Planta da moradia unifamiliar (Cave)



Planta da moradia unifamiliar (Planta do rés-do-chão) – Quartos pertencentes ao primeiro piso

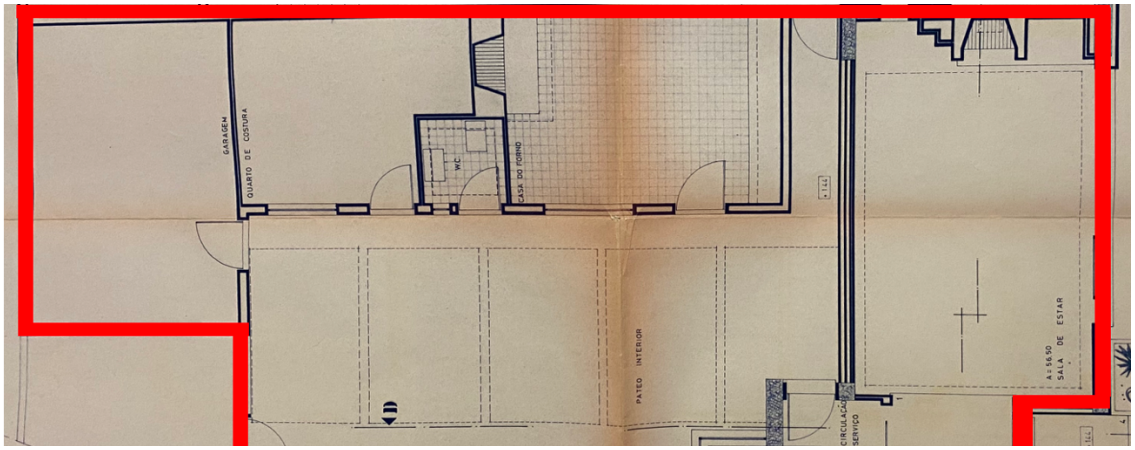


Planta da moradia unifamiliar (Planta do primeiro piso)

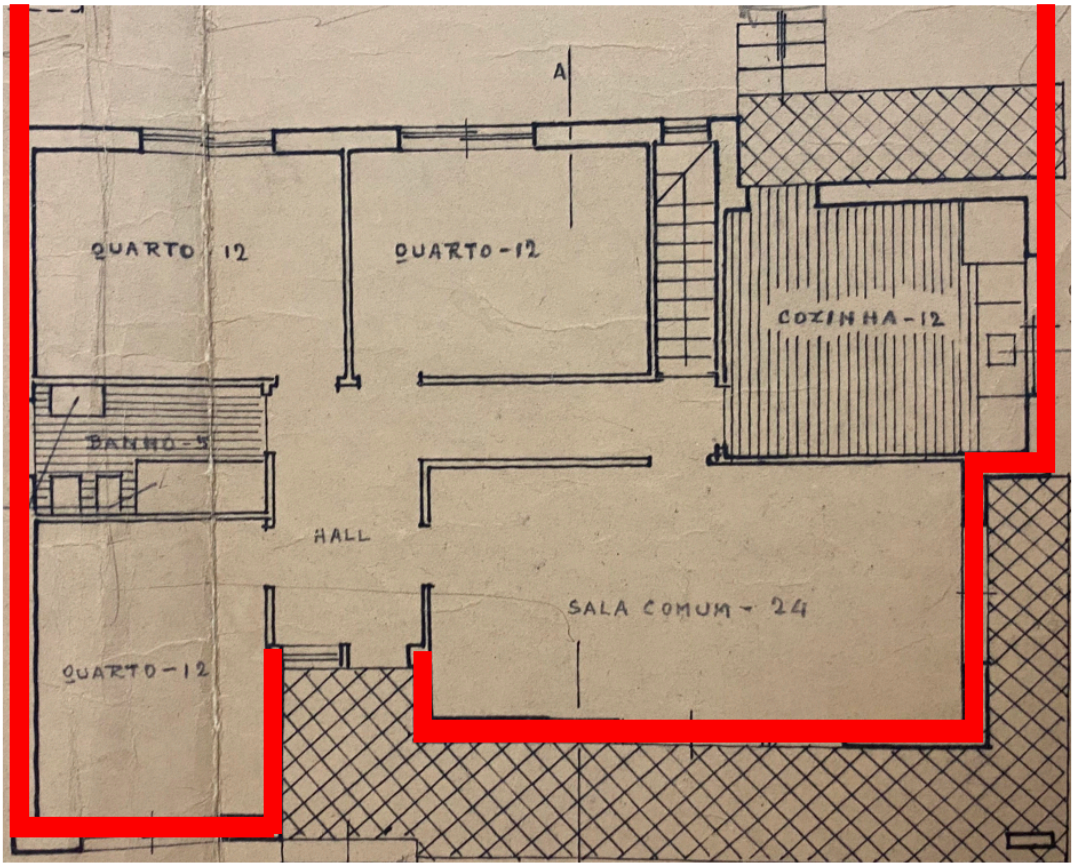


Corte da moradia

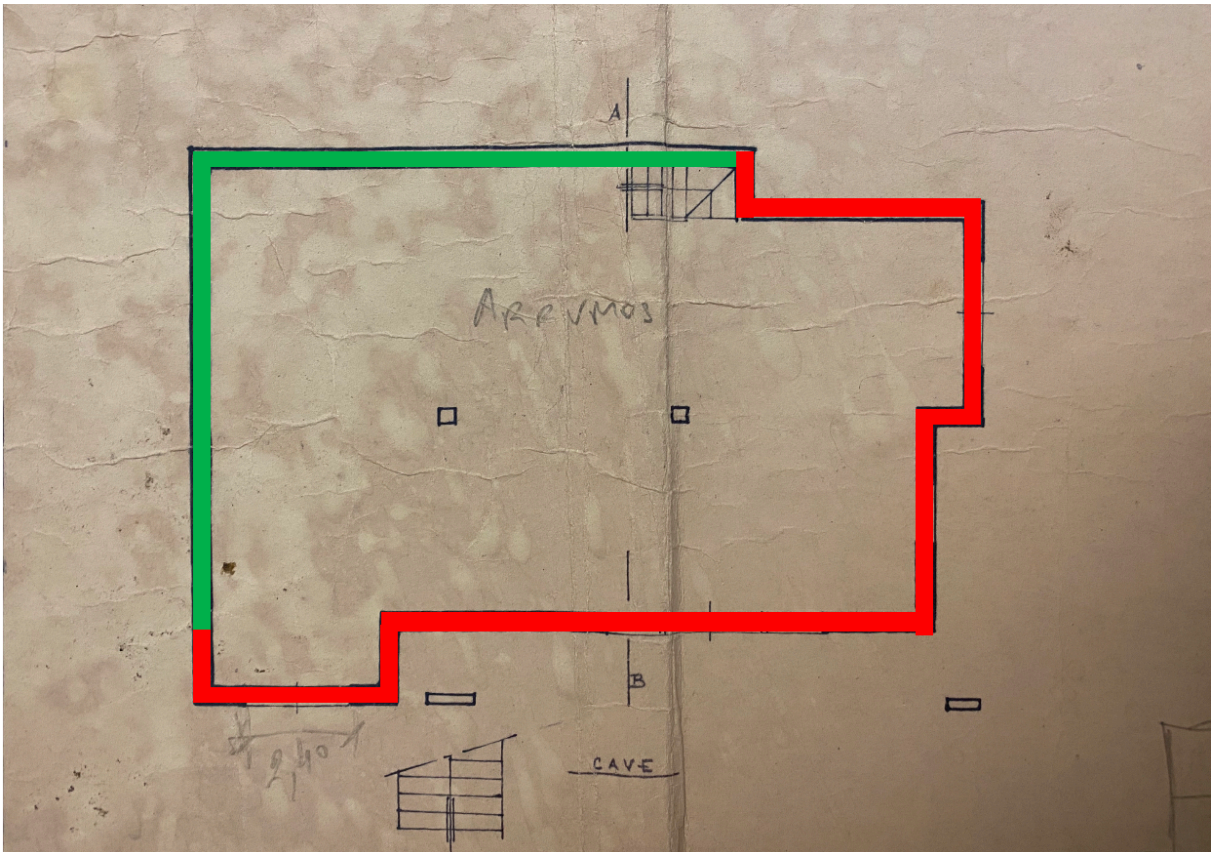
LEGENDA		
	ENVOLENTE EXTERIOR	
	ENVOLENTE INTERIOR	COM REQUISITOS DE ENVOLVENTE INTERIOR
		COM REQUISITOS DE ENVOLVENTE EXTERIOR
	ENVOLENTE SEM REQUISITOS	



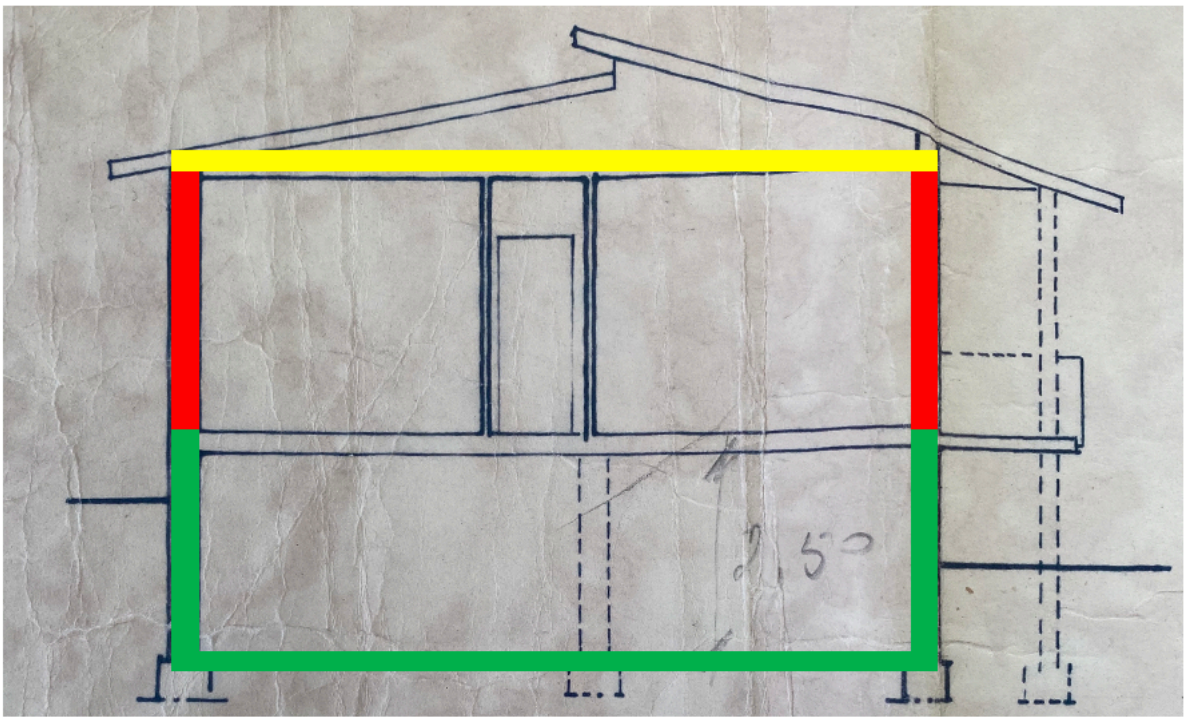
Planta do rés-do-chão



Planta Piso 1



Planta arrumos



Corte vista poente

ANEXO II

Inércia Térmica

INÉRCIA TÉRMICA

EL1 - Elementos da envolvente exterior

Paredes exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m^2)	Massa total (kg/m^2)	Msi	r	A*Msi*r
PTPPDE1	1,95	678,40	150,00	1,00	292,50
PTPPDE1	3,12	678,40	150,00	1,00	468,00
PTPPDE1	0,65	678,40	150,00	1,00	97,50
PTPPDE1	2,18	678,40	150,00	1,00	327,00
PTPPDE2	4,26	678,40	150,00	1,00	639,00
PTPPDE2	3,75	678,40	150,00	1,00	562,50
PTPPDE3	1,65	46,40	46,40	1,00	76,56
PTPPDE3	0,15	46,40	46,40	1,00	6,96
PTPPDE3	1,98	46,40	46,40	1,00	91,87
PDE1	53,30	678,40	150,00	1,00	7995,00
PDE1	54,20	678,40	150,00	1,00	8130,00
PDE1	48,10	678,40	150,00	1,00	7215,00
PDE1	65,00	678,40	150,00	1,00	9750,00
PTPPDE3	0,15	46,40	46,40	1,00	6,96
			0,00		
				TOTAL	35658,85

Pavimentos exteriores

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

Coberturas exteriores

Designação do tipo de solução	Área (m^2)	Massa total (kg/m^2)	Msi	r	A*Msi*r
CBE1	52,25	10,30	10,30	1,00	538,18
			0,00		
				TOTAL	538,18

EL1 - Elementos da envolvente interior

Paredes em contacto com espaços não úteis

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

Paredes em contacto com edifícios adjacentes

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

Pavimentos sobre espaços não úteis

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

Coberturas interiores (sob espaços não úteis)

Designação do tipo de solução	Área (m^2)	Massa total (kg/m^2)	Msi	r	A*Msi*r
CBI1	106,09	290,32	150,00	0,50	7956,75
CBI1	37,00	290,32	150,00	0,50	2775,00
CBI1	21,75	290,32	150,00	0,50	1631,25
			0,00		
				TOTAL	12363,00

EL1 - Elementos em contacto com outra fracção autónoma

Paredes em contacto com outra fracção autónoma

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

Pavimentos em contacto com outra fracção autónoma

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

EL2 - Elementos da envolvente em contacto com o solo

Paredes enterradas

Designação do tipo de solução	Área (m^2)	Massa total (kg/m^2)	Msi	r	A*Msi*r
PDET1	11,70	250,00	150,00	1,00	1755,00
				TOTAL	1755,00

Pavimentos enterrados

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

Pavimentos térreos

Designação do tipo de solução	Área (m^2)	Massa total (kg/m^2)	Msi	r	A*Msi*r
PVT1	285,80	310,00	150,00	1,00	42870,00
				TOTAL	42870,00

EL3 - Elementos de compartimentação

Paredes de compartimentação

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

Pavimentos de compartimentação

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

It	407,28
Classe de inércia térmica	Forte

ANEXO III

Ventilação

ITeCons

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO REH-ITECONS

UNIVERSIDADE DE COIMBRA

Enquadramento do Edifício ou Fração Autónoma

Tipo de edifício	Existente
Concelho	Espinho
Altitude (m)	7
Região	B
Rugosidade	II
Área útil (m^2)	228,80
Pé direito (m)	2,60
Volume (m^3)	594,88
Texterior (ºC)	10,50
Altitude ref. (m)	94,00
A_{ENV}/ A_U	8,3%

Nº de pisos da fracção	3
Velocidade do vento, u10 (m/s)	Por defeito
Velocidade do vento utilizada = 3,6 m/s	
Nº fachadas expostas	>=2
Altura do edifício, H_{ref} (m)	6
Altura da fração, H_{FA} (m)	6
Edifícios/obstáculos?	☐
Altura do obstáculo, H_{obs} (m)	
Distância ao obstáculo, D_{obs} (m)	
Protecção do edifício	**Desprotegido**
Zona da fachada	**Inferior**

ver esquema

Permeabilidade ao ar da envolvente

Foi medido o valor n_{50}? ☐

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

Designação	Área vãos (m^2)	Classe de permeabilidade ao ar de janelas	Permeabilidade da caixa de estore
Grupo de vaos 1	19,02	2	Não tem

Aberturas de admissão de ar na envolvente

Existem aberturas de admissão de ar nas fachadas? ☐

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

Existem condutas de ventilação natural? ☑

Conduta	Tipo de escoamento	Exaustores tipo ventax?	Perda de carga	Tipo de cobertura	Número de condutas semelhantes	Altura da conduta conhecida?	Altura da conduta (m)	Designação
Conduta V_N 1	Exaustão	Sim	Alta	Inclinada (>=30º)	2	Não	3,00	
Conduta V_N 2								

Exaustão ou insuflação por meios mecânicos de funcionamento prolongado

Existem meios mecânicos (excluindo exaustores ou ventax)? ☐

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

Existem meios híbridos? ☐

RESULTADOS

RPH estimada condições nominais (h-1)	0,07
Rph,i (h-1) - Aquecimento	0,40
bve,i (1-recuperação de calor)	0,0%
Rph,v (h-1) - Arrefecimento	0,60
bve,v (1-recuperação de calor)	0,0%

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

Ponderar a implementação de medidas de melhoria no sistema de ventilação

Ver esquema da Ventilação (Método simplificado)

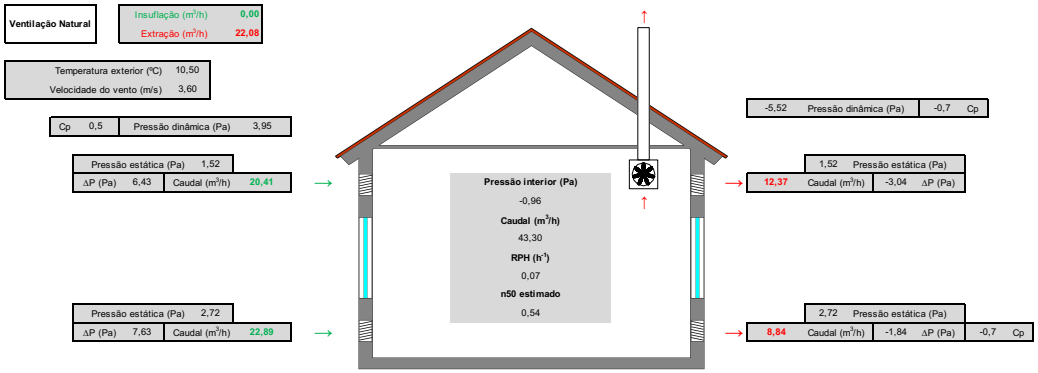
ITeCons

FERRAMENTA DE CÁLCULO DE VENTILAÇÃO REH-ITECONS

U C

Universidade de Coimbra

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



ANEXO IV

Folha de cálculo do REH

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

Universidade de Coimbra

Versão V3.11 de 2 de maio de 2018

Identificação Geográfica

Identificação Geográfica do Edifício ou Fração Autónoma

Código do Ponto de Entrega (CPE)					
Código Postal	4500	-	521	Concelho	Espinho
Artéria					
Aplicável nº de Porta?	☐	Aplicável Alojamento?	☐		
Nº de Porta		Alojamento			

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

Coordenadas GPS

Latitude		Longitude	

Natureza da Emissão

Qual a data de início do processo de licenciamento ou autorização de edificação?	Anterior a 4 de julho de 2006				
Tipo de Certificado	Certificado	Contexto de Certificado	Existente	Definição do Enquadramento	Existente anterior ao DL79/2006 ou DL80/2006, conforme aplicável

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	PARAMOS	Cód. de Freguesia	010704
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?	☐	Aplicável Alojamento?	☐	NIF	
Nº de Porta		Alojamento			
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			
Ordem Profissional		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

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

U C
Universidade de Coimbra

Altitude (m)	7	Altitude normalmente entre 0 e 100 m	
Distância à costa	Inferior a 5km	Edifício situado	na periferia de uma zona urbana ou numa zona rural

Características do Edifício

Ano de construção conhecido?	☑	Ano de construção	1987
Período de Construção			
Tipo de utilização	Habitação	Nº total de pisos que constitui o edifício	3
Possui elevador?	☐		

Características da Fração

Área útil de pavimento (m²)	228,80	Pé-direito médio ponderado (m)	2,60	ROADMAP	2016
Tipologia	T3	Tipologia fiscal	T3	Inércia Térmica	Forte
Nº de pisos da fração	3				

Descrição sucinta	Caract. restantes
	2000

Levantamento Dimensional

Divisão	Área (m²)	Pé Direito (m)	% Área	Volume (m³)
quarto 1	15,00	2,60	6,6	39,00
quarto 2	15,00	2,60	6,6	39,00
quarto 3	15,00	2,60	6,6	39,00
sala de estar	56,80	2,60	24,8	147,68
casa do forno	34,00	2,60	14,9	88,40
wc rich	3,50	2,60	1,5	9,10
sala comum	38,50	2,60	16,8	100,10
cozinha	17,00	2,60	7,4	44,20
wc piso 1	3,50	2,60	1,5	9,10
quarto de costura	30,50	2,60	13,3	79,30
TOTAL	228,800	2,600	100,0	594,88

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
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	Pilares
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	Vigas
Ponte Térmica Plana	Ponte Térmica Plana - Tipo 3	Caixas de estore
Solução Corrente	Parede Exterior - Tipo 1	Parede simples ou dupla rebocada (posterior a 1960)

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m². C)		Solução Incorpora PTP's?
PTPPDE1	Ponte Térmica Plana - Tipo 1	Elemento em betão armado (pilar), do interior para o exterior: 20mm de reboco tradicional, 280mm de betão armado e 20mm de reboco tradicional.	2,93		
PTPPDE2	Ponte Térmica Plana - Tipo 2	Elemento em betão armado (pala de betão armado), do interior para o exterior: 20mm de reboco tradicional, 280mm de betão armado e 20mm de reboco tradicional.	2,93		
PTPPDE3	Ponte Térmica Plana - Tipo 3	Caixa de estore, do interior para o exterior: 20mm de reboco tradicional, 30mm de madeira densa, 220mm de caixa de ar, 30mm de madeira densa e 20mm de reboco tradicional	1,56		
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	Parede dupla rebocada (posterior a 1960), do interior para o exterior: 20mm de reboco tradicional, 70mm de alvenaria tipo tijolo furado, 60mm de caixa de ar, 150mm de alvenaria tipo tijolo furado e 20mm de reboco tradicional.	1,04		

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m²)	Área a deduzir (Vãos, PTP, ...) (m²)	Cor	Fachada Ventilada?	Grau de ventilação	Emissividade	U Solução (W/m². C)	Área Efectiva (m²)	U referência (W/m². C)	U máximo (W/m². C)
PTPPDE1	Oeste	PDE1	1,95	0,00	Clara	Não			2,93	1,95	0,50	-
PTPPDE1	Sul	PDE1	3,12	0,00	Clara	Não			2,93	3,12	0,50	-
PTPPDE1	Norte	PDE1	0,65	0,00	Clara	Não			2,93	0,65	0,50	-
PTPPDE1	Este	PDE1	2,18	0,00	Clara	Não			2,93	2,18	0,50	-
PTPPDE2	Oeste	PDE1	4,26	0,00	Clara	Não			2,93	4,26	0,50	-

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

Universidade de Coimbra

PTPPDE2	Este	PDE1	3,75	0,00	Clara	Não			2,93	3,75	0,50	-
PTPPDE3	Oeste	PDE1	1,65	0,00	Clara	Não			1,56	1,65	0,50	-
PTPPDE3	Norte	PDE1	0,15	0,00	Clara	Não			1,56	0,15	0,50	-
PTPPDE3	Sul	PDE1	1,98	0,00	Clara	Não			1,56	1,98	0,50	-
PDE1	Norte		53,30	0,00	Clara	Não			1,04	53,30	0,50	-
PDE1	Sul		54,20	0,00	Clara	Não			1,04	54,20	0,50	-
PDE1	Este		48,10	0,00	Clara	Não			1,04	48,10	0,50	-
PDE1	Oeste		65,00	0,00	Clara	Não			1,04	65,00	0,50	-
PTPPDE3	Este	PDE1	0,15	0,00	Clara	Não			1,56	0,15	0,50	-

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	Pala horizontal α -	Pala vertical à esquerda β_{esq} -	Pala vertical à direita β_{dir} -	
PTPPDE1	0,74	0	0	
PTPPDE1	0	0	0	
PTPPDE1	0	0	0	
PTPPDE1	0	0	0	
PTPPDE2	0,74	0	0	
PTPPDE2	0	0	0	
PTPPDE3	0,74	0	0	
PTPPDE3	0	0	0	
PTPPDE3	0	0	0	
PDE1	0	0	0	
PDE1	0	0	0	
PDE1	0	0	0	
PDE1	0,74	0	0	
PTPPDE3	0	0	0	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Áreas por orientação (m2)								Área Total (m^2)	U Solução (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)
		N	NE	E	SE	S	SO	O	NO				
PTPPDE1	Ponte Térmica Plana Tipo 1	0,65	0,00	2,18	0,00	3,12	0,00	1,95	0,00	7,90	2,93	0,50	-
PTPPDE2	Ponte Térmica Plana Tipo 2	0,00	0,00	3,75	0,00	0,00	0,00	4,26	0,00	8,01	2,93	0,50	-
PTPPDE3	Ponte Térmica Plana Tipo 3	0,15	0,00	0,15	0,00	1,98	0,00	1,65	0,00	3,93	1,56	0,50	-
PDE1	Parede Exterior - Tipo 1	53,30	0,00	48,10	0,00	54,20	0,00	65,00	0,00	220,60	1,04	0,50	-

Pavimentos Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

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

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U desc. Solução (W/m².°C)

Designação do Tipo de Solução	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área (m^2)	U desc. Solução (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)

Coberturas Exteriores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

Solução corrente ou Ponte Térmica Plana?	Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução
Solução Corrente	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura inclinada com isolamento térmico nas vertentes inclinadas

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U asc. Solução (W/m².°C)	U desc. Solução (W/m².°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	Cobertura tipo painel sandwich	0,47	0,45

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 (i)	Emissividade (ii)	U asc. Solução (W/m².°C)	U desc. Solução (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)
CBE1		52,25	Clara	Não			0,47	0,45	0,40	-

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Área Total (m^2)	U Solução (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)
CBE1	Cobertura Exterior - Tipo 1	52,25	0,47	0,40	-

Vãos Envidraçados Exteriores

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

U C
Universidade de Coimbra

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	Simples	Caixilharia metálica sem corte térmico com vidro simples	

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção
VE1	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE2	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE3	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE4	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE5	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE6	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC
VE7	Envidraçado Exterior - Tipo 1	Caixilharia executada em alumínio anodizado de cor natural, sem corte térmico e o vidro é simples	Com proteção pelo exterior	Estore de lâminas em PVC

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	Uwdn ($W/m^2.C$)	$g_{\perp,vi}$	$g_{\perp,T}$	FS Global Prot. Perm. $g_{\perp,Ty}$	Classe da Caixilharia	Tipo de Vidro	Fracção Envidraçada Fg	URef ($W/m^2.C$)	Área (m^2)	Umáx ($W/m^2.ºC$)
VE1	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	9,00	-
VE2	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	0,75	-
VE3	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	2,20	-
VE4	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	2,20	-
VE5	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	2,20	-
VE6	4,10	0,87	0,00	0,00	2	Simples	0,00	2,80	0,80	-
VE7	4,10	0,87	0,07	0,39	2	Simples	0,60	2,80	1,87	-

ID vão	Divisão	Designação do tipo de solução	Orientaçao	Área envidraçada (m^2)	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Permeabilidade da Caixa de Estore	Classe SEEP	ID SEEP	gT corrigido	Área do compartimento que serve (m^2)	Área de envidraçados do compartimento que serve (m^2)	gTmax	Aenv < 5% Apav
1	sala de estar	VE1	Sul	9,00	Não	Não tem			0,06	56,80	9,75	-	Não
2	sala de estar	VE2	Este	0,75	Não	Não tem			0,06	56,80	9,75	-	Não
3	cozinha	VE3	Oeste	2,20	Não	Não tem			0,06	17,00	2,20	-	Não
4	sala comum	VE4	Oeste	2,20	Não	Não tem			0,04	38,50	4,07	-	Não
5	quarto 3	VE5	Oeste	2,20	Não	Não tem			0,06	15,00	2,20	-	Não
6	wc piso 1	VE6	Norte	0,80	Não	Não tem			0,00	3,50	0,00	-	Sim
7	sala comum	VE7	Sul	1,87	Não	Não tem			0,06	38,50	4,07	-	Não
												-	

(continuação)

	Sombreamento Arrefecimento = Sobreamento Aquecimento?	ESTAÇÃO DE AQUECIMENTO/ARREFECIMENTO				ESTAÇÃO DE ARREFECIMENTO				
ID vão		Obstrução do Horizonte dh º	Pala horizontal α º	Pala vertical à esquerda βesq º	Pala vertical à direita βdir º	Pala horizontal α º	Pala vertical à esquerda βesq º	Pala vertical à direita βdir º		
1	Sim	0	0	0	0					
2	Sim	0	0	0	0					
3	Sim	0	0	0	0					
4	Sim	67	45	0	0					
5	Sim	0	0	0	0					
6	Sim	0	0	0	0					

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

U C
Universidade de Coimbra

7	Sim	0	0	0	0					

Vãos Opacos Exteriores

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução (W/m².°C)

Designação do Tipo de Solução	Orientação	Cor	Área (m^2)	Pala horizontal α	Pala vertical à esquerda β_{esq}	Pala vertical à direita β_{dir}		U Solução (W/m².°C)	U referência (W/m².°C)	U máximo (W/m².°C)

Envolvente em contato com o solo

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

Qual o valor da condutibilidade térmica do solo λ? 2,0 W/(m.°C)

Pavimentos Térreos

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/m².°C)	URef (W/m².°C)
PVT1	Pavimento Térreo - Tipo 1	Do interior para o exterior não útil: 10mm de tijoleira cerâmica, 60mm de camada de forma (betonilha), 200mm de tijolo furado e 20mm de estuque	285,80	0,48	0,50

(continuação)

Designação do Tipo de Solução	R_f (m^2.°C/W	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	Isolamento Perimetral?	Horizontal ou Vertical?	Espessura do Isol. dn (m)	Extensão de Isol. D (m)
PVT1	0,40	86,60	0,30	Não			

Pavimentos Enterrados

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m^2)	R_f (m^2.°C/W)	Perímetro Exposto P (m)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m².°C)	URef (W/m².°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 sem isolamento térmico

Identificação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Área Total (m^2)		Solução Incorpora PTP's?
PDET1	Parede Enterrada - Tipo 1		11,70		Sim

Designação	Profundidade, Z (m)	Área (m^2)	R_w (m^2.°C/W)	R_f (m^2.°C/W)	Espessura da parede exposta w (m)	U (W/m².°C)	URef (W/m².°C)
PDET1	2,60	11,70	0,83	0,83	0,32	0,50	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)
Duas paredes verticais em ângulo saliente	18,20	EN ISO 10211	0,50					0,50	0,4
Fachada com cobertura	29,00	EN ISO 10211	0,70	Isol. sob/sobre o cobertura?	Sob			0,70	0,5
Zona da caixa de estores	16,75	EN ISO 10211	0,30					0,30	0,2
Fachada com caixilharia	49,30	EN ISO 10211	0,30	Isol. contacta com a caixilharia?	Não contacta			0,30	0,2
Fachada com varanda	9,50	EN ISO 10211	0,70					0,70	0,5
								-	-

(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)

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

Universidade de Coimbra

PTLE1	Duas paredes verticais em ângulo saliente	EN ISO 10211	18,20	0,50	0,40
PTLE2	Fachada com cobertura e isolamento sob a laje de cobertura	EN ISO 10211	29,00	0,70	0,50
PTLE3	Zona de caixa de estores	EN ISO 10211	16,75	0,30	0,20
PTLE4	Fachada com caixilharia e o isolante térmico da parede não contacta com a caixilharia	EN ISO 10211	49,30	0,30	0,20
PTLE5	Fachada com varanda	EN ISO 10211	9,50	0,70	0,50

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_i/A_u	Volume do ENU m^3	Ventilação	b_{tr}
Edifício Adjacente			-	-	-	0,60
Desvão Piso 1	Não		0.5≤ Ai/Au <1	V > 200	Forte	1,00
Desvão Piso 0	Não		0.5≤ Ai/Au <1	50 < V ≤ 200	Forte	1,00
Desvão Sala de Estar	Não		0.5≤ Ai/Au <1	50 < V ≤ 200	Forte	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 ($W/m^2.°C$)	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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução ($W/m^2.°C$)

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 ($W/m^2.°C$)

Coberturas Interiores - Soluções correntes e pontes térmicas planas

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	U Solução ($W/m^2.°C$)
CBI1	Cobertura Interior - Tipo 1	Cobertura interior com existência de desvão	1,34

				PREENCHER APENAS PARA O CASO DE COBERTURAS EM DESVÃO							
Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Qual a solução corrente adjacente associada?	Área Total (m^2)	Cor da cob. Exterior	Grau de ventilação (K)	Emissividade (εk)	Udescendente ($W/m^2.°C$)	btr	U ($W/m^2.°C$)	URef ($W/m^2.°C$)	UMáx ($W/m^2.°C$)
CBI1	Desvão Piso 1		106,09	Média	Não Ventilado	Baixa	1,24	1,00	1,34	0,40	-
CBI1	Desvão Piso 0		37,00	Média	Não Ventilado	Baixa	1,24	1,00	1,34	0,40	-
CBI1	Desvão Sala de Estar		21,75	Média	Não Ventilado	Baixa	1,24	1,00	1,34	0,40	-

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

Vãos Envidraçados Interiores

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

Designação do Tipo de Solução	Tipo de Solução	Descrição Detalhada	Tipo de Protecção	Descrição da Protecção	Uwdn ($W/m^2.°C$)	URef ($W/m^2.°C$)

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

Universidade de Coimbra

Localização	Designação do Tipo de Solução	Espaço não útil	Área (m^2)	Orientação	Vão Envidraçado à Face Exterior da Parede?	Tipo de Vidro	btr	Uwdn ($W/m^2.°C$)	URef ($W/m^2.°C$)

Pontes Térmicas Lineares Interiores

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

TIPO DE LIGAÇÃO ENTRE ELEMENTOS	Espaço não útil	Comp. $\beta_{(min)}$ (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	Segundo a EN 15242 e Despacho 15793-K
Sistema de Ventilação	Não cumpre a norma 1037-1

Efetuar o cálculo no separador "CalculoVentilacao"

Arrefecimento noturno com abertura das janelas? ☐

Rph Estimada (h^{-1})	Rph mínimo (h^{-1})	Rph, i (h^{-1})	Rph, v (h^{-1})
0,07	0,40	0,40	0,60

Descrição da Solução de Ventilação	Caract. restantes 512

Sistemas Técnicos

Existem Sistema Técnicos? ☑

O edifício dispõe de abastecimento de combustível líquido ou gasoso? ☐

Isolamento térmico na tubagem de distribuição de AQS com resistência térmica ≥ 0,25 $m^2.°C/W$? ☐

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 Propano	Termoacumulador	1				Não		

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 Nominal/Sazonal	Fracção servida (0 a 1)	Idade do sistema	Eficiência do Equipamento (0 a 6)	Eficiência de referência	EREN (kWh/ano)	Consumo Energia Final (kWh/ano)	Perda Estática (QPR Solução) kWh/24h	Perda Estática (QPR Máximo) kWh/24h	Parcela das necessidades (0 a 1)
Sistema 1	Águas Quentes Sanitárias	Durante todo o ano	1,2	Sim	0,80	1,00		0,80	0,89	-	3301,79			1,00
											-			-

Solar, Eólica, Hídrica, Geotérmica

Identificação do Sistema	Função	Potência (kW)	EREN (kWh/ano)	Parcela afecta 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)
			-										-	-

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	

Balanço energético

Indicadores energéticos

Sigla	Descrição	Valor		Referência	
Nic	Necessidades nominais anuais de energia útil para aquecimento (kWh/m2.ano)	75,57		41,01	
Nvc	Necessidades nominais anuais de energia útil para arrefecimento (kWh/m2.ano)	4,59		9,13	
Qa	Energia útil para preparação de água quente sanitária (kWh/ano)	2377		2377	Ntc/Nt
Wvm	Energia elétrica necessária ao funcionamento dos ventiladores (kWh/ano)		0,00		1,67
Eren	Energia produzida a partir de fontes renováveis para usos regulados (kWh/ano)	0		0	
Eren AQS	Energia produzida a partir de fontes renováveis para produção de AQS (kWh/ano) (para efeito de verificação do requisito mínimo)	0		0	Classe Energética
Eren,ext	Energia produzida a partir de fontes renováveis para outros usos (kWh/ano)		0,00		D
Nic	Necessidades nominais anuais globais de energia primária (kWhep/m2.ano)	203,36		121,82	

Indicadores de desempenho

Valor de Referência (kWh/m2.ano)	Valor do Edifício (kWh/m2.ano)	Renovável (%)

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
Vermelhor (inferior a 0%) - Não existe potencial de melhoria

Solução Inicial | **Simulação em curso**

ITeCons

Folha de Cálculo REH - ITeCons

Universidade de Coimbra

Aquecimento	41,01	75,57	0,00
Arrefecimento	3,04	0,00	0,00
AQS	11,67	14,43	0,00

Energia Renovável (%)	0,00

Emissões de CO2 (t/ano)	6,79

Variação das necessidades de energia útil utilizando os valores de referência do coeficiente de transmissão térmica (Uref)	Aquecimento	✓	51,9%	--
	Arrefecimento	✗	-39,5%	--
Variação das necessidades de energia final utilizando os valores de referência para os sistemas técnicos:	Aquecimento	✓	51,9%	--
	Arrefecimento	!	10,0%	--
	AQS	!	10,1%	--

Dados Climáticos

Graus-dia	1 111

Zona Climática de Inverno	I1	Zona Climática de Verão	V2
Temperatura Média Exterior Inverno (°C)	10,5	Temperatura Média Exterior Verão (°C)	20,9
Duração da estação de aquecimento (meses)	6,0	Duração da estação de arrefecimento (meses)	4,0

Indicadores de aquecimento

Paredes (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
229,42	0,00	5,81

PTP (W/°C)	
Hext	Henu;adj
52,75	0,00

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

PTL (W/°C)	
Hext	Henu;adj
55,87	0,00

Coberturas (W/°C)	
Hext	Henu;adj
24,56	220,89

Pavimentos (W/°C)		
Hext	Henu;adj	Hecs
0,00	0,00	137,86

Vãos envidraçados (W/°C)	
Hext	Henu;adj
77,98	0,00

Renovação de Ar (W/°C)
Hve
80,90

Indicadores de arrefecimento

Paredes (kWh)
Qsol,v EXT
1887,90

Coberturas	
Qsol,v EXT	Qsol, Desv
300,96	3270,43

Portas (kWh)
Qsol,v EXT
0,00

Vãos Envidraçados (kWh)
Qsol,v EXT
845,72

Ganhos Internos (kWh)
Qint,v
2679,71

Medidas de Melhoria

Medidas de Melhoria? ☐

Justificação para a ausência de Medidas de Melhoria

Documentos

RELATÓRIO DO PROCESSO DE CERTIFICAÇAO

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